

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
AUTÓNOMO EN LA LÍNEA DE MECANIZADO JUNTAS FIJAS PARA DANA  
TRANSEJES COLOMBIA**

**YURIBETH ARENAS ROSALES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2011**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
AUTÓNOMO EN LA LÍNEA DE MECANIZADO JUNTAS FIJAS PARA DANA  
TRANSEJES COLOMBIA**

**YURIBETH ARENAS ROSALES**

**Trabajo de grado para optar el título de  
Ingeniero Industrial**

**Director**

**Fabio Andrés González Rúgeles  
Gerente de Producción Dana Transejes**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDERER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2011**

*A Dios, por brindarme la oportunidad de tener una familia tan maravillosa y por llenarme de infinitas bendiciones todos los días.*

*A mi madre, por ser el mejor ejemplo a seguir, por educarme y brindarme su apoyo incondicional; por escucharme y guiarme siempre por el camino correcto; pero sobre todo, por ser quien me inspira y me motiva para cumplir todos mis sueños.*

*A mi padre, por ser ese angelito que desde el cielo me cuida y orienta mis pasos.*

*A mi hermana y su hermosa familia, por alegrarme cada uno de mis días y brindarme la oportunidad de ser tía.*

*A mis amigas, por brindarme su apoyo incondicional y por estar a mi lado cuando más las necesito.*

*Yuribeth Arenas Rosales*

## AGRADECIMIENTOS

El autor del proyecto expresa sus sinceros agradecimientos a:

MBA Fabio A. Gonzáles	Gerente de Planta - Dana Transejes
Ingeniero Víctor Campillo	Coordinador de mantenimiento - Dana Transejes
Sergio Ontiveros	Compañero de práctica - Dana Transejes
Ariel Vega Lizarazo	Ingeniero de mantenimiento- Dana Transejes
Francisco Manosalva	Ingeniero de mantenimiento -Dana Transejes
Gustavo Mina	Coordinar de producción – Dana Transejes
Álvaro Bonilla	Líder de equipo de trabajo -Dana Transejes
Carlos Parra	Líder de equipo de trabajo - Dana Transejes
Juan Carlo León	Coordinador de seguridad industrial- Transejes
Omar Ballesteros	Ingeniero de métodos y tiempos – Transejes
Nelson Rueda	Técnico de métodos y tiempos- Dana Transejes
Elkin Díaz Jiménez	Ingeniero Mecánico- Dana Transejes

Así mismo, agradece a todos los operarios de la línea de juntas fijas, quienes con su esfuerzo y valiosa colaboración hicieron posible el desarrollo del proyecto.

A todas aquellas personas que contribuyeron con el desarrollo del proyecto y que brindaron todo su tiempo, apoyo y conocimiento para la consecución de los objetivos.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	22
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	24
1.1 OBJETIVOS	24
1.1.1 Objetivo General	24
1.1.2 Objetivos específicos	24
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.3 JUSTIFICACIÓN	26
2 DANA TRANSEJES COLOMBIA	27
2.1 PERFIL DE LA COMPAÑÍA	27
2.2 RESEÑA HISTÓRICA	28
2.3 MISIÓN	29
2.4 VISIÓN	30

2.5 POLÍTICA AMBIENTAL	28
2.6 POLÍTICA DE CONTROL Y SEGURIDAD BASC	29
2.7 SUCURSALES	29
2.8 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	30
2.9 CLIENTES	33
2.10 PRODUCTOS	33
2.10.1 Ejes homocinéticos	34
2.10.2 Ejes diferenciales	34
2.10.3 Ejes cardánicos	35
2.10.4 Componentes mecanizados	36
2.11 PROCESOS DE MANUFACTURA	37
2.11.1 Línea de mecanizado de Juntas Fijas	38
3 MARCO TEÓRICO	43
3.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM	43
3.1.1 Objetivos del TPM	45

3.1.2	Pilares del TPM	45
3.2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	46
3.2.1	Objetivos del mantenimiento autónomo	47
3.2.2	Preservación de los equipos	47
3.2.3	Expertos operadores de máquina	48
3.2.4	Conceptos de implementación	49
3.2.5	Funciones generales de producción y mantenimiento	51
3.2.6	Actividades específicas de producción	51
3.2.7	Actividades específicas de mantenimiento	53
3.2.8	Condiciones básicas para mantenimiento autónomo	53
3.3	PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	55
3.3.1	Paso 1: Limpieza e inspección	55
3.3.2	Paso 2: Mejoras continuas	58
3.3.3	Paso 3: Trabajo estandarizado	59

3.3.4	Preparación de estándares de lubricación	59
4	HERRAMIENTAS DE APOYO	61
4.1	OLP – ONE POINT LESSON	61
4.2	TRABAJO ESTÁNDAR	63
4.3	HERRAMIENTA DE LAS CINCO (5 ) S's	64
5	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	66
5.1	LANZAMIENTO GLOBAL	68
5.2	ETAPA 0: PREPARACIÓN	72
5.2.1	Sistema de gerencia visual	72
5.2.2	Conocimientos básicos sobre el equipo	79
5.2.3	Tablero de seguimiento de actividades TPM	81
5.2.4	Condiciones básicas de operación	83
5.2.5	Métodos de control de anomalías	83

5.3 ETAPA 1: DETECCIÓN TEMPRANA DE ANORMALIDADES	86
5.3.1 Jornada de detección de defectos	86
5.3.2 Jornada de limpieza profunda	96
5.4 ETAPA 2: CAPACITACIÓN PROFUNDA	99
5.5 ETAPA 3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	101
5.5.1 Estándares de inspección	103
5.5.2 Estándares de limpieza	104
6 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SMA	107
7 CONCLUSIONES	109
8 RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFIA	114
ANEXOS	115

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Estructura organizacional	33
Ilustración 2. Eje homocinético	36
Ilustración 3. Eje diferencial	37
Ilustración 4. Eje cardánico	37
Ilustración 5. Componentes eje homocinético	38
Ilustración 6. Procesos de manufactura	39
Ilustración 7. Operación torneado	41
Ilustración 8. Fresado en contra-dirección y normal	42
Ilustración 9. Mejora en el ciclo de vida del equipo	45
Ilustración 10. Pasos para la implementación del sistema	50
Ilustración 11. Diagrama de implementación del paso 1	57
Ilustración 12. Proceso de capacitación vía OPL	61
Ilustración 13. Ejemplo de OPL	62

Ilustración 14. Esquema organizacional de mantenimiento	65
Ilustración 15. Metodología de implementación	69
Ilustración 16. Diploma de operarios	70
Ilustración 17. Lanzamiento global	71
Ilustración 18. Información grupo autónomo	74
Ilustración 19. Información de máquinas	74
Ilustración 20. Folder de entrenamiento estándar	78
Ilustración 21. Folder TPM	78
Ilustración 22. Entrega de OPL	80
Ilustración 23. Tablero de actividades TPM	81
Ilustración 24. Formato de descripción de actividades TPM	82
Ilustración 25. Capacitación en sala	84
Ilustración 26. Solicitud de trabajo y tarjeta TPM	85
Ilustración 27. Ubicación tarjeta TPM	87
Ilustración 28. Jornada de detección de defectos	90

Ilustración 29. Reunión de análisis de defectos	91
Ilustración 30. Primera reunión TPM	92
Ilustración 31. Tabla de análisis de defectos	93
Ilustración 32. Reunión diaria TPM	94
Ilustración 33. Cambio de manómetro	95
Ilustración 34. Solución de defectos	96
Ilustración 35. Jornada de limpieza profunda	97
Ilustración 36. Manual técnico para operarios	99
Ilustración 37. Calendario de inspección y limpieza FDF	11

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Matriz de indicadores Mantenimiento autónomo	77
Tabla 2. Máquinas de la línea de juntas fijas	80

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso	116
Anexo 2. Encuesta grupo autónomo de trabajo	117
Anexo 3. Formato de registro de defectos	118
Anexo 4. Formato de registro de áreas de difícil acceso	119
Anexo 5. Formato de mejoras	120
Anexo 6. Formato de asistencia a reuniones TPM	121
Anexo 7. Matriz de conocimientos y habilidades	122
Anexo 8. Lista de chequeo de entrenamiento estándar	123
Anexo 9. OPL - Estructura básica del equipo	127
Anexo 10. OPL – Restricciones de seguridad	131
Anexo 11. Reporte de capacitaciones	133
Anexo 12. OPL – Uso del tablero TPM	137
Anexo 13. Capacitación de condiciones básicas de operación	138

Anexo 14. OPL – Uso de las tarjetas TPM	144
Anexo 15. Manual de detección de anomalías	146
Anexo 16. Tabla de análisis de defectos	147
Anexo 17. OPL's – Solución de defectos	148
Anexo 18. Plan de limpieza	150
Anexo 19. Medidas de seguridad	151
Anexo 20. Manual técnico para operarios	152
Anexo 21. Estándares de inspección	210
Anexo 22. Ficha de limpieza de mantenimiento autónomo	214
Anexo 23. Lista de chequeo	216
Anexo 24. Estándares de limpieza autónoma	218

## RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN LA LÍNEA DE MECANIZADO JUNTAS FIJAS PARA DANA TRANSEJES COLOMBIA\*

AUTOR: ARENAS ROSALES, Yuribeth\*\*

PALABRAS CLAVES: Dana Transejes Colombia, Mantenimiento Productivo Total, herramientas de apoyo, Mantenimiento autónomo, proceso de implementación, estándares.

DESCRIPCIÓN: Este trabajo expone la metodología y el proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo en una línea de producción, cuya finalidad es ofrecerle a Dana Transejes Colombia una herramienta base para la implementación del sistema de mantenimiento autónomo en todas sus líneas de producción, ofreciendo un complemento al sistema de mantenimiento planeado a través de un plan estratégico, sistemático y organizado por pasos, y convirtiéndose en una herramienta importante que apoya la filosofía de gestión organizacional “Lean Manufacturing”.

En la primera fase de preparación, se recolecta la información necesaria sobre la línea de producción y la organización; además, se analizan las necesidades de los operarios y los requerimientos de la compañía, todo esto con el fin de poder identificar las fortalezas y debilidades del entorno organizacional y poder así elaborar un plan de acción que abarque cada uno de los requerimientos necesarios.

Una vez definido el plan de acción y la metodología a seguir, se inicia el proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo paso a paso, en donde se obtienen como resultado herramientas de capacitación para los operarios, un sistema de gerencia visual y estándares de actividades de mantenimiento autónomo enfocados hacia la conservación de los equipos y a la reinstauración de sus condiciones básicas de operación.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingeniería Industrial. Fabio Andrés González

## ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE AUTONOMOUS MAINTENANCE SYSTEM FOR THE FIXED JOINTS MACHINING LINE, AT DANA TRANSEJES COLOMBIA\*

AUTHOR: ARENAS ROSALES, Yuribeth\*\*

KEY WORDS: Dana Transejes Colombia, Total Productive Maintenance, support tools, Autonomous Maintenance, Implementation process, Standards.

CONTENT: This project presents the methodology and implementation process of the autonomous maintenance system. Its purpose is to provide Dana Transejes Colombia a tool for the implementation of the autonomous maintenance system in all its production lines. It offers a complement for planned maintenance system through a strategic, systematic and organized step by step plan that supplies an important tool to support the organizational philosophy "lean manufacturing".

In the preparation stage, the information about the production line and the company was collected, and the operators' needs and company requirements were analyzed, in order to identify the strength and the weakness of the organizational environment, then develop a plan that covers each necessary requirement.

Once the action plan and the methodology were defined, the implementation process of the autonomous maintenance system started. As a result of this process, a training tool for operators, a visual management system and standards of autonomous maintenance activities were obtained, focused on equipment conservation and the restoration of basic conditions for operation.

---

\* Grade Project

\*\* Faculty of Physical and mechanical Engineering. Industrial Engineering. Fabio Andrés González

## CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
<p>Capacitar a los operarios, de la línea de juntas fijas, en diferentes temas relacionados con el mantenimiento autónomo con el fin de aumentar y mejorar sus habilidades y capacidades, y se formen como expertos operadores de máquina, personas competitivas y de alto rendimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Numeral 5.2.2 Conocimientos básicos sobre el equipo</li> <li>· Anexo 12. OPL sobre el uso del tablero TPM *Numeral 5.2.4</li> <li>· Condiciones básicas de operación</li> <li>· Anexo 13. Capacitación de condiciones básicas de operación</li> <li>· Anexo 14. OPL sobre el uso de las tarjetas TPM</li> <li>· Numeral 5.3 Detección temprana de defectos</li> <li>· Anexo 17. OPL solución de defectos</li> <li>· Numeral 5.5 Capacitación profunda</li> </ul>
<p>Elaborar formatos de registro y seguimiento a factores claves dentro del proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Anexo 2. Encuesta del grupo autónomo</li> <li>· Anexo 3. Formato de registro de defectos</li> <li>· Anexo 4. Áreas de difícil acceso</li> <li>· Anexo 5. Formato de mejoras</li> <li>· Anexo 6. Asistencia a reuniones TPM</li> <li>· Anexo 7. Matriz de conocimientos y habilidades</li> <li>· Anexo 8. Lista de chequeo de entrenamiento estándar</li> <li>· Anexo 16. Tabla de análisis de defectos</li> </ul>

<p>Definir e implementar indicadores de mantenimiento autónomo que pongan en evidencia la mejora de la línea de producción como resultado de la implementación del sistema de mantenimiento autónomo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Numeral 5.2.1 Indicadores de mantenimiento autónomo</li> </ul>
<p>Elaborar e implementar un sistema de gerencia visual de mantenimiento autónomo compuesto por un tablero de actividades TPM y un tablero de gestión, en donde se muestre el avance de la implementación del sistema y los resultados obtenidos a lo largo del proceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Numeral 5.2.1 Sistema de gerencia visual</li> </ul>
<p>Realizar una jornada de limpieza profunda en toda la línea para remover toda suciedad y detectar anomalías en las máquinas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Numeral 5.4 Jornada de limpieza profunda</li> </ul>
<p>Crear estándares de limpieza e inspección para asegurar una limpieza profunda y uniforme por parte de los operarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Numeral 5.6 Estándares de mantenimiento autónomo</li> <li>· Anexo 18. Plan de Limpieza</li> <li>· Anexo 20. Estándares de inspección</li> <li>· Anexo 21. Ficha de limpieza de mantenimiento autónomo</li> <li>· Anexo 22. Lista de Chequeo</li> <li>· Anexo 23. Estándares de limpieza autónoma</li> </ul>

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las empresas tienen como objetivo principal alcanzar una productividad y una competitividad que les permita mantenerse en un mercado cambiante. Así mismo, buscan mejorar la eficiencia y la efectividad de los procesos asegurando la calidad de los productos, la disminución de los tiempos muertos y la eliminación de desperdicios y piezas defectuosas. Debido al constante cambio y al aumento de la complejidad de las instalaciones de producción, las funciones de mantenimiento han sido separadas gradualmente, obteniendo como resultado una clara división entre los procesos de manufactura y el departamento de mantenimiento, lo cual reduce la eficiencia de los procesos.

DANA TRANSEJES COLOMBIA en busca de un mejoramiento continuo que le permita garantizar su competitividad en un mercado cada vez más exigente y cambiante, obtuvo certificación en la norma ISO/TS 16949 la cual es una especificación técnica que define los requisitos del sistema de gestión de calidad para el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio de productos relacionados con el sector automotriz. Entre los requerimientos de esta norma se encuentra optimizar los tiempos y materiales, aumentar la eficiencia de los procesos, aumentar la satisfacción del cliente, maximizar la calidad de los productos, asegurar entregas a tiempo, eliminar los productos defectuosos y re-trabajos, e implementar un sistema documentado que genere referencias útiles.

Además de esto, DANA TRANSEJES posee una cultura organizacional basada en las herramientas de Lean Manufacturing y Seis Sigma, cuyo objetivo principal es la eliminación de toda clase de pérdidas en los procesos de la compañía. Nace entonces la necesidad de contar con un sistema eficiente de gestión de los

recursos que permita cumplir los objetivos estratégicos y organizacionales y que implique a su vez, la participación de todo el personal.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 OBJETIVOS

**1.1.1 Objetivo General** Diseñar e implementar un sistema de mantenimiento autónomo en la línea de mecanizado de Juntas Fijas, que servirá como modelo para la ejecución del mismo en las 7 líneas de producción.

#### 1.1.2 Objetivos específicos

- Capacitar a los operarios, de la línea de juntas fijas, en diferentes temas relacionados con el mantenimiento autónomo con el fin de aumentar y mejorar sus habilidades y capacidades, y se formen como expertos operadores de máquina, personas competitivas y de alto rendimiento.
- Elaborar formatos de registro y seguimiento a factores claves dentro del proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo.
- Definir e implementar indicadores de mantenimiento autónomo que pongan en evidencia la mejora de la línea de producción como resultado de la implementación del sistema de mantenimiento autónomo.
- Elaborar e implementar un sistema de gerencia visual de mantenimiento autónomo compuesto por un tablero de actividades TPM y un tablero de gestión, en donde se muestre el avance de la implementación del sistema y los resultados obtenidos a lo largo del proceso.
- Planear y coordinar jornadas kaizen en cada una de las celdas de la línea para remover toda suciedad y detectar anomalías en las máquinas.

- Crear estándares de limpieza e inspección para asegurar una limpieza profunda y uniforme por parte de los operarios.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las máquinas de la línea de mecanizado de Juntas Fijas en Dana Transejes Colombia, presentan problemas crónicos de deterioro acelerado y forzado, por varias causas , tales como: presencia de viruta y suciedad en los sistemas mecánicos (engranajes, motores, sistema de transmisión), los sistemas hidráulicos y de lubricación presentan deficiencia y baja efectividad de mantenimiento (racores averiados, mangueras deterioradas, bombas con fallas crónicas, unidades de mantenimiento neumático con fugas, fallas prematuras) y fallas eléctricas en la mayoría de las máquinas (daño en las protecciones térmicas, tarjetas electrónicas, sensores, transformadores, entre otros).

Además de esto, el personal de mantenimiento invierte gran parte de su tiempo dedicándose a reparaciones sencillas, como colocar un tornillo o ajustar unos racores, en lugar de realizar actividades de mantenimiento basadas en la confiabilidad y la mantenibilidad, y mejorar el sistema de mantenimiento planeado, preventivo y predictivo, que requieren un nivel de conocimiento mayor, enfocados a aumentar la vida útil de los equipos, aumentar el tiempo medio entre fallas (MTBF) y reducir el tiempo medio de reparaciones (MTTR). Por otro lado, los operarios de la línea no cuentan con la capacitación suficiente para realizar actividades de mantenimiento básico dentro de sus habilidades y competencias como operadores de máquina; y por lo contrario, solo se limitan a remitir ordenes de trabajo y a esperar que el personal de mantenimiento solucione las fallas lo más rápido posible ignorando la situación de saturación de trabajo que tiene el sistema de mantenimiento.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El compromiso de DANA TRANSEJES COLOMBIA con relación al mejoramiento continuo permite identificar la necesidad de implementar un sistema de mantenimiento autónomo que busca complementar el sistema de mantenimiento planeado con el fin de crear un alto impacto en la reducción de las fallas crónicas y esporádicas de los equipos, a través de un plan estratégico, sistemático y organizado por pasos para que el operario se involucre en las actividades básicas de prevención del deterioro de los propios equipos que ellos operan, y de esta manera mejorar los indicadores OEE (efectividad de los equipos), SCRAP (piezas defectuosas), PRODUCTIVIDAD, MTBF (tiempo medio entre fallas) y MTTR (tiempo medio de reparación) que muestran la efectividad de la planta.

## 2. DANA TRANSEJES COLOMBIA

### 2.1 PERFIL DE LA COMPAÑÍA <sup>1</sup>

DANA TRANSEJES COLOMBIA es una filial de las multinacionales DANA CORPORATION y GKN DRIVELINE, líder en el mercado del sector automotor, que integra en sus productos y servicios, la más alta tecnología de punta basada en investigación enfocada al desarrollo de soluciones innovadoras.

Dana Transejes posee una cultura organizacional enfocada en la tecnología y los conocimientos, basada en los programas y herramientas institucionales que las matrices desarrollan como fundamento de su direccionamiento corporativo:

- Lean Manufacturing Dana
- Seis Sigma GKN
- Planeación Estratégica

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de inventario en proceso, inventario de productos terminados, movimiento y defectos) en productos manufacturados.

Seis Sigma es una filosofía de administración enfocada hacia la eliminación del desperdicio debido a la variación de los procesos. La herramienta Seis Sigma está enfocada hacia mejorar: La satisfacción del cliente, el desempeño de los procesos claves, reducir la variabilidad, los defectos y por consiguiente, los costos de la compañía.

---

<sup>1</sup> Dana Transejes Colombia [online]. Disponible en Internet: <<http://www.transejes.com/tecnologia/>>

## 2.2 RESEÑA HISTÓRICA<sup>2</sup>

DANA TRANSEJES COLOMBIA fue fundada en Abril 28 de 1972, localizada en la Zona Industrial de Girón - Bucaramanga, cuenta además con operaciones en la ciudad de Bogotá, atendiendo de igual forma los mercados de equipo original (ensambladoras), reposición y exportaciones, con la participación de la casa matriz DANA CORPORATION como su principal accionista quien suministra la tecnología de ejes diferenciales y ejes cardánicos. A continuación se reseñan algunos sucesos relevantes para el desarrollo de la organización en el ámbito nacional.

**1974:** Se inició operaciones de ensamblado de ejes diferenciales

**1975-1978:** Se inició el proceso de mecanizado de las líneas de tubos y semiejes.

**1981:** Instalación de líneas de ejes cardánicos

**1983-1984:** Se inició la venta de ejes homocinéticos Mazda

**1986:** Puesta en marcha de la línea de mecanizado de juntas fijas

**1988:** se realizaron cambios en el sistema de producción en línea dedicada al nuevo concepto de producción en celdas

**1990:** Se compró la planta Medellín – pistones.

**1992:** Se adquieren líneas de mecanizado denominado GI para la producción de junta móvil de ejes homocinéticos.

**1994:** Se cerró la planta de Medellín.

**1995:** Transejes se asocia con la multinacional **GKN** líder en el mercado de ejes homocinéticos.

**1997:** S inicia el proceso de certificación de la norma QS -9000\*.

---

<sup>2</sup> Dana Transejes Colombia. Quienes somos. Historia de Dana [online]. Disponible en Internet: <<http://www.transejes.com/quienes/>>

\*NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. ISO QS-9000. Sistema de administración de calidad esencial para los proveedores de partes de producción, materiales y servicios a la industria automotriz.

**1998:** Transejes recibe la certificación NTC QS-9000 y traslada la manufactura de cascos, yugos, tubos y semiejes a Danaven, Venezuela.

**2000:** Transejes cuenta desde entonces con un gran socio para la manufactura y ensamble de los ejes homocinéticos, generando 154 empleos directos aproximadamente.

## 2.3 MISIÓN <sup>3</sup>

“TRANSEJES es una organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios de alta tecnología con énfasis en el sector automotor.

A través de innovaciones, mejoramiento continuo y orientación al cliente, con flexibilidad, sentido de urgencia y responsabilidad social, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando:

**A NUESTROS CLIENTES**, contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas.

**A NUESTROS ACCIONISTAS**, un continuo incremento en el retorno a su inversión.

**A NUESTRA GENTE**, un clima laboral seguro, de mutuo respeto y desarrollo integral.

**A LA SOCIEDAD**, mayor bienestar y desarrollo, preservando el medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones gubernamentales.

**A NUESTROS PROVEEDORES**, una relación de largo plazo y mutuo desarrollo y mutuo desarrollo.”

---

<sup>3</sup> Dana Transejes Colombia. Corporativa. Misión [online]. Disponible en Internet: <[http://www.transejes.com/mision\\_vision/](http://www.transejes.com/mision_vision/)>

## 2.4 VISIÓN <sup>4</sup>

“TRANSEJES es una organización de clase mundial, líder en su género en la región Andina, competitiva y confiable en el mercado global, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética.”

## 2.5 POLÍTICA AMBIENTAL <sup>5</sup>

TRANSEJES organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios para atender el sector automotor; está comprometida a cumplir con las regulaciones y requerimientos legales aplicables, así como otros requisitos de la partes interesadas. Prevé y controla los efectos que el desarrollo de sus productos y procesos, puedan causar impacto negativo sobre el entorno ambiental y la salud de su gente.

La Organización proporciona y mantiene condiciones seguras y saludables, mediante la prevención de lesiones y enfermedades propias del trabajo, apoya a todas aquellas actividades que buscan salvaguardar a todos sus empleados y contratistas; se anticipa a las modificaciones reglamentarias, participando activamente en las entidades privadas y del estado responsables de regular, vigilar y apoyar los programas y leyes en cuanto a la seguridad y la salud ocupacional, así como del medio ambiente.

Transejes mantiene un eficiente desarrollo y mejoramiento continuo de sus procesos, productos y servicios, revisando periódicamente su desempeño respecto a los objetivos y metas en seguridad, salud ocupacional y medio

---

<sup>4</sup> Dana Transejes Colombia. Corporativo. Visión [online]. Disponible en Internet:

<[http://www.transejes.com/mision\\_vision/](http://www.transejes.com/mision_vision/)>

<sup>5</sup> Dana Transejes Colombia. Corporativo. Política Ambiental [online]. Disponible en Internet:

<[http://www.transejes.com/politica\\_ambiental/](http://www.transejes.com/politica_ambiental/)>

ambiente, buscando prevenir la contaminación del suelo, el agua, optimizando el uso de recursos naturales, y previniendo los riesgos en seguridad y salud ocupacional existentes.

La Organización despliega su cultura y responsabilidad ambiental y de seguridad y salud ocupacional ante las partes interesadas sobre las regulaciones gubernamentales aplicables existentes y el cumplimiento con nuestro compromiso de calidad social y ambiental.

## **2.6 POLÍTICA DE CONTROL Y SEGURIDAD - BASC\***

TRANSEJES está comprometida con la implementación de los estándares definidos por sus clientes y la legislación Colombiana de comercio exterior, para garantizar que sus procesos y productos estén libres de sustancias o elementos ilícitos, promoviendo para tal fin, la concientización en la cadena de suministro, la mejora continua y la planificación de los recursos.

## **2.7 SUCURSALES**

DANA TRANSEJES COLOMBIA cuenta con una planta principal ubicada en Girón, Santander, con aproximadamente 49.999 metros cuadrados de área y 285 trabajadores en total. Además de esto, cuenta con algunas sucursales a nivel nacional como:

- Forcol Guatiguará, cuenta con aproximadamente 36 trabajadores y se dedica a la fabricación de componentes para los procesos de mecanizado.

---

\* BASC - Business Alliance for Secure Commerce. Es una alianza empresarial internacional que promueve un comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales.

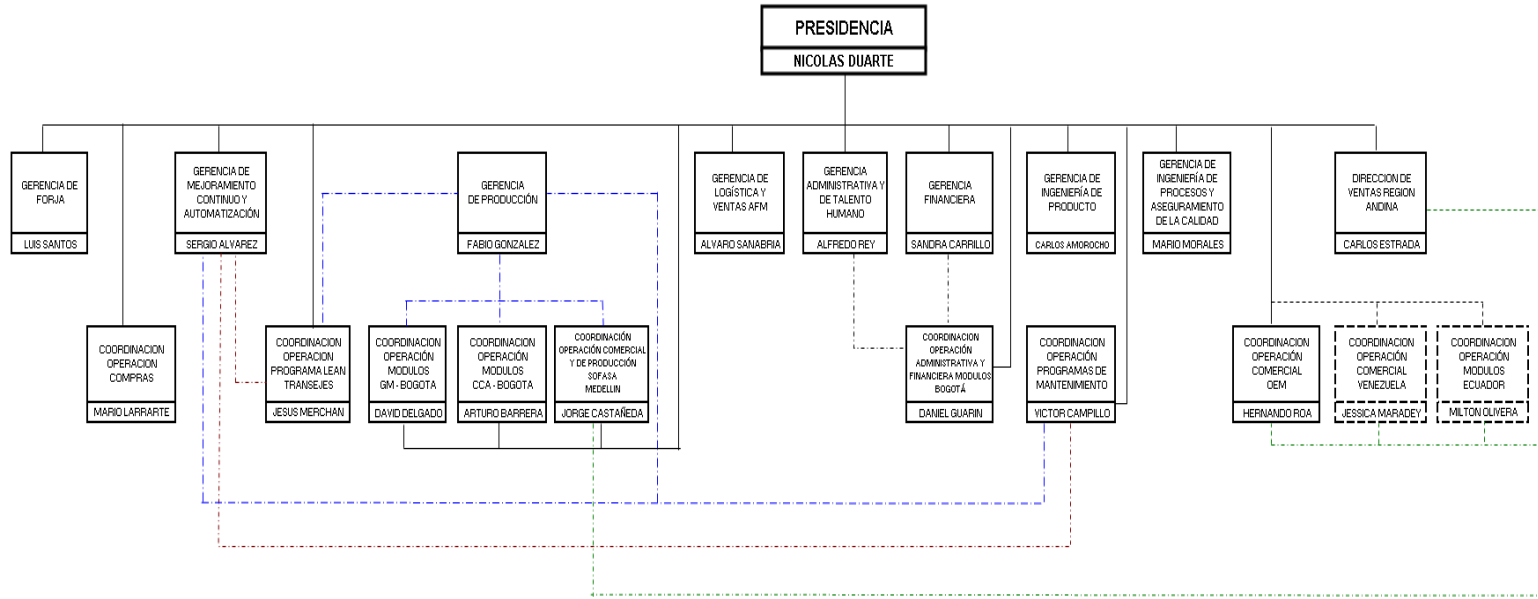
- Planta de sistemas modulares GM Bogotá, cuenta con un área a de 6.254 metros cuadrados aproximadamente, y 45 trabajadores en total.
- Planta de sistemas modulares CCA Bogotá, con 2.062 metros cuadrados de área y cuenta con 37 trabajadores en total.

## **2.8 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL- PLANTA PRINCIPAL**

La dirección general de DANA TRANSEJES COLOMBIA se apoya en nueve áreas directivas en las que delega todas las funciones de la organización. La estructura organizacional se encuentra detallada en la ilustración 1.

- ✓ **Mejoramiento continuo** Gerencia encargada de coordinar, dirigir y controlar:
  - La planeación estratégica de la Organización
  - Requerimientos de los clientes
  - Automatización procesos de planta
  - Sistemas de gestión de calidad y ambiental
  - Planeación Estratégica
  - Kaizen
  
- ✓ **Gestión humana** Gerencia encargada de coordinar, dirigir y controlar:
  - Políticas de G. Humana
  - Seguridad instalaciones
  - Sistema Ambiental
  - Seguridad Industrial
  - Salud ocupacional
  - Programas de capacitación

Ilustración 1. Estructura Organizacional DANA TRANSEJES COLOMBIA



Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia

- ✓ **Logística** Esta gerencia tiene como función:
  - Coordinar la distribución de los materiales productivos y no productivos.
  - Asegurar el suministro a las líneas de producción
  - Coordinar la entrega final del material
  - Garantizar el cumplimiento de control y coordinación de los proveedores
  
- ✓ **Calidad y procesos** Gerencia encargada de:
  - Dirigir el proceso de un nuevo producto
  - Diseñar y fabricar dispositivos y herramientas
  - Realizar seguimiento a la fabricación de prototipos
  - Garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad
  - Aplicar el control estadístico en el proceso.
  
- ✓ **Ventas** Esta gerencia tiene como función:
  - Plantear estrategias de ventas
  - Gestionar el mercado para equipo original y OES ensambladoras en Venezuela
  - Brindar apoyo al segmento AFM en Venezuela
  - Dirigir las operaciones módulos Bogotá
  
- ✓ **Ingeniería y nuevos desarrollos** Gerencia encargada de :
  - El desarrollo de productos.
  - La Fabricación de productos
  - Soporte técnico a la comercialización
  
- ✓ **Reposición** Esta gerencia tiene como objetivo:
  - Diseña estrategias de mercadeo para reposición
  - Responsable equipo original Sofasa.

- ✓ **Financiera** Gerencia encargada de :
  - Administrar recursos financieros
  - Manejar los fondos
  - Evaluar fuentes de financiamiento
  - Administrar los recursos informáticos (hardware y software).
  - Dirigir la contabilidad
  
- ✓ **Planta** Gerencia que tiene como función principal:
  - Coordinar la producción de Transejes y THC
  - Controlar las inversiones en maquinarias, herramientas e insumos necesarios para la fabricación de productos.

## 2.9 CLIENTES

Los clientes de Dana Transejes Colombia son empresas dedicadas a la industria automotriz ubicadas en América Latina, entre las cuales encontramos:

- En Colombia: Sofasa (Renault), CCA Compañía Colombiana Automotriz (Mazda), GM Colmotores (Chevrolet), Navitrans, Non plus ultra (Nissan).
- En Venezuela: Danaven SMA, Danaven TTG, Ford, GM (Chevrolet), Toyota, Mitsubishi.
- En Ecuador: Maresa (Mazda), GM (Chevrolet).
- Brasil: GDB

## 2.10 PRODUCTOS

El portafolio de productos de Dana Transejes Colombia en forma general está distribuido en 7 líneas de producción.

**2.10.1 Ejes homocinéticos**<sup>6</sup> Las juntas homocinéticas SPICER® son el producto fabricado principal de DANA TRANSEJES COLOMBIA. La compañía cuenta con el soporte tecnológico de GKN que es el más grande productor de ejes homocinéticos a nivel mundial.

Los ejes homocinéticos se encuentran ubicados en las ruedas delanteras del automóvil y están compuestos por una serie de piezas cuya función principal es transmitir la fuerza generada por el motor hasta las ruedas. El eje homocinético transmite velocidades angulares constantes, sin ruidos ni vibraciones, sin variaciones debido al terreno o a la velocidad de desplazamiento del vehículo.

*Ilustración 2. Eje Homocinético*



*Fuente: Dana Transejes Colombia. Productos. Eje homocinético [online].*

Los ejes homocinéticos son fabricados con la más alta tecnología suministrada por la casa matriz GKN y son incorporados como equipo original para las diferentes ensambladoras.

**2.10.2 Ejes diferenciales**<sup>7</sup> Son unos de los principales productos ensamblados y comercializados por DANA TRANSEJES COLOMBIA. Su marca SPICER® es líder mundial en la producción independiente de ejes de transmisión de potencia.

---

<sup>6</sup> Dana Transejes Colombia. Productos. Ejes homocinéticos [online]. Disponible en Internet: <<http://www.transejes.com/productos/diferenciales/>>

<sup>7</sup> Dana Transejes Colombia. Productos. Ejes diferenciales [online]. Disponible en Internet <<http://www.transejes.com/productos/diferenciales/>>

El eje diferencial se encuentra ubicado en las ruedas traseras del automóvil y tiene como función principal transmitir la fuerza del motor o de la caja de mandos hacia las ruedas. Además de esto, permite que las ruedas giren a velocidades diferentes cuando el automóvil realiza un giro, de lo contrario sería posible perder el control del auto y las llantas se desgastarían con impresionante rapidez.

*Ilustración 3. Eje Diferencial*



*Fuente: Dana Transejes Colombia. Productos. Eje diferencial [online]*

**2.10.3 Ejes cardánicos<sup>8</sup>** La función principal de los ejes cardánicos la transmisión de fuerza desde la caja de cambios hacia el eje diferencial en equipos automotores o industriales. Debido a que el vehículo está sujeto a cambios de altura, el eje cardánico está en la capacidad de variar su longitud, es decir expandirse y contraerse, mientras transmite la velocidad y la fuerza generada por el motor.

*Ilustración 4. Eje Cardánico*



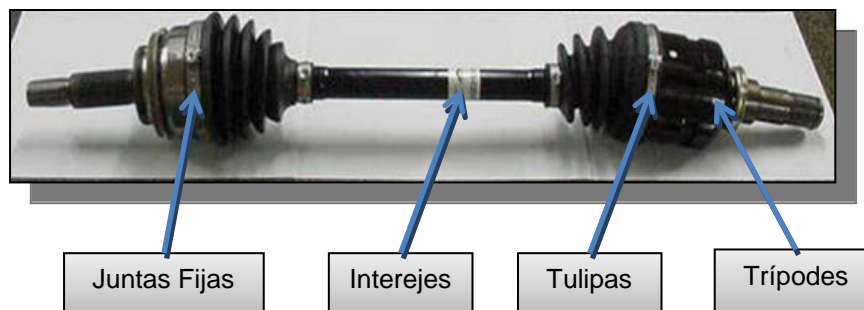
*Fuente: Dana Transejes. Productos. Eje cardánico [online]*

---

<sup>8</sup> Dana Transejes Colombia. Productos. Ejes cardánicos [online]. Disponible en Internet:  
< <http://www.transejes.com/productos/cardanes/> >

**2.10.4 Componentes mecanizados<sup>9</sup>** Los ejes homocinéticos están compuestos por un conjunto de piezas entre las cuales encontramos: Tulipas, Juntas fijas, Interejes y trípodas, los cuales son elaborados por Dana Transejes.

*Ilustración 5. Piezas que componen el eje homocinético*



*Fuente: Documentación Dana Transejes Colombia*

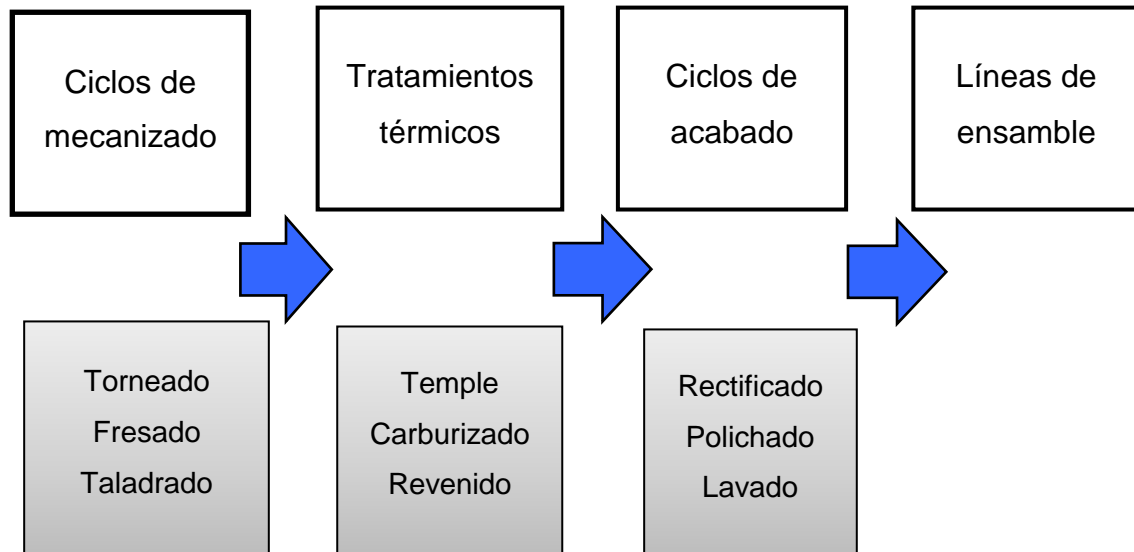
Un eje homocinético está conformado de dos juntas: la junta fija y la junta móvil o tulipa. La junta fija está ubicada a lado de la rueda del automóvil, su movimiento angular permite compensar los cambios de ángulos causados por la dirección. Por su parte, la junta móvil, ubicada al lado de la caja de cambios, realiza dos tipos de movimiento: angular y de desplazamiento hacia el centro y hacia afuera, llamado movimiento axial. Este movimiento sirve para compensar los cambio de ángulos y la extensión y compresión de los ejes.

Todos los componentes del eje homocinético son mecanizados y ensamblados en Dana Transejes Colombia. Algunos de estos componentes actualmente se están comercializando por separado como mercado de reposición con el fin de ofrecer un portafolio de productos más completo y ajustado a las necesidades de los distribuidores.

<sup>9</sup> Dana Transejes Colombia. Manual de inducción técnica. P. 21.

## 2.11 PROCESOS DE MANUFACTURA

Ilustración 6. Procesos de Manufactura



Fuente: Información suministrada por Dana Transejes Colombia

Dana Transejes Colombia cuenta actualmente con 7 líneas de producción en su sede principal de Girón. Cuatro de ellas pertenecen a mecanizado de piezas y tres a ensamble de componentes.

Las cuatro líneas de producción: Juntas Fijas, Tulipas, Interejes y trípodes, son líneas de mecanizado en donde se transforma la materia prima, en este caso, forjas de precisión o forjas convencionales, en componentes terminados utilizados para el ensamble de ejes homocinéticos, por medio de procesos de manufactura como mecanizado, tratamientos térmicos y acabados.

Los ciclos de mecanizado se caracterizan por presenciar desprendimiento de viruta realizado por máquinas industriales, mientras que los ciclos de tratamiento térmico tienen como objetivo cambiar las propiedades físicas de la forja.

### 2.11.1 LÍNEA DE MECANIZADO DE JUNTAS FIJAS<sup>10</sup>

El proceso productivo de la línea de mecanizado de juntas fijas está compuesto por un conjunto de actividades organizadas y programadas para la transformación de la forja convencional y/o de precisión, por medio de un conjunto de procesos de manufactura representados en el diagrama de flujo (anexo 1).

Los procesos de manufactura presentes en la línea de juntas fijas se explican con más detalle a continuación.

✓ **Refrentado y centrado** Operación mediante la cual se mecanizan las caras frontales de la forja. En las operaciones de refrentado y centrado, la herramienta, se acerca desde la periferia hacia el centro, trabajando sobre un diámetro que se reduce continuamente hasta llegar a cero.

Esta operación tiene como objetivo darle la longitud inicial a la forja, de acuerdo con las especificaciones del modelo de vehículo para el cual se está mecanizando la junta fija, y además, busca perforar los centros para posicionar y referenciar la pieza en las operaciones siguientes.

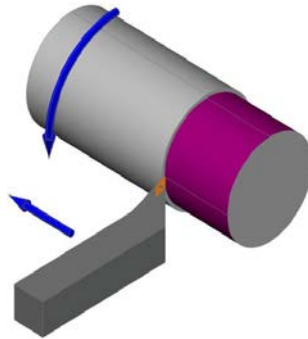
✓ **Rolado** Esta operación tiene como resultado la conformación de diversas formas de dientes y roscas en la forja. El rolado se realiza con dos herramientas tipo rack, ubicadas arriba y abajo, que son movidas a través de un sistema hidráulico actuando sobre la forja. La forja, ubicada en el medio de los dos racks, rota en sentido contrario desplazando el metal hasta lograr la formación de los dientes. Este proceso es acompañado por una ducha de aceite refrigerante que permite mantener estable la temperatura y otras características de la forja.

---

<sup>10</sup> Dana Transejes Colombia. Manual de Inducción técnica. P. 29.

✓ **Torneado** Esta operación permite la transformación de la forja, haciéndola girar alrededor de su eje y arrancándole material periféricamente con el fin de obtener una geometría definida. (Ilustración 7).

*Ilustración 7. Operación Torneado*



*Fuente: Academic. Diccionario y enciclopedia sobre el académico [online].*

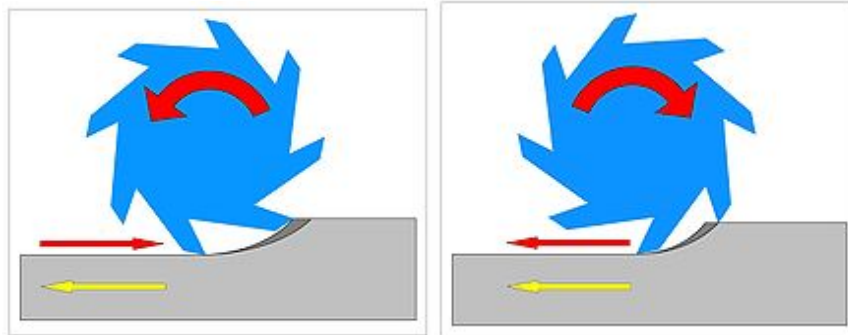
Con el torneado interior y exterior se pueden obtener superficies cilíndricas, cónicas, perfiladas y roscadas. Éste es el proceso de manufactura que prima en la mayor parte de las operaciones de Dana Transejes en sus plantas.

✓ **Temple por inducción** Este proceso de tratamiento térmico tiene como objetivo mejorar las características y las propiedades mecánicas de la forja endureciéndola y aumentando su resistencia. Consiste en calentar la forja a una temperatura mayor a la crítica superior y luego se enfría rápidamente en las condiciones convenientes. De esta forma se modifica la estructura microscópica del acero, se verifican cambios físicos y algunas veces variaciones en la composición del metal

✓ **Fresado** El fresado es un procedimiento de manufactura que provoca desprendimiento de viruta por medio de una herramienta llamada fresa, compuesta de una serie de aristas cortantes dispuestas simétricamente alrededor de un eje, que gira con un movimiento uniforme y arranca el material a la forja.

Existen tres tipos de fresado: el fresado contra dirección, el fresado paralelo y el fresado normal.

*Ilustración 8. Fresado Contra dirección y Fresado normal*



*Fuente: Wikipedia. Fresadora [online]. Disponible en Internet:  
< <http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora> >*

✓ **Revenido** Este tratamiento térmico busca eliminar las tensiones internas de la forja ocasionadas por el temple por inducción, consiste en calentar a una temperatura inferior a la crítica y un enfriamiento al aire libre.

Generalmente después del temple por inducción la forja queda demasiado dura y frágil. Lo que se busca con el revenido no es eliminar los efectos ocasionados por el templado si no modificarlos, disminuyendo la dureza y resistencia, aumentando la tenacidad y eliminando también todas las tensiones internas de la forja.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL-TPM

El TPM (Total Productive Maintenance) surgió en el año 1971 y se desarrolló en la industria automotor convirtiéndose poco a poco en una filosofía o cultura organizacional para muchas de las compañías que lo implementaban. Es importante resaltar que no solo empresas fabricantes de vehículos implementaron esta nueva filosofía de negocio sino también todas aquellas empresas del sector de la automoción, como proveedores de componentes mecánicos, tomaron este nuevo enfoque de TPM en sus empresas.

Hemos visto como actualmente la metodología Lean Manufacturing ha sido desplegada como cultura organizacional siendo esta una herramienta básica para eliminar toda clase de desperdicios en los procesos de las compañías. Esto hace al TPM una herramienta con más fuerza debido a la necesidad de las empresas por tener una gestión eficiente de los equipos productivos e implementar sistema de Mantenimiento Productivo Total que asegure cero desperdicios.

“El TPM es un Sistema de Gerencia de Mantenimiento, que busca la mejora Continua de la Maquinaria y el logro del 100% de Eficiencia del proceso de Producción, involucrando a todo el personal de la empresa. Es una filosofía o forma de pensar, que cambia nuestras actitudes en la búsqueda de la eficiencia y mejora continua de la maquinaria y su entorno. Todos trabajan como un solo equipo tras una meta común y la búsqueda de la mejora continua de las maquinarias. Cada persona es líder de un proyecto o áreas específicas, con roles que se puedan intercambiar según las necesidades de los programas de TPM.”<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> EMPRESA TPM. Implementación del TPM. [Online]. Disponible en: <[http://www.tpm.com.bo/nuestros\\_servicios.php?PHPSESSID=9f62428d8f220b6d0654d976a9b212ad#capacitación](http://www.tpm.com.bo/nuestros_servicios.php?PHPSESSID=9f62428d8f220b6d0654d976a9b212ad#capacitación)>

Según el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) la definición de TPM es la siguiente:

“El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.”<sup>12</sup>

El mantenimiento productivo total, según Ichizoh Takagi, miembro del Japan institute for Planning Maintenance, incluye los siguientes objetivos<sup>13</sup>:

- Incluir a todo el personal de la compañía, desde la alta gerencia hasta los operarios de producción, todos trabajando en equipo con un solo objetivo.
- Crear una cultura organizacional enfocada hacia obtener la máxima eficiencia de los procesos productivos y gestión de los activos.
- Implementar de mantenimiento preventivo apoyado en un mantenimiento autónomo como herramientas principales para la gestión de los equipos y control de averías.
- Aplicar el TPM en todos los procesos de la organización, incluyendo diseño, desarrollo, ventas, compras, recursos humanos, etc.
- Implementar un sistema de gestión que se enfoque hacia la eliminación de las pérdidas antes de que estas ocurran, esto basándose en un análisis profundo y mejoras continuas en el ciclo de vida de los equipos.

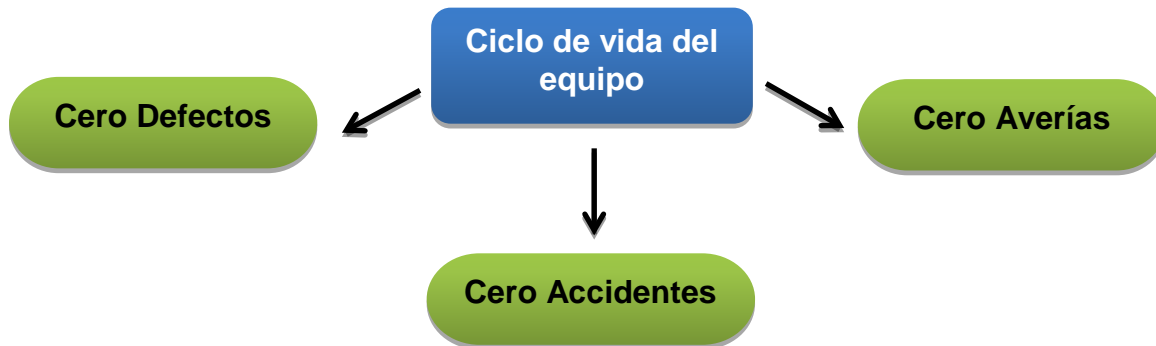
---

<sup>12</sup> ÁLVAREZ.LAVERDE, Humberto ¿Realmente que es TPM? [Online]. España. 2008. Disponible en Internet:

<<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf>>

<sup>13</sup> LLUIS CUATRECASAS. FRANCESCA TORRELL. TPM en un entorno Lean Management. Estrategia competitiva [online]. España: Profit Editorial, 2010. 31 p.

Ilustración 9. Mejoras en el ciclo de vida del equipo



Fuente: LLUIS CUATRECASAS. FRANCESCA TORRELL. TPM en un entorno Lean Management. Estrategia competitiva. España: Profit Editorial, 2010. 33 p.

**3.1.1 Objetivos del TPM<sup>14</sup>** La implementación del TPM en una organización busca alcanzar objetivos estratégicos, operativos y organizativos.

- **Objetivos Estratégicos** Desarrollar ventajas competitivas frente a la globalización y el entorno actual, debido a la maximización de la efectividad de todos los procesos de producción y de apoyo, a la flexibilidad y capacidad de respuesta, a la minimización de costos y a la gestión del conocimiento.
- **Objetivos Operativos** Eliminar la ocurrencia de fallos y averías, eliminar las pérdidas en el sistema productivo, mejorar la fiabilidad de los equipos, aumentar la calidad de los productos y utilizar la capacidad instalada.
- **Objetivos Organizativos** Fomentar espacios en donde los trabajadores puedan aportar ideas de mejoras, fortalecer el trabajo en equipo, crear un ambiente de trabajo creativo, productivo y agradable.

<sup>14</sup> Advanced Productive Solutions, S.L. TPM. Aspectos generales. [online]. 2008. Disponible en: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/definiciontpm.htm>>

**3.1.2 Pilares del Mantenimiento Productivo Total** El TPM tiene 8 pilares fundamentales que sirven como apoyo a la mejora continua de una organización. Estos pilares deben ser implementados de acuerdo a un proceso y una metodología estipulada con anterioridad, debe ser disciplinada, potente y efectiva. Estos pilares de apoyo son:

Pilar 1: Mejoras Enfocadas

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

Pilar 3: Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)

Pilar 4: Formación y entrenamiento

Pilar 5: Prevención del mantenimiento

Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)

Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas

Pilar 8: Seguridad Salud y Medio Ambiente

## **3.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO<sup>15</sup>**

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares básicos más importantes del TPM. Es una nueva cultura o filosofía organizacional en la cual los operarios realizan actividades de mantenimiento básico enfocadas hacia la prevención del deterioro natural, la eliminación del deterioro forzado de los equipos o cualquier otra actividad relacionada con mantenimiento que pretenda el funcionamiento eficiente de la planta.

Una de las características principales del Mantenimiento autónomo es que todo el personal que hace parte del proceso de producción participa en las actividades de mantenimiento. El papel que cumplen, tanto los operarios como los técnicos de

---

<sup>15</sup> JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. 4<sup>th</sup> edition. Tokyo, 1992. Capitulo 4

mantenimiento, ha retomado gran importancia dentro de las compañías siendo indispensable que cada trabajador ejerza un control autónomo de su propio puesto de trabajo y preserve individualmente su equipo.

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares más importantes del TPM porque fomenta el aprendizaje de los operarios y aprovecha el contacto que estos tienen con los equipos, durante el desarrollo de sus actividades de rutina, con el fin mantenerlos en las condiciones básicas necesarias para las cuales fueron diseñados. Se busca que los operarios se apropien de su máquina cuidándola y conservándola en buen estado por medio de actividades diarias de inspección, limpieza, lubricación y ajuste de tuercas y tornillos.

**3.2.1 Objetivos del mantenimiento autónomo**<sup>16</sup> Los objetivos principales del mantenimiento autónomo son:

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

**3.2.2 Preservación individual de los equipos** Uno de las metas principales del TPM es conservar la condición inicial de los equipos de la empresa evitando el deterioro forzado causado por anomalías. Es por esto que se hace necesario delegar cierto tipo de responsabilidades sobre los operarios, como rutinas de inspección, limpieza, lubricación y detección temprana de anomalías, con el fin de mantener los equipos en óptimas condiciones y asegurar el cumplimiento de los objetivos operativos del TPM.

---

<sup>16</sup> NACHI FUJIKOSHI CORPORATION AND JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. Training for TPM. A Manufacturing Success Story. Tokyo, Japan. 1986. 19 p.

El concepto de “yo opero, tu reparas” se ha convertido en una forma de pensar muy común la mayoría de las organizaciones, los operarios solo se dedican a producir las piezas y hacer chequeos de calidad, mientras que las demás actividades relacionadas con el mantenimiento de los equipos están a cargo solo del personal de mantenimiento. Es claro que el TPM busca eliminar esta gran diferencia que existe entre el personal de mantenimiento y los operarios de producción, con el ánimo de generar espacios de trabajo en equipo en donde todos se involucren y se enfoquen en un solo objetivo, la efectividad de los equipos.

La mayoría de los operarios tienden a pensar que las fallas de los equipos son responsabilidad única del personal encargado de realizar el mantenimiento. Por el contrario, esta responsabilidad también recae sobre los operarios, muchas de las fallas que se presentan en un equipo pueden evitarse si los operarios realizan actividades de limpieza, lubricación y ajuste por medio de estándares. De ahí, la necesidad de involucrar completamente a los operarios de producción en el proceso de implementación de una cultura organizacional basada en las herramientas del TPM.

**3.2.3 Expertos operadores de máquinas** El TPM no solo busca la conservación de los equipos, sino también ayuda a fortalecer los conocimientos, habilidades y competencias de los operarios con el fin de brindarles autonomía y responsabilidad en la toma de decisiones. Acorde con sus competencias los operarios deben estar en la capacidad de realizar un mantenimiento de rutina, lubricación, limpieza e inspección, desarrollando así su habilidad para detectar defectos.

De acuerdo con la filosofía del TPM, el operario debe estar en la capacidad de definir qué es normal o anormal en su máquina y tener argumentos suficientes para tomar decisiones pertinentes en caso de que se presente una anomalía.

Así mismo, cada operario debe adquirir ciertas habilidades necesarias a través de un entrenamiento continuo:

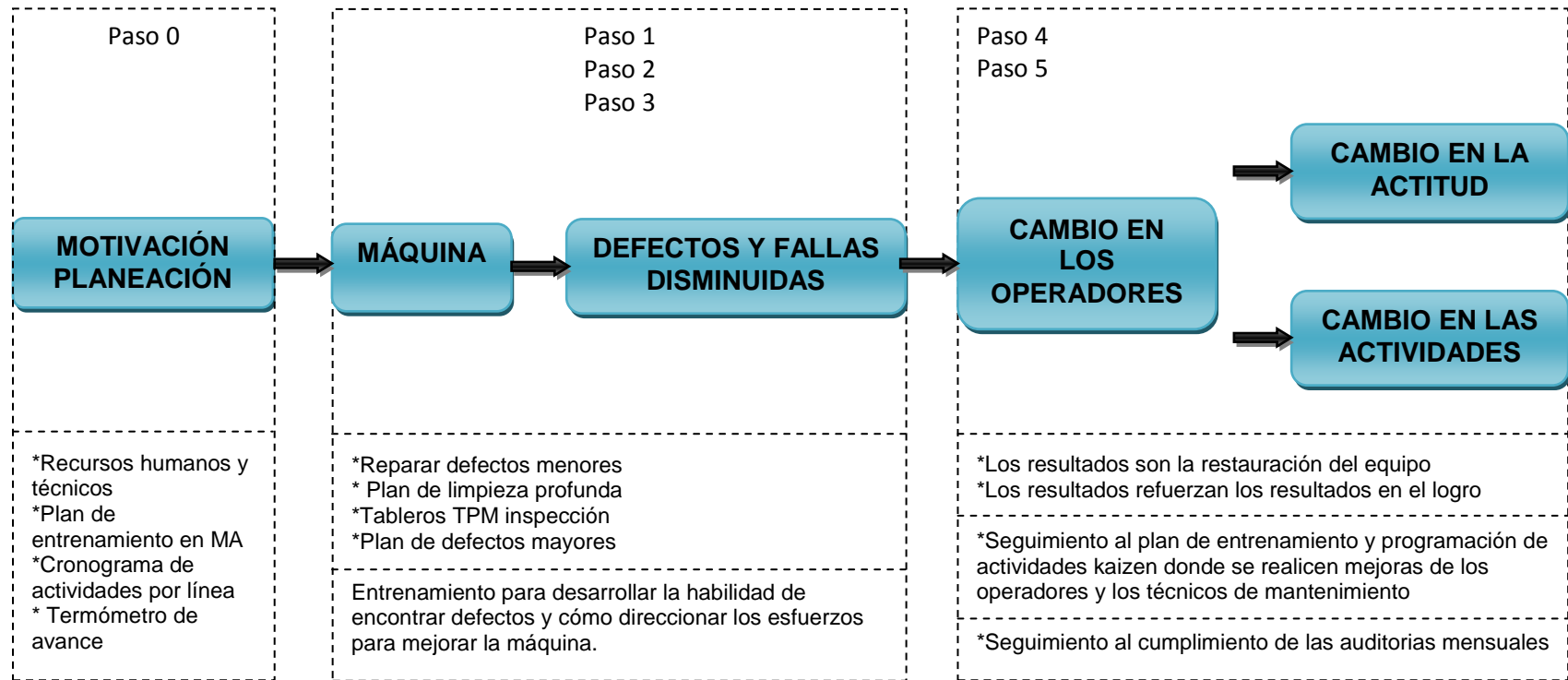
- Habilidad para encontrar y mejorar los defectos de su máquina
- Habilidad para entender la estructura de su equipo, sus funciones y encontrar las causas de las anomalías que se presenten.
- Habilidad para entender la relación que existe entre equipo y calidad, encontrando así posibles fallas que afecten la calidad del producto y sus causas.

**3.2.4 Conceptos de implementación** Debido al constante mejoramiento y aumento de la complejidad de las instalaciones, las funciones de mantenimiento han sido diversificadas gradualmente. Esto ha tenido como resultado una clara división entre la operación y el personal de mantenimiento, lo cual reduce la eficiencia de los equipos.

El mantenimiento autónomo tiene como propósito mejorar las diferencias entre los operarios y los técnicos de mantenimiento, utilizando como herramienta la filosofía de “cero defectos, cero fallas, cero perdidas”, aumentando así la eficiencia de los procesos productivos y la rentabilidad de la compañía. Todo esto puede llevarse a cabo sólo si todas las personas involucradas en el proceso productivo logran cambiar su forma de pensar y actuar, además de mejorar las condiciones de los equipos.

El proceso de implementación de un sistema de mantenimiento autónomo se lleva a cabo paso a paso como se muestra en la ilustración 10.

Ilustración 10. Pasos de Implementación del SMA



Fuente: NACHI FUJIKOSHI CORPORATION AND JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. Training for TPM. A Manufacturing Success Story. Tokyo, Japan. 1986. 22 p.

**3.2.5 Funciones generales de producción y mantenimiento** El personal de mantenimiento no debe adoptar una posición pasiva de “hacer solo lo que les digan que deben hacer”, muy seguramente recibirán una gran cantidad de órdenes de reparación en donde los operarios esperan una solución lo más pronto posible.

Tanto el personal de mantenimiento como los operarios deben entender la posición del otro y ayudarse mutuamente. Las metas de mantenimiento autónomo establecidas pueden alcanzarse solo cuando estas dos partes se colaboran entre sí y trabajan en equipo para aumentar la eficiencia de las máquinas. Las actividades de mantenimiento se dividen en dos:

- **Actividades de conservación** Son aquellas actividades enfocadas a la prevención y reparación de fallas en los equipos. Existen dos actividades principales de conservación que permiten el cumplimiento de los objetivos exitosamente: primero, el equipo debe mantener las condiciones básicas necesarias para su adecuada operación, y segundo, es necesario realizar mantenimiento de rutina, mantenimiento periódico, y mantenimiento predictivo a los equipos.

- **Actividades de mejora** Son aquellas actividades enfocadas hacia aumento de la vida útil de los equipos, a la disminución del tiempo medio de reparaciones y a la eliminación del mantenimiento. Entre estas actividades se encuentran: mantenimiento correctivo, el cual mejora la mantenibilidad y la confiabilidad de los equipos, y las mejoras continuas enfocadas a la prevención del mantenimiento, que tiene como objetivo diseñar equipos que no necesiten de mantenimiento.

**3.2.6 Actividades específicas del personal de producción** Los operarios de la planta deben realizar ciertas actividades de mantenimiento autónomo enfocadas hacia la conservación de los equipos.

Estas actividades se dividen en:

- Actividades para la prevención del deterioro.
- Actividades para medir el deterioro en los equipos.
- Actividades para disminuir el deterioro.

Es importante entender y tener en cuenta el propósito de cada una de estas actividades individualmente. El objetivo global del mantenimiento autónomo no puede ser alcanzado si alguna de estas actividades es descuidada.

✓ **Actividades para prevenir el deterioro**

- Operación correcta del equipo (prevención de errores humanos).
- Mejora de las condiciones básicas de limpieza, lubricación y ajuste.
- Ajuste en las principales actividades de operación, especialmente en la puesta punto y en la prevención de defectos de calidad.
- Prevención y detección temprana de anomalías.
- Registro de los datos de mantenimiento para prevenir que las fallas vuelvan a presentarse.

✓ **Actividades para medir el deterioro** (principalmente utilizando los cinco sentidos)

- Rutina de inspección diaria
- Inspección periódica por medio de estándares

✓ **Actividades para corregir el deterioro**

- Mejoras menores: reemplazo de repuestos y decisiones de emergencia cuando se presenten anomalías
- Notificación rápida de fallas y mal funcionamiento de los equipos al personal de mantenimiento
- Asistencia en reparaciones esporádicas

El mejoramiento de las condiciones básicas de limpieza, lubricación y ajuste, para la prevención del deterioro forzado, y la inspección de rutina de los equipos, para medir el deterioro natural, son unas de las actividades más importantes del operario dentro del sistema de mantenimiento autónomo. La participación de todos los operarios es esencial para la implementación efectiva de las actividades de prevención, medición y corrección del deterioro natural y forzado, esto debido a que son ellos quienes pasan largas horas operando los equipos y por ende aprenden a conocer la máquina profundamente.

**3.2.7 Actividades del personal de mantenimiento.** El personal de mantenimiento tiene la responsabilidad de cumplir con las siguientes actividades.

- **Actividades de mantenimiento principales de la planta** El personal de mantenimiento debe tener prioridad sobre el área en donde se requiera más conocimiento técnico, como por ejemplo mantenimiento periódico programado, mantenimiento predictivo, y mantenimiento correctivo. Además debe esforzarse en mejorar la mantenibilidad, operabilidad y seguridad de los equipos.

- **Soporte de las actividades de mantenimiento autónomo** Las actividades de prevención del deterioro son las más importantes en la implementación de un sistema mantenimiento autónomo, pero estas actividades son exitosas si el personal de mantenimiento proporciona la asistencia y la orientación necesaria para que los operarios lleven a cabo su labor. Los operarios pueden esperar las siguientes actividades de asistencia y orientación por parte de los técnicos de mantenimiento:

- Orientación acerca de la estructura y funcionamiento del equipo, nombre de las partes y partes que pueden ser desmontadas
- Orientación en lubricación y estándares

- Orientación en técnicas de inspección y preparación de estándares de inspección
- Solución rápida a órdenes de trabajo para corregir anomalías o lugares de difícil acceso
- Ejecución de actividades diarias como reuniones en la mañana, tareas requeridas de mantenimiento, etc.

**3.2.8 Condiciones básicas para mantenimiento autónomo** El mejoramiento de las condiciones básicas de los equipos es el componente más importante de las actividades de prevención de deterioro. La mayoría de fallas son resultado del deterioro de componentes del equipo que provocan paradas esporádicas e inesperadas.

El deterioro puede ser clasificado en, el deterioro natural, que disminuye el promedio de vida útil de los equipos, y el deterioro forzado, el cual es causado principalmente por errores humanos, falta de mantenimiento programado y acumulación de suciedad.

Mantener los equipos en condiciones ideales implica la eliminación de las causas del deterioro forzado y la ejecución rigurosa de las actividades de limpieza, lubricación, ajuste, mantenimiento y control. La eliminación del deterioro forzado por medio de actividades de limpieza (remover polvo, manchas y exposición de defectos potenciales) lubricación (prevenir desgastes e incendios eliminando fugas de aceite), y ajuste (impedir la pérdida de tuercas y tornillos), hace referencia a condiciones ideales de los equipos.

- **Situación ideal** La situación ideal representa aquellas condiciones en las cuales la función del equipo y sus propiedades son demostradas y sostenidas en el grado más alto.

Estas condiciones incluyen:

- Requerimientos necesarios: aquellas condiciones necesarias para la operación de los equipos.
- Condiciones suficientes: aquellas condiciones que no son indispensables para la operación de los equipos, pero no cumplirlas pueden causar problemas o deterioro acelerado.

Bajo parámetros de situación ideal, la limpieza e inspección de secciones individuales de los equipos facilita la detección, la corrección y el mejoramiento de las anomalías de los equipos, y previene pérdidas futuras.

### **3.3 PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO<sup>17</sup>**

**3.3.1 Paso 1: Limpieza e Inspección** El objetivo principal de este paso es conseguir que los operarios detecten fallas en los equipos, por medio de la limpieza, bajo el lema de “Limpiar es inspeccionar”. Es importante que cada operario tenga claro el papel que juega la limpieza del equipo dentro del sistema de mantenimiento autónomo.

La limpieza implica remover suciedad, polvo, manchas de aceite, residuos y cualquier otra sustancia externa. Por medio de estas actividades de limpieza muchos defectos como fugas, pérdidas, daños, etc., quedarán expuestos a la visibilidad tanto de los operarios como de los técnicos de mantenimiento.

---

<sup>17</sup> JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. 4<sup>th</sup> edition. Tokyo, 1992. Capítulo 4

No se puede asumir que la limpieza ha sido realizada exitosamente sólo si la apariencia exterior de la máquina queda reluciente, muchos problemas son consecuencia de limpieza insuficiente. Es muy común actualmente que la mayoría de los casos de detección de defectos se presentan cuando la limpieza se aplica a cada parte del equipo. Los puntos a tener en cuenta en la limpieza son:

- Elementos de protección personal para realizar la limpieza
- Los operadores deben incluir la limpieza como parte de su propio trabajo.
- Limpiar toda la suciedad acumulada por muchos años.
- Abrir tapas y zonas cubiertas que no sean visibles y remover toda la suciedad de cada una de las parte del equipo.
- Remover la suciedad no solo de la máquina, sino también de todos los equipos auxiliares.
- No abandonar los planes de limpieza ya que el equipo estará sucio y manchado en muy poco tiempo. Por lo contrario, establecer cuanto tiempo después de la limpieza el equipo estará otra vez sucio y así programar jornadas de limpieza periódicas.

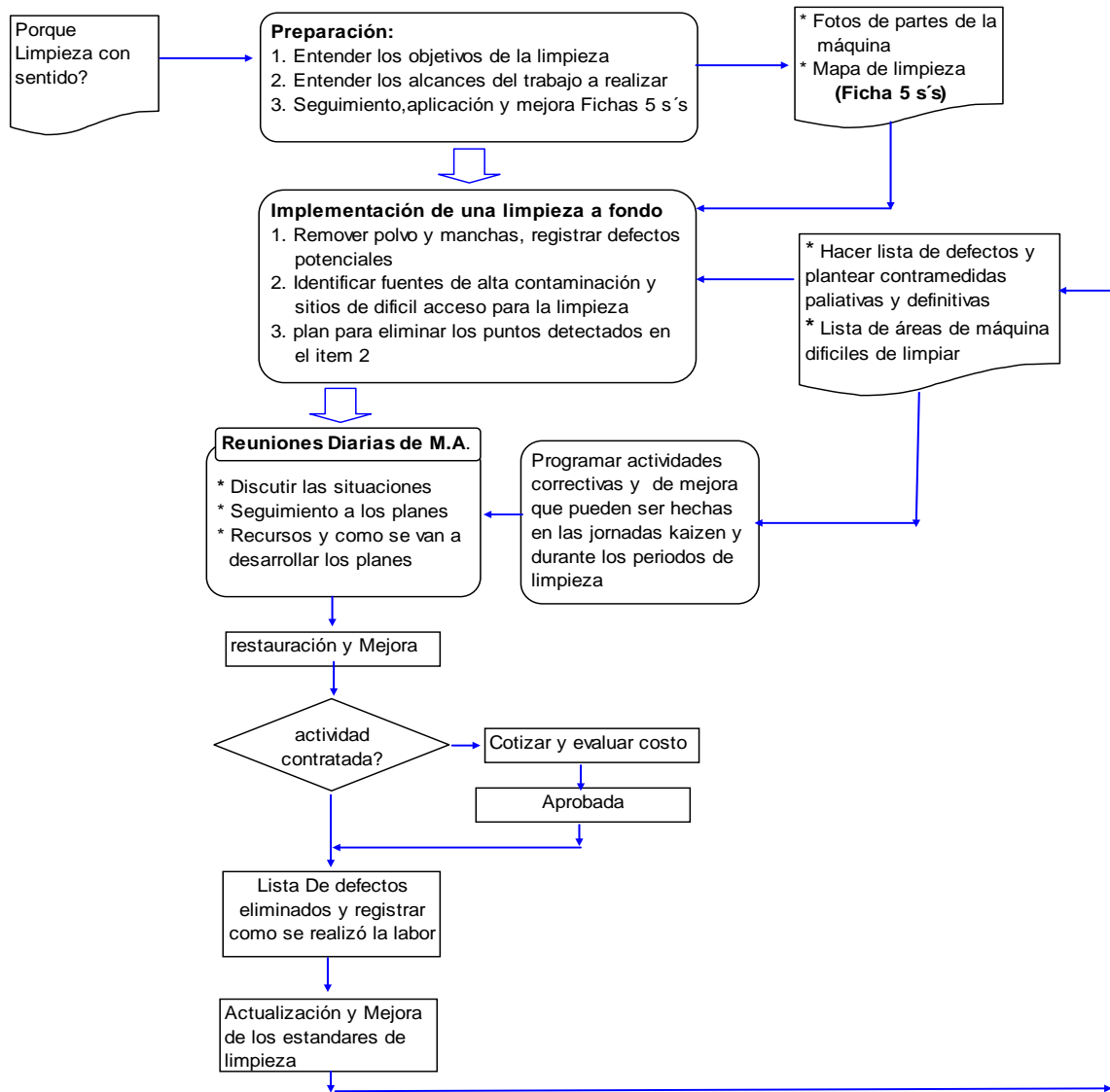
Es importante que los operarios aprendan a detectar anormalidades en los equipos. Son necesarias capacitaciones, ofrecidas por los técnicos de mantenimiento a los operarios, en temas relacionados con el mantenimiento autónomo para profundizar sus conocimientos.

Durante la limpieza se pueden detectar defectos por medio de la inspección utilizando los sentidos, realizando actividades como, ver, tocar, oír, mover el equipo y observar los movimientos durante la operación.

La mejor estrategia para encontrar defectos en los equipos es hacer una lista de chequeo en donde se expongan los diferentes puntos críticos de la máquina, verificando que todo se encuentre en orden.

Los factores a verificar en la lista de chequeo deben ser seleccionados teniendo en cuenta el estado de la máquina y su funcionamiento, incluyendo lugares en donde es difícil limpiar y factores externos que puedan influir en el desempeño del equipo, etc.

Ilustración 11. Diagrama de implementación del paso 1



Fuente: JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. *New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries*. 4<sup>th</sup> edition. Tokio, 1992. 220 p.

Por otra parte, una de las alternativas para controlar las anomalías encontradas en los equipos son las tarjetas de defectos, las cuales muestran la información necesaria para manejar y controlar los puntos críticos del equipo y evidenciar las fallas presentadas. Existen dos tipos de tarjetas, las blancas, las cuales muestran anomalías que pueden ser tratadas por los mismos operarios dentro de sus funciones de mantenimiento autónomo; y las rojas, las cuales muestran las anomalías en las cuales se necesita intervención técnica de parte del personal de mantenimiento.

**3.3.2 Paso 2: Mejoras Continuas** Este paso está diseñado para eliminar la causa raíz de los defectos encontrados y mejorar aquellos lugares en donde la limpieza y la lubricación son difíciles de llevar a cabo o se realizan por fuera del tiempo objetivo establecido.

Además, se deben desarrollar o profundizar las capacidades de los operarios y de esta manera otorgarles confianza en sí mismos para que planteen soluciones de mejora, incluso en un nivel de conocimiento más alto.

En esta etapa las causas de las fugas o manchas son eliminadas de raíz. Una fuga por ejemplo, puede ser corregida cambiando las tuberías del sistema, o las constantes manchas de aceite pueden eliminarse ajustando la cantidad de lubricante evitando lubricaciones excesivas. En el caso de lugares difíciles de limpiar, una de las soluciones puede ser reformar el orificio de acceso o bien sea crear uno nuevo.

El factor más importante para la implementación del paso de mejoras continuas, es la creación una cultura de mantenimiento autónomo entre los operarios. Entre más esfuerzo realicen los operarios limpiando durante el paso 1, más ganas tendrán de prevenir los problemas en los equipos que causan ese esfuerzo.

Las acciones que los operarios deben tomar una vez sean identificadas fuentes de suciedad son:

- Considerar cómo eliminar la ocurrencia del problema.
- Minimizar ocurrencia
- Encontrar la manera de evitar las fluctuaciones

Algunos problemas son generados inevitablemente de acuerdo con el proceso y no puede ser eliminada su ocurrencia. En este caso es recomendable:

- Reducir el volumen de los problemas presentados
- Evitar su expansión

**3.3.3 Paso 3: Trabajo Estandarizado** El objetivo principal de este paso es aumentar la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos preparando unos estándares de limpieza provisionales, revisando de las condiciones de lubricación, mejorando los defectos y los puntos de dificultad para la inspección y lubricación. Estos estándares son temporales y son utilizados para detectar defectos y así poder implementar mejoras.

**3.3.4 Preparación de Estándares de Lubricación** Para elaborar los estándares temporales de lubricación es necesario tener en cuenta:

- Identificar los puntos que deben ser lubricados. se recomienda dibujar un diagrama o ruta de lubricación con el fin de identificar las partes de la máquina que deben ser lubricadas. También, se debe elaborar una tabla de identificación de puntos de lubricación con el fin de que todos los operarios cuenten con un instructivo de lubricación a seguir.
- Cantidad de lubricante. Revisar si la cantidad de consumo de lubricante por semana o por día es la adecuada, y si el consumo en cada lubricación es apropiado.

- Revisar la tubería del sistema de lubricación. Verificar si existe alguna zona hundida o con obstáculos en la tubería o alguna fuga de lubricante.
- Si no existe un control en el tipo de lubricante a utilizar y esto no depende del tipo de máquina, es necesario minimizar los tipos de lubricantes utilizados para poder estandarizar el proceso.
- Método de lubricación. Existen diferentes métodos de lubricación, es por esto que es importante elaborar una OPL (one point lesson) con el fin de que todos los operarios lleven a cabo el proceso de lubricación de la misma manera.

Muchos defectos y anomalías en la lubricación pueden ser descubiertos durante el proceso de revisión de puntos de lubricación, revisión de la tubería del sistema y la inspección basada en los estándares temporales de lubricación. El mejoramiento de estos puntos debe ser realizado lo más pronto posible. Una vez se realicen todas las mejoras necesarias en el sistema de lubricación, y el tiempo objetivo de lubricación sea alcanzado, los estándares temporales de limpieza e inspección y lubricación deben ser unificados.

Otra estrategia de control para el proceso de lubricación es el control basado en colores, el cual facilita la inspección mientras se previenen los errores de lubricación, como por ejemplo aplicación de un tipo de lubricante diferente. En este caso, etiquetas de lubricación que muestren los tipos de lubricantes y el ciclo de lubricación deben ser pegadas en las máquinas, además de ubicar líneas que muestren los límites del volumen adecuado de lubricante. Es también necesario implementar estaciones de lubricación, con el fin de eliminar acciones innecesarias que ocasionen pérdidas de tiempo y facilitar el sistema de lubricación.

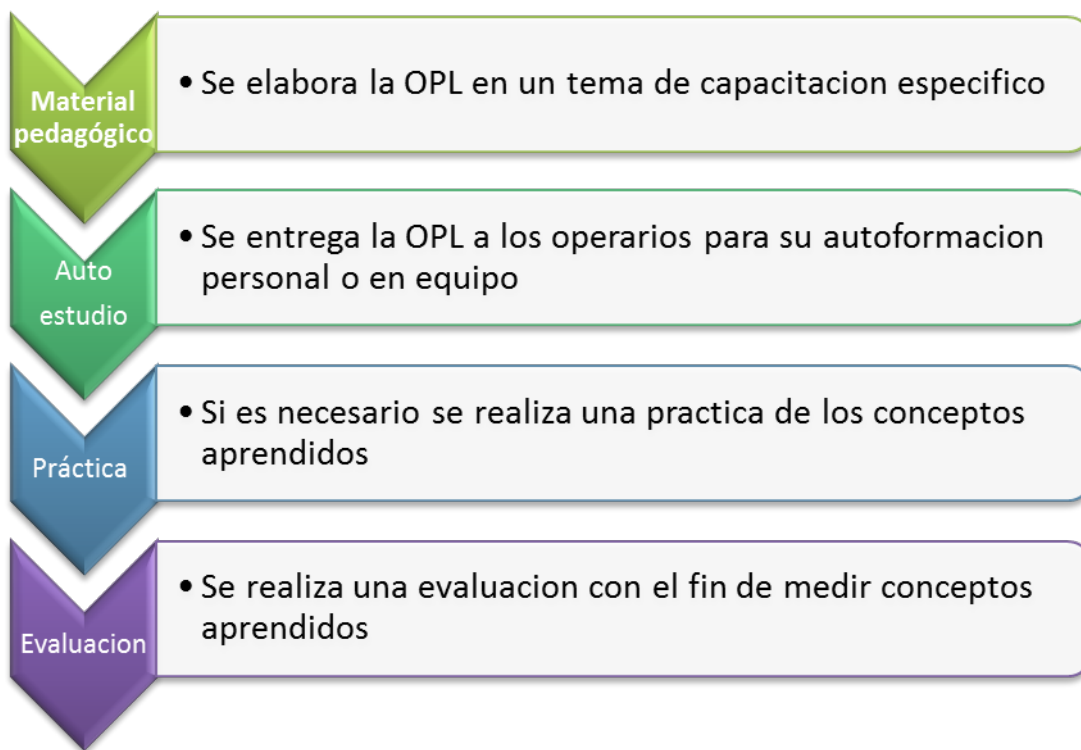
## 4. HERRAMIENTAS DE APOYO UTILIZADAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Durante el proceso de implementación se utilizaron diferentes tipos de herramientas de apoyo con el fin asegurar el éxito del proyecto. Estas herramientas serán detalladas a continuación.

### 4.1 OPL – ONE POINT LESSON

Es una herramienta de capacitación diseñada para: transmitir conocimiento de una persona a otra, crear conocimiento y conservar el conocimiento. En la ilustración 12 se puede observar el proceso de capacitación vía OPL.


*Ilustración 12. Proceso de capacitación vía OPL*



*Fuente: Autor del proyecto*

Las OPL son elaboradas generalmente por algún miembro del equipo líder de mantenimiento autónomo, por medio de elementos visuales como fotos, imágenes o dibujos, se transmite información a los operarios acerca diferentes temas relacionados con mantenimiento básico. En la ilustración 13 se muestra un ejemplo del uso de esta herramienta de capacitación que sirve de apoyo en la mayoría de las actividades TPM.

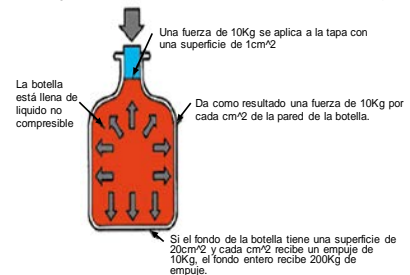
Ilustración 13. Ejemplo de OPL

 TRANSEJES COLOMBIA		Preparó: Sergio Ontiveros Aprobó: Víctor Campillo Fecha: 26 de julio del 2011	CÓDIGO MJF - 009 - 4	PAGINA 2 DE 2			
<b>One Point Lesson</b>		Tema: <b>¿QUÉ ES PRESIÓN?</b>	<input type="checkbox"/> Acción Correctiva <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/> Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación				
Revisado por: Vanesa Badillo		Fecha Revisión: Julio del 2011	No de Revisión: Liberado				
MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	T.P.M.	PRODUCCIÓN PROCESOS	FORMACIÓN CORPORATIVA

**5 LEY DE PASCAL**

La presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.



Una fuerza de 10Kg se aplica a la tapa con una superficie de 1cm<sup>2</sup>

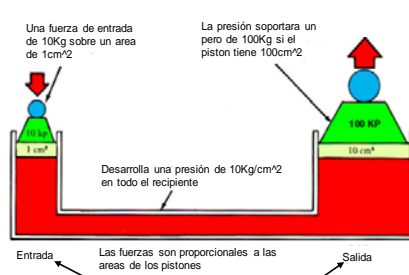
La botella está llena de líquido no compresible

Da como resultado una fuerza de 10Kg por cada cm<sup>2</sup> de la pared de la botella.

Si el fondo de la botella tiene una superficie de 20cm<sup>2</sup> y cada cm<sup>2</sup> recibe un empuje de 10Kg, el fondo entero recibe 200Kg de empuje.

El líquido es prácticamente incompresible y transmite la fuerza aplicada al tapón, a todo el recipiente; el resultado es la fuerza considerablemente mayor sobre un área superior a la del tapón. Así es posible romper el fondo de la botella empujando el tapón con una fuerza moderada.

**6 APLICACIÓN DE LA LEY DE PASCAL EN LA PRENSA HIDRAULICA**



Una fuerza de entrada de 10Kg sobre un área de 1cm<sup>2</sup>

La presión soportara un peso de 100Kg si el pistón tiene 100cm<sup>2</sup>

Desarrolla una presión de 10Kg/cm<sup>2</sup> en todo el recipiente

Entrada      Salida

Las fuerzas son proporcionales a las áreas de los pistones

$10\text{Kg} / 1\text{cm}^2 = 100\text{Kg} / 10\text{cm}^2$

A la entrada del sistema se aplica una fuerza de 10Kg sobre un pistón con área de 1cm<sup>2</sup>; esta presión se transmite por todo el sistema y se aplica sobre el área del pistón 2 que tiene un área de 10cm<sup>2</sup>, permitiendo así que se levante un peso de 100Kg.

Fuente: Autor del proyecto

## 4.2 TRABAJO ESTÁNDAR

Los estándares de operación son una herramienta fundamental en la metodología TPM que busca implementar un orden sistemático en muchas de las actividades. El objetivo principal es lograr que aquellas actividades que son repetitivas en cierto periodo de tiempo, sean cada vez ejecutadas con la misma metodología siguiendo un conjunto de pasos allí especificados. Esto nos permite eliminar algunas perdidas que se presentan a diario, como tiempos muertos, ineficiencia en las actividades, desperdicios, etc.

Esta es una herramienta clave en el proceso de implementación ya que nos ayuda a lograr disciplina y una cultura organizacional que motiva a las personas que intervienen en el proceso. La metodología a seguir para realizar trabajo estándar consta de cuatro etapas:

- La primera es la etapa Kaizen en donde se realiza una jornada de limpieza, 5 s y mejoras, que nos sirve para visualizar el puesto de trabajo y las actividades que se realizan en cada operación. De ahí obtenemos como resultado un diagnóstico del puesto de trabajo sobre el cual se elabora un plan de mejoras.
- La segunda etapa corresponde al desarrollo de los estándares de operación, los cuales son el resultado de una observación y la mejora del puesto de trabajo.
- La tercera etapa es la etapa de entrenamiento, la cual consiste en la oficialización de los estándares de operación y el entrenamiento de los operarios en la fábrica sobre el uso de las fichas estándar de trabajo.

- La cuarta etapa llamada “mantenimiento de estándares” se fundamenta en realizar cambios continuos en las fichas de trabajo estándar con el fin de mejorar la secuencia sistemática de las actividades.

### 4.3 HERRAMIENTA DE LAS 5 S's

Las 5 s es un método de gestión referida al mantenimiento integral de la empresa, que está basado en cinco principios fundamentales cuyas palabras, en japonés, comienzan con la letra s. Debido a su sencillez y efectividad, su aplicación obtiene excelentes resultados en el proceso: mejora la calidad de los productos, elimina los tiempos muertos, y reduce los costos.

Cada palabra tiene un significado importante en la búsqueda de un puesto de trabajo ordenado, limpio y con las condiciones de seguridad necesarias para su eficiente operación.

- **Seiri / Clasificar** Significa eliminar del puesto de trabajo todas las herramientas que no son necesarias para realizar la labor. Es muy común que el puesto de trabajo contengan elementos que no agregan valor al proceso productivo y solo logran aumentar los costos y congestionar el puesto de trabajo.
- **Seiton / Ordenar** Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado, esto es, ubicarlos en lugares de fácil y rápido acceso de acuerdo con la frecuencia de uso durante la operación.
- **Seiso / Limpiar** Significa remover toda clase de suciedad del puesto de trabajo e inspeccionar el equipo en busca de fallas o anomalías. Está comprobado que la limpieza está relacionado directamente con el buen funcionamiento de los equipos y la calidad del producto.

- **Seiketsu / Estandarizar** Es el principio que nos permite mantener los logros obtenidos durante las tres primeras “s”. Implica elaborar estándares de limpieza e inspección para realizar actividades de monitoreo continuo, y asegurar el cumplimiento de los logros planteados.
  
- **Shitsuke / Disciplina** Significa fomentar una cultura organizacional en donde se exista el habito de utilizar los estándares de limpieza como herramienta principal para el mantenimiento integral del puesto de trabajo.

## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

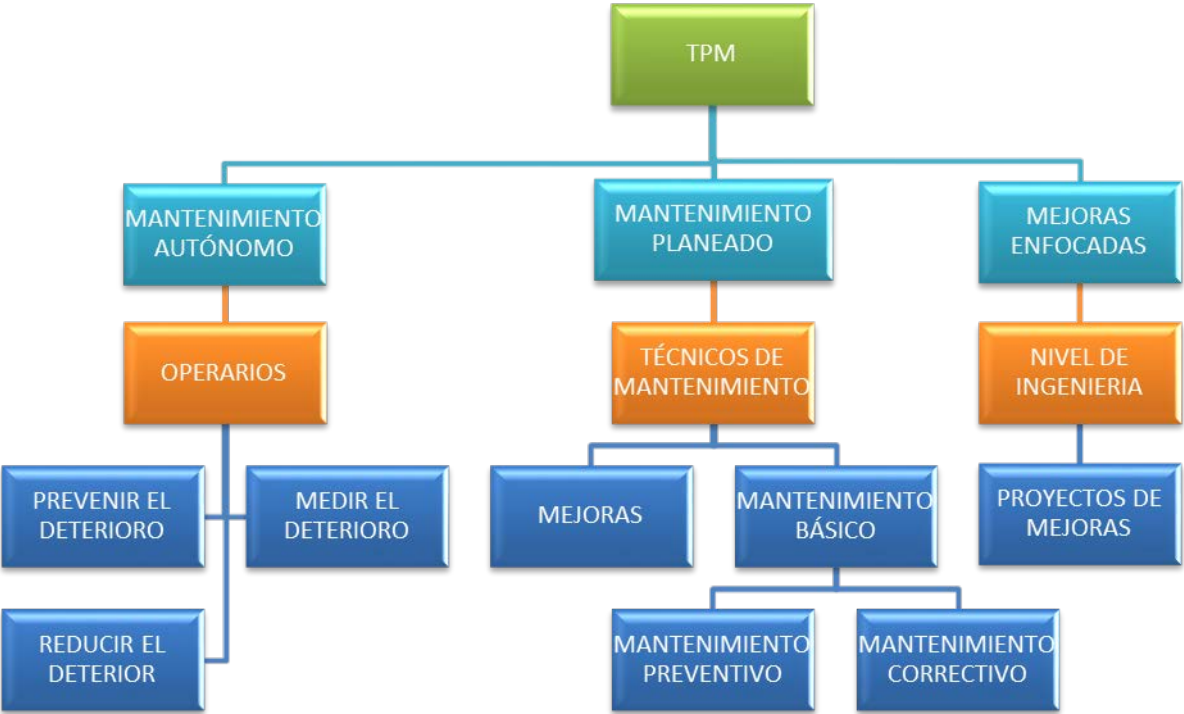
Para dar inicio al proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo fue necesario elaborar un plan maestro de ejecución para la línea de juntas fijas, en el cual se describe paso a paso todas las actividades del proceso. En el plan de ejecución se encuentra la descripción detallada de cada actividad, así como los responsables, participantes, recursos a utilizar y tiempo de implementación. Además de esto, con el objetivo de crear una ayuda visual en el proceso de implementación se elaboró un mapa de procesos en donde se muestra detalladamente cada una de las actividades de la implementación.

El plan maestro de ejecución fue elaborado teniendo en cuenta las necesidades del proceso productivo, las necesidades de los operarios y los requerimientos de DANA TRANSEJES COLOMBIA. La etapa de planeación tuvo una duración aproximada de 40 días, en la cual se recolectó y analizó información sobre el TPM y el pilar de mantenimiento autónomo con el fin de establecer los parámetros claves en el proceso de implementación e identificar las fortalezas y debilidades de la cultura organizacional.

Con el fin de dar a conocer el proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo y generar expectativa entre los trabajadores, se publicó el plan maestro de ejecución y el mapa de procesos en la cartelera del área de mantenimiento, y se dio libertad al personal para realizar cambios o hacer sugerencias respecto a estos. Es fundamental tener en cuenta la opinión de todo el personal que se encuentra involucrado directamente en el proceso de implementación, y además, fomentar la participación activa de cada uno de ellos.

El departamento de mantenimiento de la compañía estaba enfocado hacia el mantenimiento planeado y el mantenimiento correctivo. Con el fin de dar un nuevo direccionamiento al área de mantenimiento y cumplir con los requerimientos de la filosofía del TPM, se decidió incluir el mantenimiento autónomo en el esquema organizacional del departamento de mantenimiento. Después de analizar toda la información recolectada, el esquema del departamento de mantenimiento quedó establecido según la ilustración 14.

Ilustración 14. Esquema Organizacional de Mantenimiento



Fuente: Autor del proyecto

En la primera rama del TPM encontramos el mantenimiento autónomo, el cual encierra todas aquellas actividades de inspección y limpieza realizadas por los operarios con el fin de prevenir, medir y reducir el deterioro forzado en los equipos.

El mantenimiento planeado, a cargo de los técnicos y operarios de mantenimiento, es aquella rama que se enfoca en la prevención y reparación de fallas evitando las paradas en las máquinas. Y por último, la rama de mejoras enfocadas hace referencia a todos los proyectos de nivel de ingeniería en los cuales el objetivo principal es el mejoramiento continuo de los equipos.

Antes de dar inicio a la implementación del sistema de mantenimiento autónomo, es necesario crear “grupos autónomos de trabajo”. Estos grupos son los actores principales del mantenimiento autónomo ya que son ellos quienes realizan las actividades de mantenimiento básico enfocadas hacia la prevención y eliminación del deterioro. Los Grupos autónomos fueron definidos por celda de trabajo y están compuestos por el operario del turno uno, el operario del turno dos y el operario del turno tres. Lo importante de esto, es que los operarios pertenezcan al grupo autónomo de trabajo correspondiente a la máquina que opera diariamente, esto con el fin de aprovechar el conocimiento que poseen sobre el equipo y el tiempo que comparten con este todos los días.

La metodología de implementación del sistema de mantenimiento autónomo utilizada se puede observar de manera muy global en la ilustración 15.

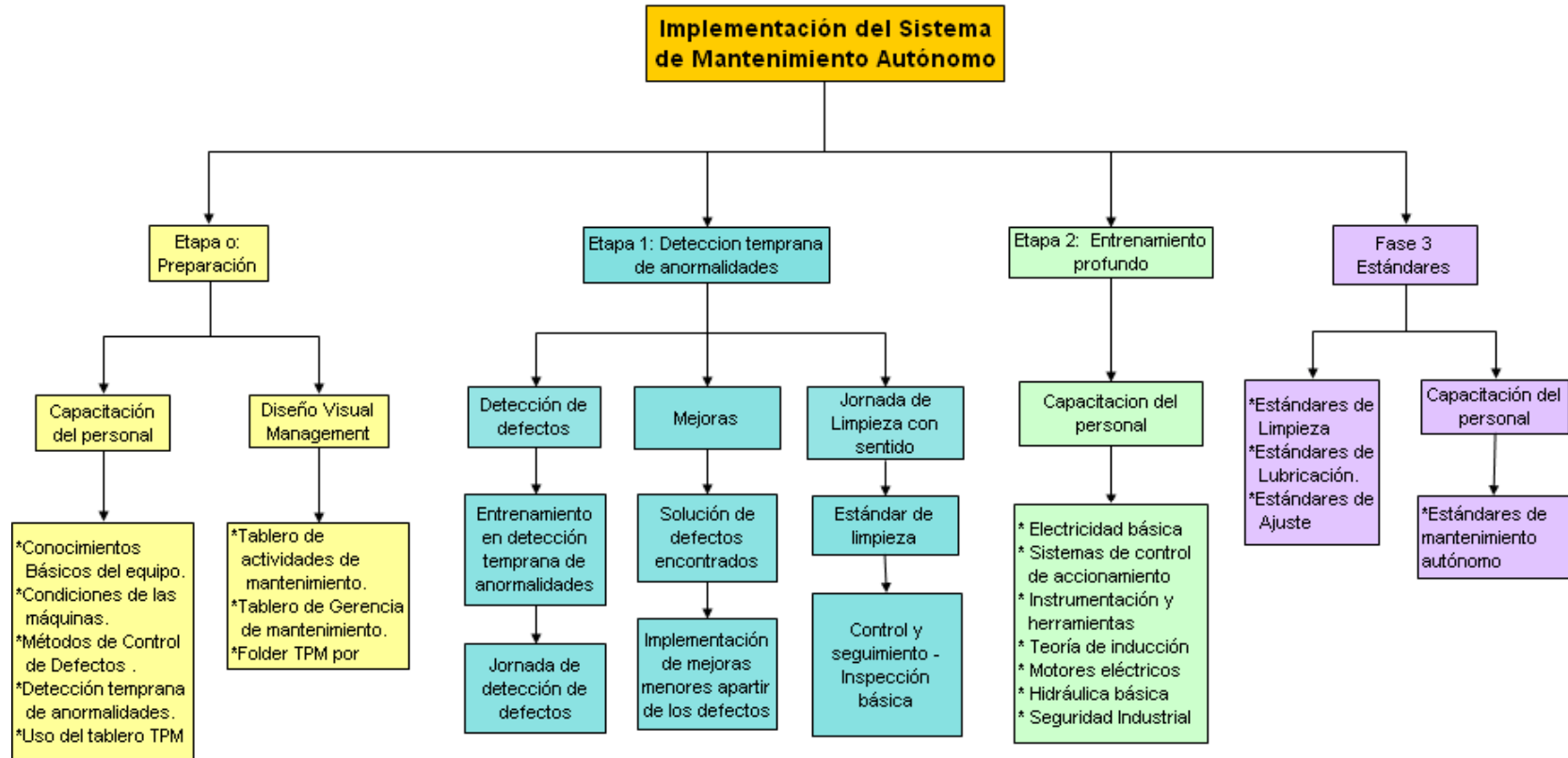
## **5.1 LANZAMIENTO GLOBAL**

El lanzamiento oficial del sistema de mantenimiento autónomo se realizó mediante una ceremonia llamada “kickoff”<sup>18</sup>, en la que participaron todos los miembros de la línea de juntas fijas, incluyendo los operarios, LET’s, coordinador de línea, técnicos de métodos y tiempos, personal de mantenimiento, gerente de planta, etc.

---

<sup>18</sup> JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. 4<sup>th</sup> edition. Tokyo, 1992. 31 p.

Ilustración 15. Metodología de Implementación



Fuente: Autor del proyecto

El lanzamiento global estuvo a cargo del coordinador del área de mantenimiento quien explicó el plan maestro de ejecución, el mapa de procesos de la implementación del mantenimiento autónomo para la línea de juntas fijas, y se dieron a conocer los principales conceptos del TPM, la visión estratégica y el pilar de mantenimiento autónomo. Además de esto, el presidente de la compañía entregó a cada uno de los operarios y LET's\* un diploma (ver ilustración 16) otorgándoles la responsabilidad de colaborar con las actividades de mantenimiento autónomo, y asignando a cada uno su máquina.

*Ilustración 16. Diploma de Operarios*



*Fuente: Autor del proyecto*

Es esencial que la alta gerencia participe activamente en el lanzamiento global, que tenga un compromiso fuerte con la implementación del sistema y lidere las actividades de mantenimiento autónomo, aun así cuando sabemos que el mantenimiento autónomo es un sistema dirigido para los operarios de la planta, es de gran impacto que todos, incluyendo la gerencia, se involucren en el proceso y muestren todo su apoyo y sentido de pertenencia durante todas las actividades.

---

\* LET. Líder de equipo de trabajo

El día del lanzamiento global es uno de los acontecimientos más importantes de la implementación del mantenimiento autónomo ya que la alta gerencia confirma su completo apoyo con el nuevo cambio al que se enfrentará la compañía. En DANA TRANSEJES COLOMBIA la agenda del día de la ceremonia kickoff se desarrolló de la siguiente manera:

- El coordinador de mantenimiento anunció los objetivos principales del mantenimiento autónomo y explicó los conceptos principales de la filosofía del TPM.
- El presidente de la compañía expresó su opinión acerca del sistema de mantenimiento autónomo y ofreció su apoyo y aprobación para el proceso de implementación.
- El gerente de planta se dirigió a los operarios con el ánimo de motivarlos y generar sentido de pertenencia. Expresó su opinión y reitero su activa participación dentro del nuevo sistema a implementar.
- El presidente de la compañía y el gerente de planta, entregaron a los operarios de la línea de juntas fijas los diplomas que los acreditan como participantes activos y fundamentales dentro del sistema de mantenimiento autónomo.

*Ilustración 17. Lanzamiento Global*



*Fuente: Autor del proyecto*

## 5.2 ETAPA 0: PREPARACIÓN

Esta fue una etapa muy importante en la que se entrenó al personal y se prepararon todos los documentos necesarios para llevar a cabo la detección de defectos, la limpieza con sentido y la estandarización.

En esta fase de preparación se definieron los objetivos del mantenimiento autónomo, se seleccionó la celda modelo en el cual se realizó la primera práctica, y se desarrolló el programa de entrenamiento necesario para el inicio de las primeras actividades. Debido a las necesidades de la línea, se escogió la celda 5 como la celda modelo para la implementación, ya que la máquina templadora por inducción FDF, es la restricción del proceso productivo.

El objetivo de la preparación no es solo entrenar a los operarios en diferentes temas, sino también, aumentar la motivación de los operarios y romper la resistencia al cambio. La resistencia frente al cambio puede presentarse de diferentes formas, por ejemplo, es común encontrar casos en los cuales los operarios de producción prefieren dividir las tareas de la manera más convencional, ellos operan la máquina y los de mantenimiento la reparan. Además, existe cierta creencia en los operarios de que las actividades de mantenimiento autónomo incrementan la carga de trabajo, mientras que el personal de mantenimiento puede tomar una posición escéptica sobre la capacidad de los operarios para realizar actividades de mantenimiento básico. La fase de preparación consta de cinco pasos básicos los cuales serán explicados a continuación.

**5.2.1 Sistema de Gerencia Visual** El sistema de gerencia visual pretende facilitar el seguimiento de las actividades de mantenimiento autónomo en cada puesto de trabajo o celda.

Los objetivos principales del sistema visual de gestión son:

- Facilitar la concentración en los objetivos establecidos
- Ayudar a evaluar el progreso
- Permitir conversar sobre aspectos concretos
- Mejorar el compromiso con los objetivos
- Identificar responsables de las acciones

Como primera medida, es necesario definir qué herramientas de gerencia visual serán utilizadas en la implementación del mantenimiento autónomo. Se deben establecer las características principales de las herramientas de gerencia visual, tales como las medidas, colores, tamaño, ubicación, etc. En DANA se acordó implementar un “Tablero de Gerencia Visual” en el cual se muestran los resultados obtenidos durante el proceso de implementación. Las características principales del tablero de gerencia visual fueron aprobadas por el coordinador de mantenimiento y el gerente de planta, el color fue elegido de acuerdo a las políticas empresariales, las cuales señalan que el color naranja hace referencia a gerencia visual en toda la planta, y el tamaño del tablero se estableció teniendo en cuenta el espacio y la ubicación de estos en cada puesto de trabajo. En el tablero de gerencia visual se despliega la siguiente información:

✓ **Información del grupo autónomo de trabajo** Es necesario tener información básica, sobre cada grupo autónomo de trabajo, para mostrar y destacar el trabajo de los operarios durante el proceso, esta información fue recolectada por medio de una encuesta realizada a los operarios (ver anexo 2). El formato de encuesta fue aprobado por el coordinador de mantenimiento y estandarizado, lo que significa que hace parte del conjunto de documentos que serán utilizados de igual manera en la implementación del sistema en las demás líneas de producción. Además de esto, se tomó un registro fotográfico de cada uno de los operarios y se publicó en el folder TPM de cada celda, tal como aparece en la ilustración 18.

Ilustración 18. Información Grupo Autónomo



Fuente: Autor del proyecto

✓ **Información básica del equipo** Además de la información sobre el grupo autónomo de trabajo, es preciso mostrar información acerca de las máquinas que están bajo la responsabilidad de éste. Se hizo una breve descripción de las máquinas de cada celda de trabajo (ver ejemplo ilustración 19), incluyendo registros fotográficos y la evaluación de criticidad de cada una de ellas, y se publicó de igual manera en el folder TPM.

Ilustración 19. Información de Máquinas



Fuente: Autor del proyecto

✓ **Documentación** Otro factor importante dentro del sistema de mantenimiento autónomo, es la documentación. Con base en las necesidades del sistema de mantenimiento autónomo, se diseñaron 4 formatos para la gestión de la información. Estos formatos son:

- Registro de defectos (anexo 3)
- Registro de áreas de difícil acceso (anexo 4)
- Formato de mejoras (anexo 5)
- Asistencia de reuniones TPM (anexo 6)

Estos formatos fueron aprobados por el coordinador de mantenimiento y fueron estandarizados como documentación oficial del sistema de mantenimiento autónomo de DANA TRANSEJES COLOMBIA.

✓ **Indicadores** Teniendo en cuenta que los indicadores son una herramienta de gestión que facilita la toma de decisiones y permite medir el éxito y desempeño de un proyecto, se definieron los siguientes indicadores para Dana Transejes Colombia:

- Paradas de máquina
- Defectos encontrados y solucionados
- OPL
- MTBF (Mean Time Between Failures)
- MTTR (Mean Time To Repair)

El indicador MTBF y MTTR ya habían sido establecidos en DANA TRANSEJES COLOMBIA, sin embargo, debido a su elevada relación con el mantenimiento autónomo, se decidió retomar esta información para objeto de análisis de resultados del sistema de mantenimiento autónomo.

Para que los indicadores de mantenimiento autónomo fueran útiles y efectivos, se establecieron las siguientes características:

- El indicador debe tener relación directa con los objetivos del sistema de mantenimiento autónomo.
- El indicador no debe incidir en costos excesivos para su implementación
- El indicador debe estar claramente definido, asegurar su correcta recopilación y justa comparación.
- Debe ser fácil de comprender y usar, esto debido a que el mantenimiento autónomo es un sistema enfocado hacia los operarios.
- Debe ser comparable, es decir que permita comparar sus valores a lo largo del tiempo

Con el fin de realizar un adecuado seguimiento a la eficacia en la implementación del sistema de mantenimiento autónomo, se hizo necesario asignar metas y objetivos a cada uno de estos indicadores. En la tabla número 1, se relacionan cada uno de los indicadores con sus objetivos para medir el desempeño del nuevo sistema.

✓ **Folder de entrenamiento estándar** Para llevar a cabo el plan de entrenamiento de los operarios, fue preciso crear un folder de entrenamiento estándar en el cual archivar la matriz de conocimientos y habilidades de los operarios y la lista de chequeo para verificar el cumplimiento de cada ítem de entrenamiento. Ver ilustración 20.

La matriz de conocimientos y habilidades es una herramienta que muestra las destrezas y conocimientos adquiridos por los operarios a lo largo del proceso de entrenamiento. La lista de chequeo de entrenamiento estándar es una herramienta de apoyo que sirve para monitorear y controlar el proceso de preparación y capacitación de los operarios. En el anexo 7 y 8 se pueden observar las herramientas de monitoreo de entrenamiento estándar para los operarios.

Tabla 1. Matriz de Indicadores del Sistema de Mantenimiento Autónomo

INDICADOR	OBJETIVO	FORMULA	SENTIDO	UNIDAD	FRECUENCIA	METAS
PARADAS DE MÁQUINA	Determinar el número de horas de paradas de máquina en determinado periodo de tiempo	$\sum \text{Horas de paradas de máquina}$	Descendente	Horas	Mensual	Permitido máximo el 20% de la capacidad disponible .
OPL's	Determinar el número de OPL generadas durante un periodo de tiempo	$\sum \text{Número de OPL}$	Ascendente	OPL	Mensual	Generar OPL hasta cumplir con el plan de entrenamiento para operarios
DEFECTOS SOLUCIONADOS	Determinar el porcentaje de solución de defectos encontrados	$\frac{\sum \text{Defectos Solucioinados}}{\sum \text{Defectos Encontrados}}$	Ascendente	%	Mensual	80 % de los defectos encontrados deben ser solucionados
MTBF	Determinar el tiempo medio entre las fallas	$MTBF = \frac{\text{Tiempo dispobible} - \text{Tiempo paradas}}{\text{Número de paradas}}$	Ascendente	Horas	Mensual	Meta = T. Disponible / 4 = (8 horas*3 turnos* 23 días)/4 = 144 horas
MTTR	Determinar el tiempo medio de reparación de fallas	$MTTR = \frac{\sum \text{Tiempo paradas}}{\sum \text{Número paradas}}$	Descendente	Horas	Mensual	Dana Transejes permite máximo 1 hora de tiempo de reparación

Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 20. Folder de Entrenamiento Estándar



Fuente: Autor del Proyecto

✓ **Folder TPM** Se implementó un folder TPM en cada celda de trabajo de la línea de juntas fijas, en donde se archivan todos los formatos de gestión de información y los indicadores del proceso. Además, se muestra información básica sobre el grupo autónomo de trabajo y de los equipos que se encuentra bajo su responsabilidad. Ver ejemplo de folder TPM en la ilustración 21.

Ilustración 21. Folder TPM



Fuente: Autor del proyecto

**5.2.2 Conocimientos Básicos Sobre el Equipo** El sistema de mantenimiento autónomo busca fortalecer el conocimiento y las habilidades de los operarios para aumentar sus capacidades para realizar actividades de mantenimiento básico dentro de sus competencias. Con el objetivo que el operario de producción conozca las máquinas de su celda de trabajo, se diseñó e implementó un plan de entrenamiento basado en conjunto de OPL's en las que se ilustra la estructura externa e interna de la máquina, indicando de forma correcta el nombre de sus respectivas partes, y las restricciones de seguridad a tener en cuenta. El proceso de entrenamiento se realizó vía OPL y se desarrolló en tres fases.

En la primera fase, la fase de preparación, se recolectó toda la información necesaria para elaborar el material de capacitación, el personal de mantenimiento dio apoyo técnico brindando toda la información acerca de las máquinas y sus partes.

En la fase dos, clasificación y análisis de información, se elaboraron las OPL's basadas en la información previamente recolectada y analizada. Se crearon dos OPL's por máquina, OPL de estructuración básica del equipo, OPL de restricciones de seguridad. La línea de juntas fijas incluye 15 máquinas en su proceso de producción (ver tabla 2) las cuales están distribuidas en 8 celdas de trabajo, esto quiere decir que fueron elaboradas 30 OPL's como herramientas de apoyo para la capacitación de 19 operarios. En los anexos 9 y 10 se puede apreciar ejemplos de OPL's sobre conocimientos básicos de los equipos.

En la última fase, se hizo entrega a los operarios de las OPL's correspondientes a las máquinas de su celda de trabajo, uno o dos días después de la entrega, se realizó el entrenamiento práctico en la planta, en donde se explicó detalladamente los conceptos expuestos en la OPL, y se hizo una evaluación al final, para ratificar el aprendizaje.

Tabla 2. Máquinas de la Línea de Juntas Fijas

JUNTA FIJAS				
N	OPERACIÓN	TIPO DE MAQUINA	MARCA	MODELO
1	CENTRADO	CENTRADORA	DRILL UNIT	S-150-H
2	TORNEADO EXTERIOR	TORNO CNC DOBLE TORRETA	MAZAK	SUPERQUADREX 250
3	TORNEADO EXTERIOR	TORNO CNC DOBLE TORRETA	MAZAK	SUPERQUADREX 250
4	TORNEADO INTERIOR	TORNO CNC DOBLE TORRETA	OKUMA	LR-15
5	FRESADO DE PISTAS	FRESADORA CNC	EXCELLO	400430-B
6	ESTRIADO Y ROSCA	ROLADORA	ROTOFLO	3251
7	TEMPLE POR INDUCCION DE VASTAGO Y CAMPANA	TEMPLADORA	FDF(Fritz Dusseldorf Freiburg)	PSU-150-10-4
8	REVENIDO	HORNO	INDISA	3166
9	RECTIFICADO EXTERIOR	RECTIFICADORA CILINDRICA	WMW	SASE 200
10	TORNEADO EXTERIOR EN DURO	TORNO CNC	OKUMA	ELS-8
11	RECTIFICADO INTERIOR	RECTIFICADORA INTERIORES	WMW	SI-4A
12	FRESADO CHAVETAS	FRESADORA	JHONFORD	2VS
13	RECTIFICADO INTERIORES	RECTIFICADORA	CINCINATI	HECL 750 F
14	RECTIFICADO DE PISTAS	RECTIFICADORA PISTAS	EXCELLO 1	XG 660
15	DETECCION DE GRIETAS	MAGNAFLUX	FOERSTER IMADEN	H2/10/0.6K

Fuente: Autor del proyecto

Ilustración 22. Entrega de OPL



Fuente: Autor del proyecto

Debido a que algunas celdas de trabajo están compuestas por dos o más máquinas, ciertos operarios fueron capacitados en cuatro o seis OPL's dependiendo del número de máquinas que operan, de esta manera, el número de OPL's desplegadas fue de 58 con un total de 30 horas aproximadamente en entrenamiento práctico en planta. En el anexo 11 se muestran los reportes de las capacitaciones realizadas a los operarios de la línea.

**5.2.3 Tablero de Seguimiento de Actividades TPM** Para el monitoreo continuo de los equipos se implementó un tablero de actividades de inspección TPM en cada una de las máquinas de la línea de juntas fijas. Cada tablero contiene acciones que el operario debe ejecutar, como revisar, inspeccionar y registrar por turno, las partes y sistemas de la máquina que se encuentran expuestos al deterioro. En la ilustración 23 se puede apreciar el tablero de actividades TPM instalado en la máquina rectificadora Cincinati de la celda número 7 de la línea de juntas fijas.

*Ilustración 23. Tablero de Inspección TPM*



*Fuente: Autor del proyecto*

Las actividades contenidas en cada tablero TPM fueron definidas teniendo en cuenta la opinión de los operarios de la línea, se realizó una reunión en planta con los operarios de producción y los operarios de mantenimiento, en donde se acordaron los puntos críticos a inspeccionar y su frecuencia de ejecución teniendo en cuenta el nivel de criticidad y presencia de deterioro en cada una de las máquinas. Las actividades de inspección fueron impresas en colores llamativos con el fin de captar la atención de los operarios. Ver en ilustración 24, el formato de las actividades TPM para la máquina Fresadora Excello de la celda número 3.

Ilustración 24. Formato de descripción Actividades TPM

<p><b>TABLERO DE CONTROL</b></p> 	<p><b>1. ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-VERIFICAR EL ESTADO DEL TABLERO,</li> <li>-DETALLAR QUE LAS LUCES Y SEÑALIZADORES ESTÉN EN BUEN ESTADO.</li> </ul>	<p><b>ILUMINACIÓN</b></p> 	<p><b>2. ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LIMPIEZA GENERAL DE LA LÁMPARA.</li> <li>- VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE LA LÁMPARA.</li> </ul>
<p><b>COPAS</b></p> 	<p><b>3. ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-COMPROBAR EL ANCLAJE, DESANCLAJE E INDEXACIÓN DE LAS COPAS.</li> </ul>	<p><b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b></p> 	<p><b>4. ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-VERIFICAR QUE EL NIVEL DE ACEITE LUBRICANTE SE ENCUENTRE EN EL LIMITE SUPERIOR.</li> </ul>
<p><b>UNIDAD</b></p> 	<p><b>5. ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VERIFICAR QUE EL NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE HIDRÁULICA SE ENCUENTRE EN EL LIMITE SUPERIOR.</li> </ul>	<p><b>UNIDAD DE</b></p> 	<p><b>6. ACCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-VERIFICAR QUE EL NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD SE ENCUENTRE EN EL LIMITE SUPERIOR.</li> </ul>
<p><b>LLENAR DE LA SIGUIENTE MANERA: O BIEN X MAL --TURNO NO TRABAJADO</b></p>			

Fuente: Autor del proyecto

El formato de descripción de actividades contiene en detalle las fotografías de los puntos de la máquina que son considerados críticos y que los operadores deben revisar periódicamente.

Una vez las actividades de inspección fueron definidas y los tableros TPM fueron instalados en cada una de las máquinas, se realizó un entrenamiento a los operarios vía OPL, sobre el uso adecuado del tablero de seguimiento de actividades (ver OLP anexo 12). Al término de la capacitación, se hizo una reunión con todos los operarios de la línea, junto con los LET's, para hacer entrega oficial de los tableros TPM y de los marcadores para cada puesto de trabajo. De ahí en adelante, los operarios fueron los encargados de monitorear el estado de tableros y de hacer seguimiento a las actividades de inspección realizadas.

En total, 13 máquinas de la línea de juntas fijas cuentan actualmente con un tablero de seguimiento TPM el cual es diligenciado por los operarios, y monitoreado por el personal de mantenimiento. Cuando el tablero TPM muestra alguna inconformidad o problema en los puntos críticos de inspección, es obligación de los técnicos de mantenimiento tomar las medidas necesarias para dar solución al inconveniente.

**5.2.4 Condiciones Básicas de Operación de la Máquina** Una forma de lograr que se realicen actividades que prevengan y eliminen el deterioro en las máquinas, es capacitar a los operarios en los conceptos de deterioro básico, deterioro forzado y condiciones necesarias y suficientes para la correcta operación de la máquina.

La capacitación en condiciones básicas de operación busca dar a conocer las clases de deterioro que existen y las repercusiones que estas pueden generar en el desempeño del equipo si no se detecta a tiempo. La metodología de capacitación consiste en una charla en sala con ayudas audiovisuales para cada

celda específica, con el fin de hacer énfasis en las condiciones necesarias y suficientes de operación de cada máquina y los factores que generan impacto negativo sobre ésta; también se hace énfasis en los cuidados que se deben tener con el equipo para evitar el deterioro acelerado y las ventajas de una lubricación adecuada.

La capacitación tuvo una duración de una hora por celda, siendo en total 8 horas de entrenamiento en condiciones básicas de operación para toda la línea de juntas fijas. En el anexo 13 se puede observar la capacitación sobre condiciones básicas de operación para la celda de trabajo 8.

*Ilustración 25. Capacitación en sala.*



*Fuente: Autor del proyecto*

**5.2.5 Métodos de Control de Anormalidades** Es importante definir herramientas que nos permitan ejercer control sobre las inconformidades encontradas a lo largo del proceso y llevar un seguimiento de ellas.

En DANA, las herramientas de monitoreo elegidas para la implementación del sistema de mantenimiento autónomo fueron la solicitud de trabajo y la tarjeta TPM.



Con el objetivo de asegurar una implementación exitosa de estas herramientas de control, se identificó la necesidad de capacitar a los operarios, para tal fin, se crearon dos OPL's sobre el uso adecuado de las tarjetas de defectos y las solicitudes de trabajo (ver anexo 14). Las OPL's fueron entregadas a todos los operarios de la línea de juntas fijas y la metodología de enseñanza fue la misma utilizada anteriormente.

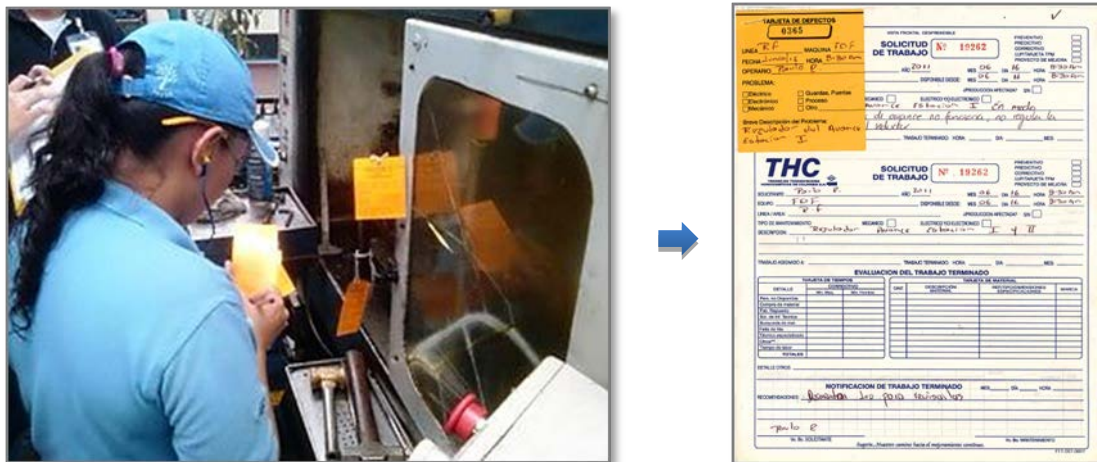
### **5.3 ETAPA 1: DETECCIÓN TEMPRANA DE ANORMALIDADES**

Una anomalía es una deficiencia, desorden, ligera irregularidad, defecto, falla, fisura o cualquier condición que pueda ocasionar problemas en un equipo. El objetivo principal de la detección temprana de anomalías es evitar los problemas en los equipos a través del cuidado minucioso por parte de los operarios y del personal de mantenimiento.

**5.3.1 Jornada de Detección de Defectos** Actividad que tiene como objetivo poner al descubierto todas esas irregularidades ocultas que ocasionan deterioro acelerado en los equipos y que disminuyen la efectividad.

Es preciso utilizar las herramientas de control previamente definidas, las cuales permiten identificar los defectos encontrados durante la jornada y participar de las actividades de reinstauración. Los operadores, acompañados de los supervisores y el personal de mantenimiento, son los encargados de detectar las anomalías en las máquinas, ubicar las tarjetas naranjas en los diferentes lugares y generar una solicitud de trabajo para la solución de los defectos. La parte superior de la tarjeta TPM debe ubicarse en la máquina justo en donde se encuentra ubicado el defecto y la parte inferior debe unirse con la solicitud de trabajo generada para la corrección del defecto (ver ilustración 27).

Ilustración 27. Ubicación Tarjeta TPM



Fuente: Autor del proyecto

Por otra parte, para ejecutar la jornada de detección de defectos en cualquier máquina, se capacitó al personal que participó en esta actividad (operarios de producción, operarios de mantenimiento, técnicos de mantenimiento, LET'S); la capacitación se realizó una hora antes de iniciar la jornada o máximo el día anterior, esto con el objetivo de que los participantes tuvieran los conocimientos claros y muy presentes durante la jornada. Es importante explicar muy bien las etapas que se deben ejecutar en la gestión de los defectos, desde la detección de los defectos, la ubicación de las tarjetas TPM (tarjeta naranja) y la generación de las solicitudes de trabajo. Durante la etapa de la capacitación, es necesario que el expositor haga énfasis en el método que se debe utilizar para llenar la tarjeta y el lenguaje con el que se debe detallar el defecto: lenguaje técnico.

Para el proceso de detección de defectos se diseñaron e implementaron formatos de seguimiento a los defectos encontrados, con el fin de medir y controlar la efectividad de la metodología. Los formatos implementados y estandarizados fueron:

✓ Tabla de análisis de defectos: Una herramienta que muestra explícitamente las características de las inconformidades encontradas, cada columna corresponde a un ítem diferente: foto del defecto, descripción técnica, causa raíz, posible solución, fecha estipulada de solución, repuestos necesarios, entre otras. La tabla de análisis de defectos sirve principalmente para que los operarios hagan seguimiento a la solución de los defectos de acuerdo a la fecha estipulada de solución, además de esto, permite ver por qué se presentó la anomalía y cuál es la solución a esta, de esta manera se orienta al operario sobre las precauciones que deben tener en cuenta al operar la máquina y no causar las mismas fallas.

✓ Cuadro de seguimiento de compras: Una herramienta de ayuda para los operarios que permite ver el avance del proceso de compras de los repuestos necesarios para la solución de los defectos, lo que significa que podrán hacer monitoreo a los defectos que ya cuentan con material disponible en la planta para ser solucionados, y así mismo les permite saber aquellos defectos que aún no pueden ser solucionados ya sea porque la gerencia no ha aprobado su compra, o porque la orden de compra no ha sido generada.

✓ Manual de detección de defectos: Es un documento que permite a los operarios identificar todas aquellas condiciones que pueden alterar el estado natural de máquina y que representan defectos o anomalías. Ver anexo 15, Manual de Detección de Anormalidades.

En resumen, las estrategias definidas para la detección temprana de anomalías son:

- Implicación de los operadores no solamente en la identificación si no en la solución reforzada mediante el entrenamiento instantáneo y efectivo.
- Respuesta a las acciones analizadas por operadores y técnicos para eliminar problemas del equipo.

- Sistema de gestión que implique a la dirección en el seguimiento y compromiso para la solución oportuna de los defectos.
- Estándares para el mantenimiento planeado y estándares de mantenimiento autónomo.
- Entrenamiento profundo a los operarios en diferentes temas de hidráulica, neumática, electricidad, instrumentación, entre otros.

El proceso de gestión de los defectos está a cargo principalmente de los operarios de la máquina y se divide en 8 pasos fundamentales que serán explicados a continuación.

✓ **Ejecución de la Jornada** Se realizaron jornadas de detección de defectos celda por celda, en donde los operarios y demás colaboradores se dedicaron únicamente a detectar defectos y ubicar las tarjetas TPM. Este proceso de detección temprana de anomalías fue lento y se acordó que era conveniente avanzar de una celda a otra, al menos cuando el 40% de los defectos encontrados fueran solucionados.

La primera jornada de detección de defectos se realizó en la celda número 5, en la máquina templadora por inducción FDF, debido a que esta representa una gran restricción al flujo de la producción y es una de las máquinas que presentan más fallos en la línea. La jornada concluyó con éxito, tuvo una duración de 4 horas y permitió identificar 38 anomalías. Se contó con la participación de los operarios de la celda de trabajo, el personal de mantenimiento, ingenieros de mantenimiento, LET's y el coordinador de la línea. Seguidamente, se avanzó con la detección de defectos en toda la línea iniciando con la primera celda, en orden ascendente, hasta finalizar las 8 celdas de trabajo. Los resultados fueron positivos en general, se avanzó con calma y con precisión en cada una de las celdas evitando saturar la carga laboral del personal de mantenimiento.

*Ilustración 28. Jornada de detección de defectos*



Fuente: Autor Del proyecto

El número de defectos encontrados fue diferente en cada celda de trabajo, ya que esto puede depender del tiempo de vida útil de la máquina, de su tamaño o complejidad. En la celda 2 por ejemplo, en donde se encuentran ubicados dos tornos de control numérico súper Quadrex, los cuales fueron adquiridos por la compañía hace dos años, fueron detectados tan solo 4 defectos; caso contrario sucedió en la celda número uno, en donde la maquina Drill Unit presentó 25 defectos, aun cuando esta máquina tiene una complejidad mediana y su tamaño comprende aproximadamente la tercera parte de un Torno Súper Quadrex.

✓ **Registro Fotográfico** Una vez terminada la jornada de detección de defectos, se tomaron fotografías de todas las anomalías detectadas y posteriormente se registraron en la tabla de análisis de defectos para una mayor comprensión y ubicación de los operarios.

Además de esto, se realizó una pequeña descripción técnica de los defectos encontrados y se registró igualmente en una de las columnas de la tabla de análisis. Esto nos sirvió más adelante para comparar el estado de las máquinas al inicio de la implementación del sistema.

✓ **Reunión de Análisis de Defectos** En esta reunión debe participar el ingeniero mecánico de mantenimiento, el ingeniero electrónico de mantenimiento, el técnico de mantenimiento, operarios de mantenimiento y el coordinador de mantenimiento de la planta. Allí, se analizan las causas, el nivel de dificultad de los defectos encontrados, posibles soluciones, responsables de la solución, fecha estimada de solución, repuestos necesarios, etc., y se registra toda la información en la tabla de análisis de defectos. En el anexo 16 se observa un fragmento de la tabla de análisis de defectos de la templadora FDF.

*Ilustración 29. Reunión de análisis de defectos*



*Fuente: Autor del proyecto*

✓ **Solicitud de herramientas** Una solicitud de herramientas es el medio por el cual se solicita al almacén, toda clase de repuestos, componentes o artículos que sean necesarios. Cuando la lista de repuestos necesarios para la solución de los defectos sea definida, se puede comenzar a generar las diferentes solicitudes de herramientas para así agilizar con el proceso de corrección de anomalías. Con base en la lista de repuestos necesarios que se discutió en la reunión de análisis de defectos, se generaron diversas solicitudes de herramientas para iniciar con el proceso de solución de los defectos encontrados.

✓ **Primera reunión TPM** Este primer encuentro entre el grupo autónomo de trabajo y el personal de mantenimiento, consiste en socializar las herramientas de control, que les facilitará a los operarios realizar seguimiento a la solución de los defectos. En la reunión se debe explicar detalladamente a los operarios cada una de las partes de la tabla de análisis de defectos y del cuadro de seguimiento de compras, se debe especificar como utilizar estas herramientas, cuál es su objetivo y quienes deben estar directamente involucrados en el proceso.

*Ilustración 30. Primera Reunión TPM*



*Fuente: Autor del proyecto*

Al finalizar el encuentro, se debe entregar la responsabilidad a los operarios de hacer seguimiento a la solución de los problemas por su propia iniciativa, y se recomienda ubicar la tabla de defectos en la máquina, esto con el objetivo de comunicar al resto de los operarios las actividades de mantenimiento autónomo realizadas en dicha máquina e informar a LET's y demás coordinadores de la línea, los resultados obtenidos durante la actividad. Se debe firmar un acta o formato de reunión TPM en donde quede pactado con los operarios de producción, la entrega oficial de la tabla de análisis de defectos. En la ilustración 31 se observa la tabla de análisis de defectos ubicada en la máquina Drill Unit.

Ilustración 31. Tabla de análisis de defectos



Fuente: Autor del proyecto

✓ **Reuniones diarias del grupo autónomo de trabajo** La idea principal del trabajo en equipo es usar el conocimiento y la energía de los operarios de la celda para alcanzar mayores niveles de productividad y realizar actividades que mejoren la disponibilidad de máquina. La reunión diaria del grupo autónomo de trabajo es el espacio ideal para fomentar una cultura de trabajo en equipo en donde todos participan y trabajan por un bien común, su máquina.

Para mayor comodidad y para no intervenir con la producción, se estableció que las reuniones diarias de los grupos autónomos deben tener máximo una duración de 15 minutos y se deben ejecutar a las 2 de la tarde en el cambio de turno. Durante las primeras reuniones los operarios deben comenzar a analizar las causas de los defectos encontrados en compañía de los técnicos de mantenimiento y registrar las conclusiones en los espacios en blanco de la columna “causa raíz” de la tabla de análisis, adicional a esto debe diligenciar el formato de asistencia a reuniones TPM expuesto anteriormente con el fin de crear evidencia de las reuniones.

El número de defectos a analizar en cada reunión depende de la cantidad de defectos detectados en cada máquina y se limita estrictamente al tiempo definido

para cada reunión. En el caso de la máquina templadora FDF, por ejemplo, se acordó en compañía de los operarios, que se analizarían 6 defectos por día; mientras que en la máquina Drill Unit, la cual es una máquina más sencilla en la que fueron encontrados 27 defectos, se acordó analizar 3 defectos por día.

Cuando el análisis de los defectos sea concluido, las reuniones del grupo autónomo pueden volverse más cortas, y se deben focalizar en analizar durante algunos minutos el desempeño de la maquina durante las jornadas laborales, así, cada uno de los operarios que opera la maquina en los diferentes turnos, se mantiene informado de los acontecimientos que han venido sucediendo.

*Ilustración 32. Reunión Diaria TPM*



*Fuente: Autor del proyecto*

✓ **Solución de defectos** Para hacer eficiente el proceso de solución de defectos, hay que comenzar a corregir las deficiencias pequeñas tales como daños, deformaciones, desgastes, etc., que pueden ser solucionadas por los técnicos y los operarios de mantenimiento. Cuando se detectan daños severos que requieren un nivel de ingeniería para la solución, como una fuga no identificada en las unidades del sistema hidráulico, lo más apropiado es realizar un plan de mejora para solucionarlos.

Además de esto, existen defectos que requieren un nivel muy básico de conocimientos, como el cambio de un manómetro o la calibración de un caudalímetro, los cuales pueden ser corregidos por el mismo operario en compañía de los técnicos de mantenimiento, siempre y cuando el operario sepa los pasos a seguir durante la actividad. Para tal fin, se elaboraron OPL's sobre cómo cambiar un manómetro y cómo calibrar un caudalímetro, además, se generaron OPL's informativas sobre la teoría relacionada con el cambio de un manómetro: OPL sobre qué es presión, sistemas de medición de presión y clases de manómetros, esto con el fin de que los operarios profundicen sus conocimientos y mejoren sus habilidades y destrezas. En el anexo 17 se pueden observar las OPL creadas para la solución de defectos.

*Ilustración 33. Cambio de Manómetro*

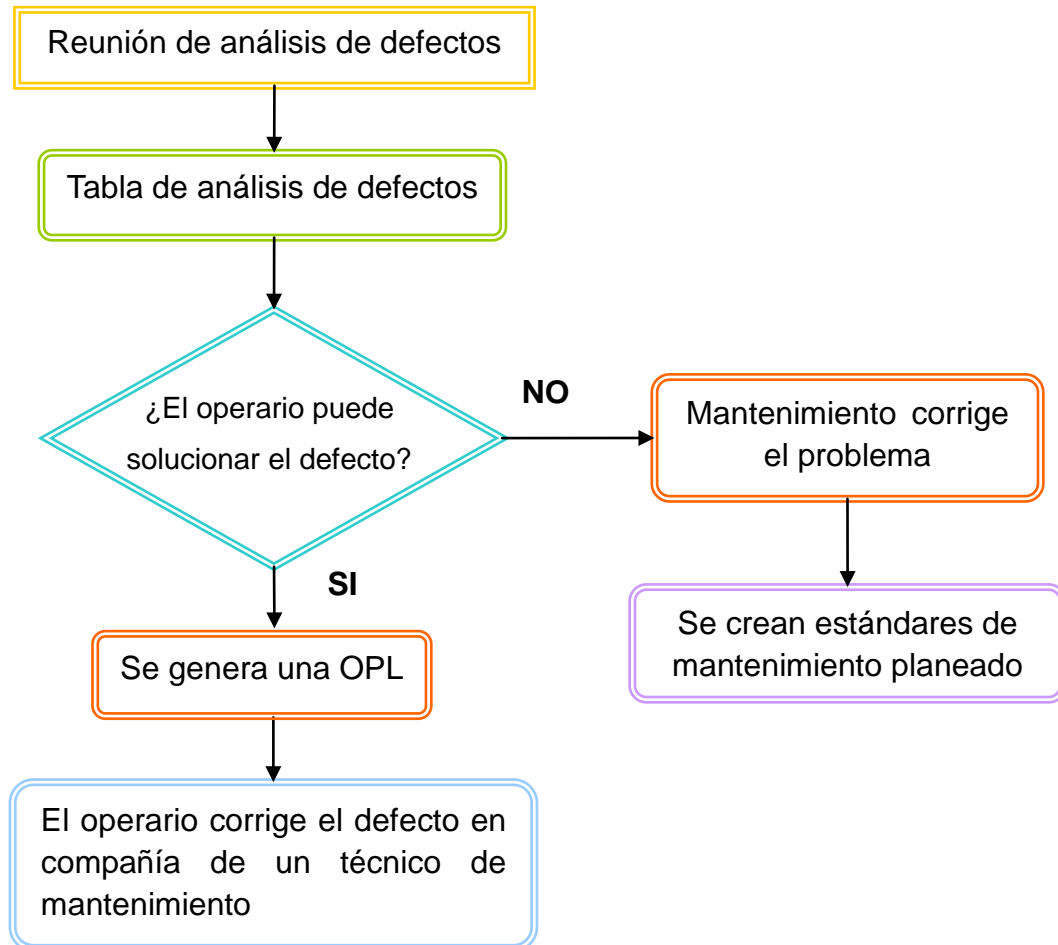


*Fuente: Autor del proyecto*

Cuando los defectos requieren un nivel de conocimiento técnico y el personal de mantenimiento se encarga de su solución, es de gran importancia que se realice un análisis detallado de las causas que los producen, esto con el fin de incluir o mejorar los estándares de mantenimiento planeado ya existente. Hay que recordar

que si se están presentando anomalías es porque muy seguramente no existe un plan de mantenimiento planeado que evite la aparición de estos inconvenientes.

Ilustración 34. Solución de Defectos



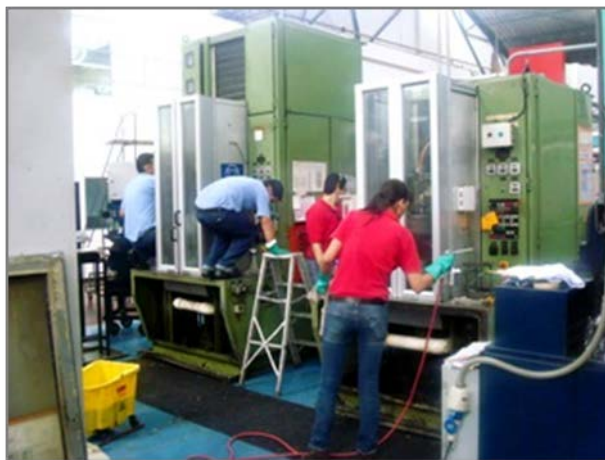
Fuente: Autor del proyecto

**5.3.2 Jornada de Limpieza Profunda** Una limpieza profunda implica remover totalmente toda clase de suciedad y residuos de materiales de las máquinas, tanto en áreas visibles como ocultas al mismo tiempo que se inspeccionan. La inspección a su vez, permite detectar defectos como desgastes, piezas flojas,

fugas, deformaciones, grietas, temperaturas, elementos defectuosos, movimientos anormales, etc. Además, la limpieza fuerza a los operarios a tocar cada parte de su equipo, y naturalmente esto incrementa su interés en no permitir que la máquina vuelva a ensuciarse.

Durante la jornada de limpieza profunda, los operarios deben utilizar sus sentidos no solo para eliminar toda clase de suciedad presente en la máquina, sino también para realizar una inspección con el fin de profundizar los conocimientos sobre su equipo, fortalecer las habilidades técnicas desarrolladas en la primera fase, e identificar esos defectos latentes que generan riesgo de parada, todo esto para poder estandarizar el proceso y lograr la conservación del equipo en las condiciones para las cuales fue diseñado.

*Ilustración 35. Jornada de Limpieza Profunda*



*Fuente: Autor del proyecto*

Las jornadas de limpieza con sentido se realizaron celda por celda siguiendo la misma secuencia de las actividades de detección de defectos. De igual manera se identificó la necesidad de capacitar a los operarios antes de realizar cada jornada, con el fin de orientarlos sobre el objetivo de la actividad, resultados a obtener, procedimientos y cronograma de actividades. Durante la capacitación fue

entregado a los operarios un plan de limpieza de la máquina, que muestra el cronograma de actividades estipulado para cada hora de la jornada y su tiempo de duración, además de esto, se entregó un documento informativo acerca de las medidas de seguridad a tener en cuenta durante la ejecución de la actividad.

Para la ejecución de las jornadas de limpieza en las diferentes celdas, se diseñó e implementó un plan de limpieza para cada una de las 15 máquinas de la línea de juntas fijas, en el anexo 18 está contenido el plan de limpieza para la máquina FDF y en el anexo 19 las medidas de seguridad establecidas para la jornada de esta celda.

Los elementos de aseo utilizados para realizar las jornadas de limpieza profunda fueron:

- Limpiador desengrasante DH-41
- Guantes de limpieza
- Lanillas
- Escobillas fuller
- Espátulas de 3"
- Atomizadores
- Pistolas petrolizadoras

Además de esto, fueron utilizados elementos de protección personal evitando exponer a los operarios a situaciones de riesgo que pudieran generar daños o alteraciones en su salud y bienestar, estos elementos de seguridad fueron:

- Guantes de seguridad (en caso de exposición con viruta)
- Tapa bocas
- Gafas de seguridad
- Tapones auditivos

Una vez terminada la limpieza profunda es importante realizar una reunión de retroalimentación acerca de la jornada, en donde se expongan los puntos a favor y los puntos en contra; además, es preciso dialogar acerca de los posibles estándares diarios de limpieza y cuestionar a los operarios sobre la mejor manera de distribuir la limpieza de la máquina. Es de gran importancia contar con la participación de los operarios durante el diseño de los estándares de limpieza y consultar con ellos cualquier inquietud o sugerencia al respecto, esto los hace sentir importantes y crea sentido de pertenencia para con los estándares a implementar.

#### **5.4 ETAPA 2: ENTRENAMIENTO PROFUNDO**

Esta etapa del proceso de implementación está enfocada directamente hacia los operarios, debido a que se identificó a lo largo del proceso muchas debilidades en el conocimiento de ellos, se creó un plan de entrenamiento profundo con el fin de afianzar sus conocimientos y reforzar sus habilidades.

El plan consta de siete (7) capacitaciones en diferentes temas para los cuales se creó e implementó un manual llamando “Manual técnico para operadores”, en donde se exponen uno a uno todos los conceptos de la capacitación, el manual fue entregado a cada uno de los operarios con el objetivo de conservar el conocimiento y brindar una fuente de información y consultoría.

La capacitación se llevó a cabo de la siguiente manera: una capacitación teórica en sala con una duración de dos horas, orientada por un ingeniero y basada en el manual de capacitaciones; y una capacitación práctica en planta con aplicación de conceptos en las diferentes máquinas con una duración de una hora. Debido a que la capacitación práctica en planta no es igual para todos los operarios, el entrenamiento profundo fue realizado celda por celda a lo largo de la línea de

producción permitiéndonos hacer énfasis en cada una de las diferentes máquinas. El total de horas de capacitación profunda fue de 20 horas para cada uno de los grupos autónomos de trabajo.

*Ilustración 36. Cartilla para Operadores*



*Fuente: Autor del proyecto*

Los objetivos planteados para cada una de las capacitaciones fueron:

- ✓ **Entrenamiento en Seguridad industrial** Al término de la capacitación el operario estará en la capacidad de identificar los factores de riesgo en su puesto de trabajo.
  
- ✓ **Entrenamiento en Teoría de la Inducción** Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de entender los fenómenos físicos y eléctricos que ocurren durante el proceso de templado por inducción de campo magnético
  
- ✓ **Entrenamiento en Sistemas de Control** Al término de la capacitación, el operador de la maquina estará en la capacidad de entender, comprender y diferenciar los diferentes sistemas de control con sus características.

✓ **Entrenamiento en Motores Eléctricos** Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de entender el principio de funcionamiento de un motor eléctrico de inducción e identificar los tipos de motores más utilizados en la industria.

✓ **Entrenamiento en Electricidad Básica** Al término de la capacitación el operador de la maquina podrá comprender y entender los fenómenos físicos detrás de la generación de la energía eléctrica (corriente, voltaje y potencia) y estará en la capacidad de identificar y diferenciar los elementos que almacenan energía así como sus aplicaciones.

✓ **Entrenamiento en Instrumentación Industrial** Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de:

1. Entender la aplicación de los instrumentos de medición, su funcionamiento y cómo se deben utilizar para sensar las variables más comunes de la industria.
2. Reconocer las principales herramientas para realizar mantenimiento eléctrico y mecánico.

✓ **Entrenamiento en hidráulica básica** Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de entender la teoría de la hidráulica básica, sus aplicaciones y el principio de funcionamiento de una bomba y las clases de bombas que más se utilizan.

### **5.5 ETAPA 3: ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

La última etapa del proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo corresponde a los estándares de inspección y limpieza, los cuales fueron creados para mantener las condiciones alcanzadas durante el desarrollo de las etapas anteriores.

La metodología utilizada para realizar los estándares de mantenimiento autónomo está compuesta por los siguientes pasos:

- Identificación del problema: es necesario que nos hagamos frecuentemente las siguientes preguntas: ¿en qué parte de la máquina se necesita una ficha de inspección o limpieza? ¿Con que frecuencia? ¿Cuáles son los puntos más críticos de fuente de suciedad de la máquina? Para poder identificar estos problemas es fundamental analizar los resultados obtenidos en la etapa1, detección temprana de anomalías, cuyo objetivo básicamente era brindar las bases necesarias para la creación de los estándares.

Durante la jornada de detección de defectos se identificaron todas esas fallas presentes en las máquinas y se llegó a la conclusión que la mayoría se presentaron debido a que carecen de inspección e intervención temprana de mantenimiento. Por otra parte, la jornada de limpieza profunda permitió identificar las fuentes de suciedad y las áreas o partes específicas de la máquina más vulnerables a la suciedad. Con base en esta información, se establecieron los puntos objeto de limpieza e inspección para elaborar los estándares de mantenimiento autónomo.

- Formato del estándar de mantenimiento autónomo: debemos pensar bajo que formato vamos a presentar al operario estas actividades de inspección y limpieza. Es recomendable que el formato presente las mismas características del trabajo estándar ya establecido por la compañía, ya sea trabajo estándar de producción o fichas de 5 S's, con el fin de llevar uniformidad en los documentos de la máquina; además, el formato debe exponer la información de manera sencilla y de fácil entendimiento, esto teniendo en cuenta que son documentos dirigidos a los operarios de producción.

- Participación del operario: una vez se tenga la lista de defectos provisional y el formato establecido, se debe realizar una reunión con el grupo autónomo de trabajo, con el objetivo de debatir cuales actividades son necesarias para el buen funcionamiento de las máquinas.

Esta actividad de trabajo en equipo también nos permite fomentar en el operario su participación activa dentro del proceso de implementación del sistema, además de aumentar su confianza sobre las actividades de mantenimiento autónomo y la importancia de rol dentro de la compañía.

- Aprobación de los estándares: antes de oficializar los estándares de mantenimiento autónomo, se requiere la aprobación de estos por parte de la gerencia de planta. Esto nos ayuda a involucrar a los directivos en el sistema de mantenimiento autónomo y nos permite recordar que el mantenimiento autónomo no es un sistema para solo unos cuantos, al contrario, está dirigido a todos y cada uno de las personas implicadas en el proceso de producción.

- Lanzamiento oficial de estándares: el último paso consiste en socializar los estándares en una reunión corta, a la cual deben asistir los operarios del grupo autónomo de trabajo, el LET de la línea, coordinador de producción y el técnico de métodos y tiempos.

**5.5.1 Estándares de Inspección** Son documentos elaborados para cada máquina, que muestran puntos críticos en donde se requiere una inspección con determinada frecuencia y que además, pueden generar defectos latentes y producir paradas de máquina.

El objetivo principal de los estándares de inspección es prevenir el deterioro de la máquina y evitar que los defectos encontrados durante la jornada de detección temprana de anomalías vuelvan a presentarse. De esta manera, por medio de

una inspección mensual de ciertas áreas específicas de la máquina, podemos monitorear el estado de deterioro, evitar fallos en la máquina y/o situaciones de deterioro avanzadas. En el anexo 20 se muestran los estándares de inspección de la máquina FDF, la cual fue tomada como referencia.

Los estándares de inspección funcionan de la misma manera que las fichas de servicio en el caso del mantenimiento programado, la diferencia radica en que los encargados de realizar el mantenimiento autónomo son los operarios de la máquina y no el personal de mantenimiento. Básicamente, las fichas de inspección deben ser impresas, por el coordinador del mantenimiento autónomo, y entregadas al operario de la celda al inicio de la semana en la cual se debe ejecutar la limpieza. Para llevar a cabo las fichas de inspección se creó un calendario para cada mes, en donde se indica cual ficha de inspección debe llevarse a cabo y cuando debe realizarse. En la ilustración 37 se puede observar el calendario de inspección y limpieza para la máquina FDF en el año 2011.

**5.5.2 Estándares de Limpieza** Son documentos elaborados para cada celda de trabajo, que tienen como objetivo no solo eliminar toda clase de suciedad de la máquina, sino además, previene el deterioro forzado del equipo y ayuda a mantener las condiciones necesarias de operación para las cuales el equipo fue diseñado.

Durante el desarrollo del proyecto se identificó la necesidad de crear dos tipos de estándares de limpieza: uno que busque implementar una limpieza diaria o mensual de las partes externas de la máquina que se encuentran expuestas a fuentes de suciedad; y otro, que busque ejecutar una limpieza cada cierto periodo de tiempo, en áreas específicas de la máquina con las cuales el operador no tiene contacto directo todos los días.

Ilustración 37. Calendario de inspección y limpieza

<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE OCTUBRE FDF</b>			
1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA
	MARTES - 11 OCT		MARTES - 25 OCT
	* FICHA DE INSPECCIÓN 1 * FICHA DE LIMPIEZA 3		* FICHA DE INSPECCIÓN 2 * FICHA DE LIMPIEZA 4

<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE NOVIEMBRE FDF</b>			
1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA
	MARTES - 11 OCT		MARTES - 25 OCT
* FICHA DE LIMPIEZA 2 * FICHA DE LIMPIEZA 3			

<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE DICIEMBRE FDF</b>			
1 SEMANA	2 SEMANA	3 SEMANA	4 SEMANA
	MARTES - 11 OCT		MARTES - 25 OCT
	* FICHA DE INSPECCIÓN 2 * FICHA DE LIMPIEZA 4	* FICHA DE INSPECCIÓN 1 * FICHA DE LIMPIEZA 3	

Fuente: Autor del proyecto

Los estándares de limpieza establecidos son:

- **Ficha de limpieza diaria** Este documento muestra detalladamente las áreas externas de la máquina que deben ser limpiadas cada día por los operarios de producción y sirve como complemento a la ficha de 5 S's ya establecida por la compañía. Ver anexo 21, ficha de mantenimiento autónomo.

Además de esto, se diseñó e implementó una lista de chequeo que nos permite monitorear el cumplimiento de los estándares de limpieza por parte de los operarios, y a su vez, permite reconocer la presencia de deterioro o alteraciones en las partes que son objeto de la limpieza. Ver anexo 22, lista de chequeo.

- **Estándar de limpieza autónoma** Es un documento en cual se muestran los puntos críticos, de algún sistema o área de la máquina específica, en donde se debe realizar una limpieza con determinada frecuencia. Ver anexo 23, estándar de limpieza autónoma.

Los estándares de limpieza autónoma funcionan de igual manera que los estándares de inspección y están incluidos en el mismo cronograma de inspección y limpieza establecido para el presente año. Se decidió que la frecuencia de inspección para cada estándar de limpieza autónoma debe ser un mes.

## 6. ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SMA

Teniendo en cuenta las condiciones iniciales en las que se encontraba la compañía al inicio del proyecto y las condiciones finales al término del proceso de implementación, se evidenció un impacto significativo para la organización como producto del nuevo sistema de mantenimiento autónomo en la línea de juntas fijas.

El antiguo sistema de mantenimiento de la compañía, llamado mantenimiento integrado, estaba compuesto solo por el mantenimiento planeado y las mejoras enfocadas, descartando totalmente la labor de los operarios de producción, quienes son las personas que pasan más tiempo con las máquinas. Además de crear una nueva rama en el departamento de mantenimiento, la implementación del sistema permitió identificar debilidades dentro de la estructura organizacional ya existente y generó la necesidad de reorganizar totalmente el departamento de mantenimiento de la compañía. No obstante, cabe señalar que dio un nuevo direccionamiento al proceso de gestión de activos de la compañía, en donde el principal objetivo no solo es aumentar la disponibilidad de los equipos si no también, mejorar las habilidades y capacidades de los operadores.

A pesar de que al inicio de la implementación, la carga laboral del personal de mantenimiento aumentó como resultado de la identificación de todas las inconformidades halladas en las máquinas, la labor que han desarrollado los operarios de producción en las actividades de limpieza e inspección ha permitido disminuir el número de órdenes de solicitudes generadas por paradas cortas de máquina, beneficiando así al personal de mantenimiento.

Los estándares de limpieza implementados han permitido disminuir en un 78.13% el número de anomalías ocultas en las máquinas, evitando de esta manera paradas no planificadas por mantenimiento, además de conservar las condiciones

necesarias de operación, aumentar el ciclo de vida del equipo y brindar un ambiente de trabajo limpio, ordenado y en condiciones óptimas. Así mismo, los estándares de inspección implementados, muestran con certeza cualquier tipo de defecto o deterioro que presenta una parte o componente de la máquina y alerta al equipo de mantenimiento para actuar rápidamente en la corrección del problema. Esto ha permitido evitar numerosas paradas no planificadas de máquina, lo cual nos reduce el costo ocasionado por retrasos de la producción, y mejora la disponibilidad y el desempeño de los equipos.

El impacto que ha tenido la implementación del sistema de mantenimiento autónomo se extiende más allá del departamento de mantenimiento y la disponibilidad de los equipos. El mantenimiento autónomo también apoya las herramientas institucionales que son establecidas como fundamento del direccionamiento corporativo: contribuye con la filosofía “Lean Manufacturing” asegurando el funcionamiento óptimo del equipo, y provee estrategias para lograr cero defectos, apoyando la filosofía “Seis Sigma”.

El activo más importante de la compañía, las personas, también se vieron beneficiadas en la implementación del sistema de mantenimiento autónomo, no solo porque fueron los protagonistas de la gestión y ejecución de actividades de limpieza e inspección, sino también porque por medio de capacitaciones con aproximadamente 129 OPL's y más de 230 horas de entrenamiento, se aumentó el nivel de conocimiento, las capacidades y las habilidades de operación y toma de decisiones. Por medio de la creación de grupos pequeños inter-funcionales, el sistema permitió fomentar el trabajo en equipo, incrementar la motivación de los operarios e involucrar apropiadamente a todos los niveles.

## 7. CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de mantenimiento autónomo causó un gran impacto positivo en Dana Transejes Colombia, no solo porque mejoró la estructura y organización del departamento de mantenimiento integrado, sino también porque contribuyó con numerosas mejoras en el estado y rendimiento de los equipos, permite mantener el puesto de trabajo limpio y ordenado todos los días, reforzó las habilidades y capacidades de los operarios, creó una relación directa entre el personal de mantenimiento y el personal de producción fomentando el trabajo en equipo y agregó valor a la cadena productiva con actividades que refuerzan las herramientas institucionales enfocadas hacia el “Just in Time” y el “Seis Sigma”.
- El éxito de la implementación del sistema de mantenimiento autónomo depende directamente del proceso de gestión de información y recursos que se desarrolle en la metodología. Es de gran importancia que el coordinador de mantenimiento autónomo ejerza un liderazgo fuerte sobre el proceso y ejecute un seguimiento riguroso a todas las actividades del proceso de implementación.
- La metodología planteada en el proyecto, que servirá para la implementación del sistema de mantenimiento autónomo en las demás líneas de producción de Dana Transejes Colombia, se ajusta a los objetivos y requerimientos de la compañía y permite fomentar aspectos positivos para el desarrollo de las actividades de mantenimiento autónomo creando una cultura organizacional enfocada hacia el TPM.

- Se diseñó e implementó una herramienta de entrenamiento profundo para los operarios de producción, con la cual se logró fortalecer sus destrezas, aumentar sus conocimientos y mejorar sus habilidades. Esta herramienta incluye capacitaciones vía OPL, presentaciones en Power Point y manuales, los cuales permiten formar a los operarios como trabajadores más competitivos y expertos en mantenimiento autónomo.
  
- Con base en las necesidades de Dana Transejes Colombia y los requerimientos del sistema de mantenimiento autónomo, se crearon formatos de registro y seguimiento que permiten ejercer una gestión eficiente de la información recolectada a lo largo del proceso. Así mismo, estos formatos nos permiten contar con las evidencias necesarias para comprobar la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo.
  
- Partiendo de las necesidades del sistema de mantenimiento autónomo se determinaron los indicadores claves de desempeño como referencia general para medir los resultados obtenidos a lo largo del proceso.
  
- Tomando como referencia el estado inicial de los equipos de la línea de juntas fijas, la jornada de limpieza profunda no solo eliminó toda la clase de suciedad adherida a los equipos, sino además, permitió reinstaurar las condiciones necesarias de operación para las cuales fueron diseñados los equipos. Sin embargo, debido a que las máquinas presentaban inicialmente un estado de deterioro avanzado, el proceso de recuperación de condiciones suficientes de operación aún continúa.

- La implementación de estándares de inspección y limpieza dentro de las actividades diarias de los operarios de producción, permite mantener en el tiempo los logros alcanzados durante las etapas cero, uno y dos de la implementación del sistema de mantenimiento autónomo.
  
- La implementación del sistema de mantenimiento autónomo permitió, por medio de las distintas actividades que se realizaron, identificar debilidades en el personal de mantenimiento. A pesar de su buen trabajo y disposición, se notó la carencia de conocimientos de nivel técnico y de ingeniería, para la solución de problemas en el día a día, esto debido principalmente a que muchos de ellos son técnicos empíricos que han desarrollado habilidades a lo largo de su experiencia pero que no cuentan con una formación académica previa.

## 8. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que las actividades de gestión de mantenimiento autónomo son numerosas y que el éxito del sistema depende de la gestión que se realice, se debería contemplar la posibilidad de contratar una persona con conocimiento en TPM que se encargue de manejar el sistema y realizar seguimiento a las actividades de mantenimiento autónomo realizadas por los operarios, con el fin de cultivar una cultura organizacional enfocada a las herramientas del TPM.
- Realizar charlas frecuentemente con los operarios recordándoles la importancia de las actividades de mantenimiento autónomo y el cumplimiento de los estándares de limpieza e inspección.
- Implementar el sistema de mantenimiento autónomo en las demás línea de producción siguiendo la misma metodología planteada en este proyecto y utilizar a los operarios de la línea de juntas fijas como testimonio para promover las actividades.
- Evaluar el nivel de conocimiento técnico y de ingeniería de los técnicos y operarios de mantenimientos, esto con el fin de reconocer cuáles son sus fortalezas y las debilidades, y poder tomar medidas que ofrezcan soluciones correctas.

- Desarrollar un plan de entrenamiento dirigido a los técnicos y operarios de mantenimiento, esto con el fin de aumentar el nivel de conocimientos y la habilidad para solucionar los problemas y tomar decisiones.

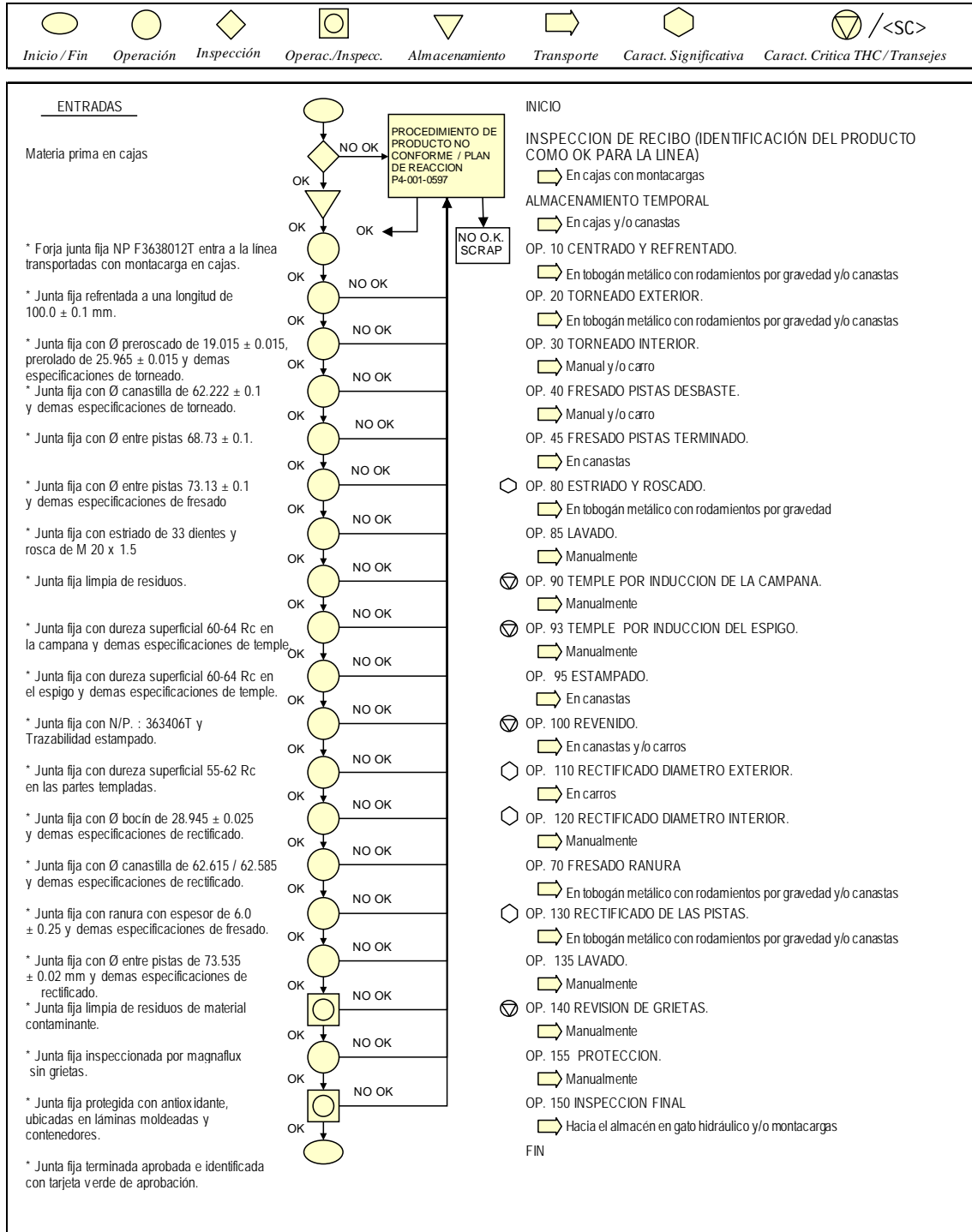
## BIBLIOGRAFIA

- Advanced Productive Solutions, S.L. TPM. Aspectos generales. [online]. 2008. Disponible en: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/definiciontpm.htm>>
  
- ÁLVAREZ. LAVERDE. Humberto ¿Realmente qué es TPM? [Online]. España. 2008. Disponible en Internet: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf>>
  
- DANA TRANSEJES COLOMBIA [online]. Disponible en Internet: <<http://www.transejes.com/tecnologia/>>
  
- EMPRESA TPM. Implementación del TPM. [online]. Disponible en: <[http://www.tpm.com.bo/nuestros\\_servicios.php?PHPSESSID=9f62428d8f220b6d0654d976a9b212ad#capacitacion](http://www.tpm.com.bo/nuestros_servicios.php?PHPSESSID=9f62428d8f220b6d0654d976a9b212ad#capacitacion)>
  
- JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. 4<sup>th</sup> edition. Tokyo, 1992. Capitulo 4
  
- NACHI FUJIKOSHI CORPORATION AND JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. Training for TPM. A Manufacturing Success Story. Tokyo, Japan. 1986. Capitulo 3,4 y 5.



## **ANEXOS**

# ANEXO 1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

## PROCESS FLOW DIAGRAM





## ANEXO 2. ENCUESTA GRUPO AUTÓNOMO

 <small>FRANSEJES COLOMBIA</small>	<b>GRUPOS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>				
<b>Integrantes del Grupo de Mantenimiento Autónomo</b>	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table>				
<b>Nombre del Grupo de Mantenimiento autónomo</b>					
<b>Máquinas</b>	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table>				
<b>Celda de trabajo número:</b>	<table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr><td> </td></tr> </table>				
<b>Propósito del Grupo Autónomo</b>					
<span style="font-size: 48px; opacity: 0.5;">TPM</span>					
<b>Responsabilidades del Grupo de trabajo</b>					





## ANEXO 5. FORMATO DE MEJORAS


	<b>PLANES DE MEJORAS T.P.M.</b>	
<b>ÁREA O SECCIÓN:</b>		<b>FECHA:</b>
<b>INTEGRANTES:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE LA MEJORA:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>SITUACIÓN ACTUAL:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>DESCRIBA QUE INDICADOR O PARÁMETRO SE VA A MEJORAR:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>DIFICULTADES O LIMITACIONES:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>RESPONSABLES:</b>		<b>FECHA ESTIMADA:</b>
<hr/> <hr/> <hr/>		<hr/> <hr/> <hr/>
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		
<b>REVISADO POR:</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		



## ANEXO 7. MATRIZ DE CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES

MATRIZ DE CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																				
 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b>		OPERARIOS																				
ETAPA	CONOCIMIENTOS HABILIDADES	Albeiro Polo	Ángel Freddy Forero	Amando Pinzón	Boris Fernando Díaz	Carlos Arturo Macías	Carlos Parra	Diego Mantilla	Edward Carreño	Edward Lozada	Freddy Duarte	Hernando Garavito	Jonathan Ávila	Lizeth Paola Díaz	Miller Sosa	Milton Ariel Nieves	Oscar Reyes	Paulo Rangel	Yair Gutiérrez	William Consuegra	William Olave	
Lanzamiento global	Conceptos Generales																					
ETAPA 0	Conocimientos básicos del equipo																					
	Tablero de inspección TPM																					
	Condiciones básicas de operación																					
	Métodos de control de defectos																					
ETAPA 1	Detección temprana de defectos																					
	Jornada de limpieza profunda																					
ETAPA 2	Entrenamiento profundo en electricidad, hidráulica, neumática, instrumentación, seguridad industrial, motores eléctricos y teoría de inducción																					
ETAPA 3	Entrenamiento preliminar en lubricación																					
	Entrenamiento en uso de estándares																					
	NIVEL 40%	I	OPERARIO EN ENTRENAMIENTO BÁSICO (TEORÍA BÁSICA, TABLERO TPM, MÉTODOS DE CONTROL)																			
	NIVEL 70%	L	OPERARIO HABILITADO PARA REALIZAR RUTINA DIARIA DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN PROFUNDA																			
	NIVEL 100%	U	OPERARIO HABILITADO PARA REALIZAR ESTÁNDARES DE LIMPIEZA, INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN																			

## ANEXO 8. LISTA DE CHEQUEO DE ENTRENAMIENTO ESTÁNDAR

 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b>		<b>LISTA DE CHEQUEO ENTRENAMIENTO ESTANDARIZADO</b> <b>OPERARIO EN ENTRENAMIENTO BÁSICO (TEORÍA Y CONOCIMIENTOS BÁSICOS, TABLERO TPM, DETECCIÓN Y SOLUCIÓN DE DEFECTOS)</b>			<b>NIVEL</b> 25%	<b>OPERARIO EN ENTRENAMIENTO BÁSICO.</b>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><b>OPERARIO:</b></td><td>Boris Fernando Díaz</td></tr> <tr><td><b>LÍNEA:</b></td><td>Juntas Fijas</td></tr> <tr><td><b>LET'S:</b></td><td>Álvaro Ordóñez / Henry Carvajal</td></tr> <tr><td><b>ENTRENADORES</b></td><td>S. Ontiveros, V. Campillo, Y. Arenas</td></tr> <tr><td><b>COORD. PRODUCCIÓN:</b></td><td>Gustavo Mina</td></tr> <tr><td><b>COORD. TALENTO HUMANO:</b></td><td>Vanessa Badillo</td></tr> </table>		<b>OPERARIO:</b>	Boris Fernando Díaz	<b>LÍNEA:</b>	Juntas Fijas	<b>LET'S:</b>	Álvaro Ordóñez / Henry Carvajal	<b>ENTRENADORES</b>	S. Ontiveros, V. Campillo, Y. Arenas	<b>COORD. PRODUCCIÓN:</b>	Gustavo Mina	<b>COORD. TALENTO HUMANO:</b>	Vanessa Badillo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: center;">MÁQUINA</th></tr> <tr><td style="text-align: center; vertical-align: middle;">                     TEMPLADORA POR INDUCCIÓN FDF                 </td></tr> </table>					MÁQUINA	TEMPLADORA POR INDUCCIÓN FDF
<b>OPERARIO:</b>	Boris Fernando Díaz																			
<b>LÍNEA:</b>	Juntas Fijas																			
<b>LET'S:</b>	Álvaro Ordóñez / Henry Carvajal																			
<b>ENTRENADORES</b>	S. Ontiveros, V. Campillo, Y. Arenas																			
<b>COORD. PRODUCCIÓN:</b>	Gustavo Mina																			
<b>COORD. TALENTO HUMANO:</b>	Vanessa Badillo																			
MÁQUINA																				
TEMPLADORA POR INDUCCIÓN FDF																				
ÍTEM	ACTIVIDAD	OBJETIVOS	DESCRIPCIÓN	COD OPL	TIEMPO															
<b>FASE 1: PLANEAR - PREPARACIÓN DEL OPERARIO</b>																				
A	Estudio de la teoría básica del mantenimiento autónomo, el mantenimiento planeado y la Visión estratégica del TPM.	Al término de la capacitación el operario estará en capacidad de definir : qué es el TPM y tres de sus pilares a implementar , así como qué beneficios obtendrá la organización con la implementación de este proceso.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales a cargo del coordinador de Mantenimiento y con la participación de todos los operarios, LET'S, coordinador de línea, gerencia, etc.	NA	3 hr	✓														
B	Estudio de la estructura básica de los equipos	El operario estará en la capacidad de enunciar y diferenciar las partes de su equipo y sus funciones; así como los conceptos seguridad industrial a tener en cuenta en el puesto de trabajo y alarmas en caso de emergencia.	OPL en Estructura básica interna y externa de la Templadora FDF	MJF - 009 - 1	1 hr	✓														
			OPL en Restricciones de la Templadora FDF	MJF - 009 - 2	1 hr	✓														
C	Enseñanza del uso del tablero de actividades TPM	Al término de la capacitación, el operario tendrá los conocimientos necesarios para realizar las actividades de inspección del cuadro TPM	OPL en Uso del Tablero TPM	MA-001	1 hr	✓														
D	Estudio de las condiciones básicas de operación de la máquina	Al término de la capacitación el operario tendrá la capacidad de diferenciar el deterioro natural y el deterioro forzado de su máquina; y podrá establecer las diferencias entre las condiciones mínimas necesarias para el buen funcionamiento y las condiciones suficientes para la correcta operación de los equipos.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales.	NA	1 hr	✓														
E	Estudio de métodos de control de anomalías	El operario estará en la capacidad de hacer uso adecuado y oportuno de las tarjetas de defectos y las ordenes de trabajo.	OPL en Uso de las tarjetas de efectos	MA-002	1 hr	✓														
F	Retroalimentación al operario y actualización de la matriz de polivalencia	<b>Registre en la matriz correspondiente a la línea el nuevo operario en entrenamiento, certificando un nivel del 25%</b>	NA	NA	NA	✓														
		<b>FIRMA OPERARIO</b>																		
		<b>FIRMA ENTRENADOR</b>																		
		<b>FIRMA LET</b>																		
		<b>FIRMA COORD. PRODUCCIÓN</b>																		
		<b>FIRMA COORD. TALENTO HUMANO</b>																		
		<b>FECHA APROBACIÓN</b>																		



**LISTA DE CHEQUEO ENTRENAMIENTO ESTANDARIZADO**

**OPERARIO EN ENTRENAMIENTO BÁSICO (TEORÍA Y CONOCIMIENTOS BÁSICOS, TABLERO TPM, DETECCIÓN Y SOLUCIÓN DE DEFECTOS)**

NIVEL  
50%

OPERARIO EN  
ENTRENAMIENTO BÁSICO.

**TRANSEJES COLOMBIA**

OPERARIO:	Boris Fernando Díaz
LÍNEA:	Juntas Fijas
LET'S:	Álvaro Ordóñez / Henry Carvajal
ENTRENADORES	S. Ontiveros, V. Campillo, Y. Arenas
COORD. PRODUCCIÓN:	Gustavo Mina
COORD. TALENTO HUMANO:	Vanessa Badillo

MÁQUINA  
**TEMLADORA POR  
INDUCCIÓN FDF**

ÍTEM	ACTIVIDAD	OBJETIVOS	DESCRIPCIÓN	COD OPL	TIEMPO	
<b>FASE 2: INSPECCIÓN Y LIMPIEZA</b>						
A	Entrenamiento en detección de defectos y participación activa en las soluciones.	Fortalecer el conocimiento del operador en su máquina asignada y desarrollar la habilidad para detectar defectos, registrarlos y definir plan de acción junto con los técnicos de mantenimiento para la solución. Por medio de una capacitación vía OPL, el operario aprenderá el uso adecuado y oportuno de las tarjetas de defectos y las ordenes de trabajo.	OPL en Que es Presión?	MJF-009-4	1 hr	
			OPL en Instrumentos de medición de presión	MJF-009-5	1 hr	
			OPL en Cambio de manómetros	MJF-009-6	1hr	
			Práctica en cambio de manómetros		2 hr	
			OPL en Calibración de flujómetro	MJF-009-3	1 hr	
			Práctica Calibración flujómetro		1,5 hr	
B	Entrenamiento en Jornada Kaizen de Limpieza Profunda	Al termino de la capacitación el operario tendrá claro el objetivo de la jornada Kaizen de limpieza profunda, entendiendo la importancia de inspeccionar y conocer su equipo profundamente. Bajo el lema "limpiar es inspeccionar" cada operario aprenderá a utilizar sus sentidos para identificar anomalías en su máquina.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	1 hr	
			Jornada de limpieza profunda	NA	16 hr	
C	Entrenamiento en Seguridad Industrial para Mantenimiento Autónomo	Fortalecer los conocimientos de seguridad industrial en los operarios y brindar la información necesaria para que estos puedan realizar actividades de Mantenimiento autónomo bajo condiciones seguras evitando riesgos que pongan en peligro su vida.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	1 hr	
E	Retroalimentación al operario y actualización de la matriz de polivalencia	<b>Registre en la matriz correspondiente a la línea el nuevo operario habilitado para realizar actividades de limpieza, certificando un nivel del 50%</b>	NA			
			<b>FIRMA OPERARIO</b>			
			<b>FIRMA ENTRENADOR</b>			
			<b>FIRMA LET</b>			
			<b>FIRMA COORD. PRODUCCIÓN</b>			
			<b>FIRMA COORD. TALENTO HUMANO</b>			
			<b>FECHA APROBACIÓN</b>			



**LISTA DE CHEQUEO ENTRENAMIENTO ESTANDARIZADO**

**OPERARIO EN ENTRENAMIENTO BÁSICO (TEORÍA Y CONOCIMIENTOS BÁSICOS, TABLERO TPM, DETECCIÓN Y SOLUCIÓN DE DEFECTOS)**

**NIVEL  
75%**

**OPERARIO EN  
ENTRENAMIENTO BÁSICO.**

**TRANSEJES COLOMBIA**

<b>OPERARIO:</b>	Boris Fernando Díaz
<b>LÍNEA:</b>	Juntas Fijas
<b>LET'S:</b>	Álvaro Ordóñez / Henry Carvajal
<b>ENTRENADORES</b>	S. Ontiveros, V. Campillo, Y. Arenas
<b>COORD. PRODUCCIÓN:</b>	Gustavo Mina
<b>COORD. TALENTO HUMANO:</b>	Vanessa Badillo

**MÁQUINA**  
**TEMPLADORA POR  
INDUCCIÓN FDF**

ÍTEM	ACTIVIDAD	OBJETIVOS	DESCRIPCIÓN	COD OPL	TIEMPO				
<b>FASE 3: ENTRENAMIENTO PROFUNDO</b>									
A	Entrenamiento en Herramientas para mantenimiento.	Al termino de la capacitación el operario estará en la capacidad de diferenciar los diferentes tipos de herramientas utilizados para realizar un mantenimiento básico, mecánico y eléctrico, en los equipos.	capacitación en sala con ayudas audiovisuales Entrenamiento práctico en la máquina	NA NA	2 hr 1 hr				
B	Estudio de la electricidad básica	El operario podrá comprender los fenómenos físicos que ocurren con la generación de energía eléctrica como por ejemplo, corriente, voltaje, potencia, etc. Además, estará en la capacidad de identificar los elementos de almacenamiento de energía.	capacitación en sala con ayudas audiovisuales Entrenamiento práctico en la máquina	NA NA	2 hr 1 hr				
D	Estudio de la Teoría de inducción	Al termino de la capacitación, el operador podrá entender el fenómeno que se presenta en la operación de temple por inducción de campo magnético, y las leyes que rigen el calentamiento por inducción.	capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr				
E	Entrenamiento en instrumentación básica	El operario podrá identificar la aplicación de los diferentes instrumentos de medición, su funcionamiento y el uso correcto de estos para medir las variables mas comunes (presión, temperatura, caudal, voltaje, corriente)	capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr				
F	Entrenamiento en conectores y cables eléctricos	El operario aprenderá a identificar los diferentes tipos de cable y su calibre, así como los tipos de conectores mas utilizados en la industria y su aplicación en el puesto de trabajo.	capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr				
G	Retroalimentación al operario y actualización de la matriz de polivalencia	<b>Registre en la matriz correspondiente a la línea el nuevo operario habilitado para realizar actividades de limpieza, certificando un nivel del 75%</b>	NA	NA	NA				
		<b>FIRMA OPERARIO</b>							
		<b>FIRMA ENTRENADOR</b>							
		<b>FIRMA LET</b>							
		<b>FIRMA COORD. PRODUCCIÓN</b>							
		<b>FIRMA COORD. TALENTO HUMANO</b>							
		<b>FECHA APROBACIÓN</b>							



**LISTA DE CHEQUEO ENTRENAMIENTO ESTANDARIZADO**

**OPERARIO EN ENTRENAMIENTO BÁSICO (TEORÍA Y CONOCIMIENTOS BÁSICOS, TABLERO TPM, DETECCIÓN Y SOLUCIÓN DE DEFECTOS)**

NIVEL  
100%

OPERARIO EN  
ENTRENAMIENTO BÁSICO.

**TRANSEJES COLOMBIA**

OPERARIO:	Boris Fernando Díaz
LÍNEA:	Juntas Fijas
LET'S:	Álvaro Ordóñez / Henry Carvajal
ENTRENADORES	S. Ontiveros, V. Campillo, Y. Arenas
COORD. PRODUCCIÓN:	Gustavo Mina
COORD. TALENTO HUMANO:	Vanessa Badillo

MÁQUINA  
  
TEMPLADORA POR  
INDUCCIÓN FDF

ÍTEM	ACTIVIDAD	OBJETIVOS	DESCRIPCIÓN	COD OPL	TIEMPO	
<b>FASE 3: ENTRENAMIENTO PROFUNDO</b>						
A	Entrenamiento en sistemas de control básico de accionamiento	El operario estará en la capacidad de identificar y comprender los diferentes sistemas de control y sus características principales	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	1 hr	
B	Entrenamiento en motores eléctricos	El operario aprenderá sobre los diferentes tipos de motores eléctricos, su funcionamiento básico y los mas utilizados en la industria.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr	
			Entrenamiento practico en la máquina	NA	1 hr	
C	Estudio de la teoría de hidráulica básica	El operario estudiará los principios básicos (presión, caudal) que rigen la hidráulica, así como sus aplicaciones en la industria. Además de esto, aprenderá a identificar los elementos mas utilizados en los sistemas hidráulicos tales como válvulas de vías, válvulas limitadoras de presión, etc.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr	
			Entrenamiento practico en la máquina	NA	1 hr	
D	Capacitación en bombas y sistemas de refrigeración	El operario conocerá acerca de los diferentes tipos de bombas y sus aplicaciones. Además, estará en la capacidad de identificar el conjuntos de elementos q componen un sistema de refrigeración (tuberías, llaves de paso, etc.).	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr	
			Entrenamiento practico en la máquina	NA	1 hr	
E	Capacitación en sistemas neumáticos	El operario estudiará los principios básicos de la neumática, como presión y caudal, así como sus aplicaciones en la industria. Además de esto, aprenderá a identificar los elementos más utilizados en los sistemas neumáticos tales como válvulas de vías, válvulas limitadoras de presión, etc.	Capacitación en sala con ayudas audiovisuales	NA	2 hr	
			Entrenamiento practico en la máquina	NA	0 hr	
F	Retroalimentación al operario y actualización de la matriz de polivalencia	<b>Registre en la matriz correspondiente a la línea el nuevo operario habilitado para realizar actividades de limpieza, certificando un nivel del 100%</b>	NA	NA	NA	
<b>FIRMA OPERARIO</b>						
<b>FIRMA ENTRENADOR</b>						
<b>FIRMA LET</b>						
<b>FIRMA COORD. PRODUCCIÓN</b>						
<b>FIRMA COORD. TALENTO HUMANO</b>						
<b>FECHA APROBACIÓN</b>						

## ANEXO 9. OPL'S SOBRE ESTRUCTURA BÁSICA DEL EQUIPO

 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b>	Preparó: Yuribeth Arenas Aprobó: Víctor Campillo Fecha: 12 de Mayo 2001	CÓDIGO <b>MJF - 006 - 1</b>	PAGINA 1 DE 2				
<b>One Point Lesson</b>	Tema: <b>ESTRUCTURA BÁSICA EXTERNA DE LA FRESADORA EXCELLO</b>	<input type="checkbox"/> Acción Correctiva <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/> Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación					
Revisado por: Vanesa Badillo    Fecha Revisión: Mayo del 2011    No de Revisión: Liberado							
<input type="checkbox"/> MÉTODOS	<input type="checkbox"/> SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	<input type="checkbox"/> SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	<input type="checkbox"/> MEJORAS REALIZADAS	<input type="checkbox"/> SISTEMAS DE CALIDAD	<input type="checkbox"/> TPM.	<input type="checkbox"/> PRODUCCIÓN PROCESOS	<input type="checkbox"/> FORMACIÓN CORPORATIVA
<p><b>1</b>      A continuación se presenta la estructuración básica externa, describiendo las partes mas importantes.</p>							
<p><b>2</b>      ESTRUCTURA BÁSICA EXTERNA DE LA MAQUINA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">      </div> <div style="width: 50%;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puerta parte delantera.</li> <li>2. Tablero de mandos.</li> <li>3. Guardas traseras.</li> <li>4. Guarda del servomotor del eje X.</li> <li>5. Guarda lateral derecha.</li> <li>6. Guarda lateral izquierda.</li> <li>7. Tablero de control.</li> <li>8. Tablero de unidad de mantenimiento y electroválvulas neumáticas e hidráulicas.</li> <li>9. Motor bomba del sistema hidráulico.</li> <li>10. Tanque del sistema hidráulico.</li> <li>11. Sistema de lubricación de la maquina.</li> </ol> </div> </div>							



TRANSEJES COLOMBIA

Preparó: Yuribeth Arenas  
Aprobó: Víctor Campillo  
Fecha: 12 de Mayo 2001

CÓDIGO

MJF - 006 - 1

PAGINA 2 DE 2

### One Point Lesson

Tema: **ESTRUCTURA BÁSICA INTERNA DE LA FRESADORA EXCELLO**

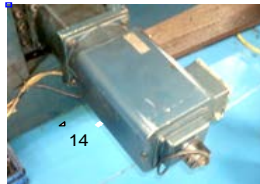
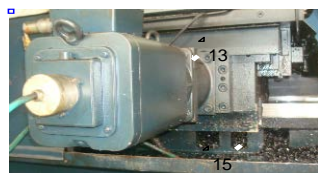
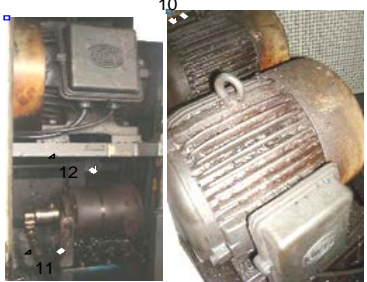
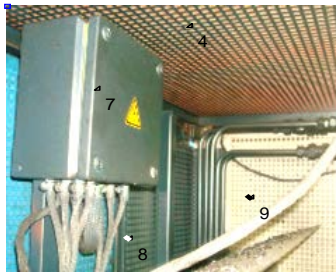
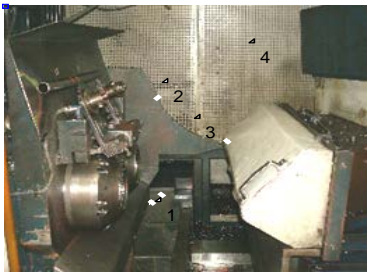
Acción Correctiva  Mejora Continua   
Acción Preventiva   Formación

Revisado por: Vanesa Badillo Fecha Revisión: Mayo del 2011 No de Revisión: Liberado

MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	T.P.M.	PRODUCCIÓN PROCESOS	FORMACIÓN CORPORATIVA
---------	-----------------------	---------------------------------------	--------------------	---------------------	--------	---------------------	-----------------------

1 A continuación se presenta la estructuración básica interna, describiendo las partes mas importantes.

### 2 ESTRUCTURA BÁSICA INTERNA DE LA MAQUINA



1. Copa1 y Copa 2 con sus dispositivo de arrastre.
2. Sistema para anclar la junta.
3. Guarda de los husillos.
4. Guardas internas de la maquina.
5. Husillo 1 y husillo 2
6. Vástago con herramienta de fresado.
7. Guarda del sistema eléctrico del sistema en indexación.
8. Cableado del sistema eléctrico del sistema de indexación.
9. Tubería del sistema hidráulico del sistema de indexación.
10. Motores eléctricos que permiten el movimiento de los husillos.
11. Vista trasera del husillo.
12. Sistema de transmisión del movimiento por medio de poleas y correas, del motor eléctrico (parte superior), al husillo (parte inferior).
13. Servomotor del eje X. Permite que los husillo se desplacen en el sentido del eje X.
14. Servomotor del eje Z. Permite que los husillo se desplacen en el sentido de eje Z.
15. Guías de desplazamiento de los husillos.



TRANSEJES COLOMBIA

Preparó: Yuribeth Arenas  
Aprobó: Víctor Campillo  
Fecha: 12 de Mayo 2001

CÓDIGO  
MJF - 028 - 1

PAGINA 1 DE 2

### One Point Lesson

Tema: **ESTRUCTURA BÁSICA EXTERNA DEL TORNO CNC OKUMA**

Acción Correctiva  Mejora Continua   
Acción Preventiva   Formación

Revisado por: Vanesa Badillo Fecha Revisión: Mayo del 2011 No de Revisión: Liberado

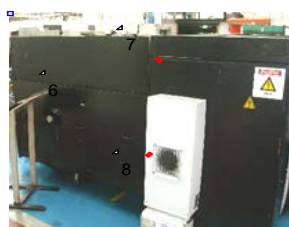
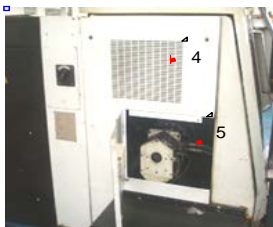
<input type="checkbox"/> MÉTODOS	<input type="checkbox"/> SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	<input type="checkbox"/> SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	<input type="checkbox"/> MEJORAS REALIZADAS	<input type="checkbox"/> SISTEMAS DE CALIDAD	<input type="checkbox"/> TPM.	<input type="checkbox"/> PRODUCCIÓN PROCESOS	<input type="checkbox"/> FORMACIÓN CORPORATIVA
----------------------------------	--	--	---	--	-------------------------------	--	--

1 A continuación se presenta la estructuración básica externa, describiendo las partes mas importantes.

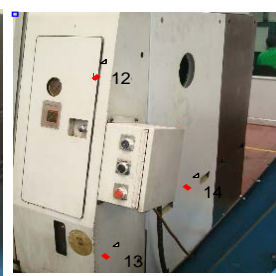
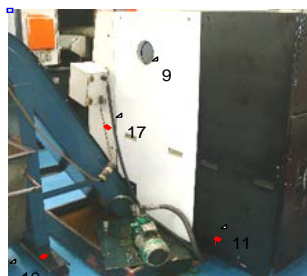
### 2 ESTRUCTURA BÁSICA EXTERNA DE LA MAQUINA



1. Puerta y ventana de seguridad, parte frontal.
2. Tablero de mandos.
3. Guarda inferior.
4. Guardas lateral izquierda.
5. Guarda donde se ajustan los microswitches de desplazamiento de anclaje y desanclaje del husillo.
6. Guarda trasera.
7. Tablero de control.
8. Sistema de aire acondicionado del tablero de control.



9. Guarda lateral derecha.
10. Tanque del sistema de refrigeración.
11. Motor bomba del sistema de refrigeración.
12. Manómetro del contrapunto.
13. Medidor de nivel del deposito de la unidad de lubricación.
14. Tablero de mandos del transportador de viruta.
15. Sistema hidráulico de la maquina.
16. Transformador eléctrico.
17. Transportador de viruta.





TRANSEJES COLOMBIA

Preparó: Yuribeth Arenas  
Aprobó: Víctor Campillo  
Fecha: 12 de Mayo 2001

CÓDIGO  
MJF - 028 - 1

PAGINA 2 DE 2

### One Point Lesson

Tema: **ESTRUCTURA BÁSICA INTERNA DEL TORNO CNC OKUMA**

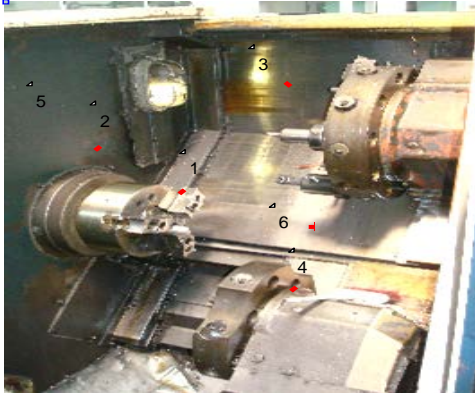
Acción Correctiva  Mejora Continua   
Acción Preventiva   Formación

Revisado por: Vanesa Badillo      Fecha Revisión: Mayo del 2011      No de Revisión: Liberado

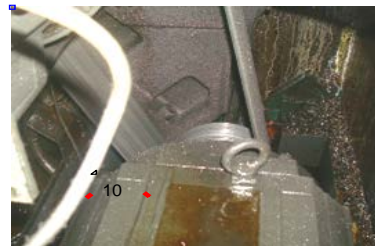
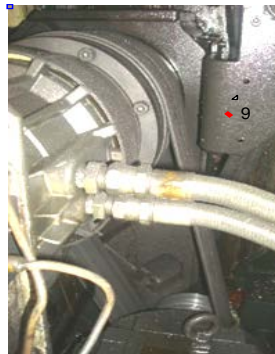
<input type="checkbox"/> MÉTODOS	<input type="checkbox"/> SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	<input type="checkbox"/> SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	<input type="checkbox"/> MEJORAS REALIZADAS	<input type="checkbox"/> SISTEMAS DE CALIDAD	<input type="checkbox"/> TPM.	<input type="checkbox"/> PRODUCCIÓN PROCESOS	<input type="checkbox"/> FORMACIÓN CORPORATIVA
----------------------------------	--	--	---	--	-------------------------------	--	--

1 A continuación se presenta la estructuración básica externa, describiendo las partes mas importantes.

### 2 ESTRUCTURA BÁSICA INTERNA DE LA MAQUINA



- 1. Sistema de arrastre de la copa.
- 2. Husillo
- 3. Torreta superior.
- 4. Torreta inferior.
- 5. Guardas internas.
- 6.. Guías de desplazamiento de las torretas.
- 7.. Servomotor del eje X.
- 8. Servomotor del eje Z.
- 9. Husillo.
- 10. Motor del husillo.



## ANEXO 10. OPL'S SOBRE RESTRICCIONES DE SEGURIDAD

 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b>	Preparó: <u>Yuribeth Arenas</u> Aprobó: <u>Victor Campillo</u> Fecha: <u>12 de Mayo 2001</u>	CÓDIGO <b>MJF - 006 - 2</b>	PAGINA 1 DE 1				
<b>One Point Lesson</b>	Tema: <b>RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DE LA FRESADORA EXCELLO</b>	<input type="checkbox"/> Acción Correctiva <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/> Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación					
Revisado por: <u>Vanesa Badillo</u> Fecha Revisión: <u>Mayo del 2011</u> No de Revisión: <u>Liberado</u>							
MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	T.P.M.	PRODUCCIÓN PROCESOS	FORMACIÓN CORPORATIVA
<b>1</b> A continuación se presenta la estructuración básica interna, describiendo las partes mas importantes.							
<b>2</b> PARTES QUE SE DEBEN O NO DESMONTAR POR PARTE DE LOS OPERARIOS.							
 		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reemplazo del vástago con la herramienta: <b>SI</b></li> <li>2. Correas del sistema de transmisión del movimiento del motor eléctrico al husillo: <b>SI</b>. (Revisar su estado y realizar el cambio en caso de que se rompa).</li> <li>3. Electroválvulas 4 vías/ 2 posiciones con accionamiento por bobina (avance y retorno) y anclamiento: <b>NO</b></li> <li>4. Válvulas limitadoras de presión: <b>NO</b></li> <li>5. Unidad de mantenimiento de la maquina: <b>SI</b> (Revisar el nivel del lubricante).</li> <li>6. Electroválvulas 4 vías/ 2 posiciones con accionamiento por bobina (avance y retorno) y anclamiento: <b>NO</b></li> <li>7. Sistema de lubricación de las guías: <b>SI</b> (Revisar el nivel del deposito y reponer el lubricante para alcanzar el nivel especificado en el medidor de nivel).</li> </ol>					
 		<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Sistema hidráulico de la maquina: <b>SI</b> (Revisar el nivel del deposito y reponer el aceite hidráulico para alcanzar el nivel especificado en el medidor de nivel).</li> <li>9. Sensores inductivos del sistema de accionamiento del movimiento de indexación: <b>NO</b></li> <li>10. Electroválvula de 1 vía/ 1posición del sistema neumático: <b>NO</b>.</li> <li>11. Electroválvula direccional de 3 vías/ 2 posiciones con accionamiento (avance y retorno) por bobina y anclamiento: <b>NO</b>.</li> <li>12. Switches de presión: (al recibir una señal hidráulica realizan una conmutación y mandan una señal eléctrica): <b>NO</b></li> <li>13. Manometro1 (presión de la maquina) Manometro2 (presión de anclaje): <b>SI</b> (Verificar la presión).</li> </ol>					
							
							



TRANSEJES COLOMBIA

Preparó: Yuribeth Arenas  
Aprobó: Víctor Campillo  
Fecha: 12 de Mayo 2001

CÓDIGO

MJF - 012 - 2

PAGINA 1 DE 1

### One Point Lesson

Tema:

**RESTRICCIONES DE SEGURIDAD DE LA RECTIFICADORA SASE**

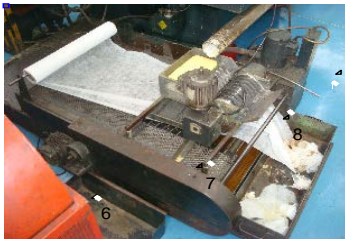
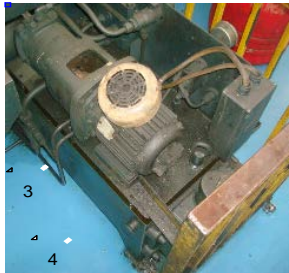
\_\_\_ Acción Correctiva    \_\_\_ Mejora Continua  
\_\_\_ Acción Preventiva     x  Formación

Revisado por: Vanesa Badillo    Fecha Revisión: Mayo del 2011    No de Revisión: Liberado

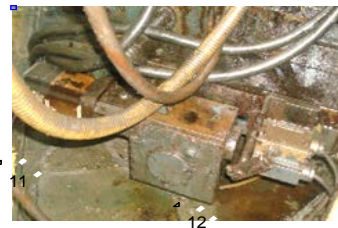
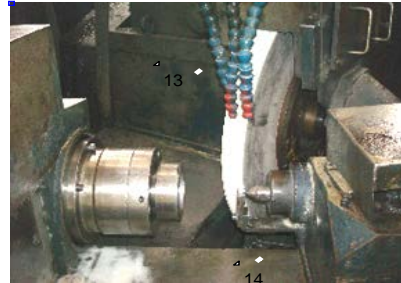
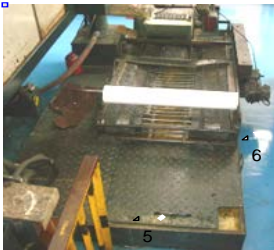
MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	TPM.	PRODUCCIÓN PROCESOS	FORMACIÓN CORPORATIVA
---------	-----------------------	---------------------------------------	--------------------	---------------------	------	---------------------	-----------------------

1 A continuación se presenta la estructuración básica externa e interna, describiendo las partes mas importantes.

### 2 PARTES QUE SE DEBEN O NO DESMONTAR POR PARTE DEL OPERARIO



1. Tanque de almacenamiento del lubricante de las guías. SI. Revisar el nivel y reponer el lubricante en caso que el nivel este por debajo del nivel especificado.
2. Motor bomba del sistema de lubricación de las guías de la maquina. NO
3. Motor bomba del sistema hidráulico de la maquina. NO. La bomba acciona el sistema hidráulico que permite que haya presión en todo el sistema y a su vez que dispositivos como los cilindros de doble efecto del mecanismo del diamantador y el mecanismo de desplazamiento del carro de desplazamiento longitudinal de la piedra abrasiva funcionen.
4. Tanque de almacenamiento del sistema hidráulico. SI. Revisar el nivel del aceite y reponer en caso que el nivel este por debajo del nivel especificado.
5. Tanque de almacenamiento del refrigerante. SI. Revisar el nivel y reponer en caso que el nivel este por debajo del nivel especificado.
6. Motor eléctrico que acciona el mecanismo de la tela del sistema de filtrado. NO.
7. Motor eléctrico que acciona el mecanismo del filtro magnético. NO
8. Motor bomba del sistema de refrigeración. NO.
9. Deposito del refrigerante. SI. Revisar el nivel del refrigerante y reponer en caso que el nivel este por debajo del nivel especificado.
10. Electroválvulas 4 vías/ 2 posiciones monoestables de accionamiento por bobina y retorno por muelle. NO.
11. Motor paso a paso con caja reductora lubricada con MEROPA 220. SI . Revisar el nivel del lubricante y reponer en caso que el nivel este por debajo del nivel especificado.
12. Sensores finales de carrera. NO.
13. Mangueras del sistema de refrigeración. SI
14. Cuadrar la posición del contrapunto. SI














## ANEXO 12. OPL SOBRE EL USO DEL TABLERO TPM

 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b> <b>One Point Lesson</b>	Preparó: Yuribeth Arenas	CODIGO	PAGINA 1 DE 1				
	Aprobó: Victor Campillo	MA-001					
	Fecha: 25 de Mayo 2001						
Tema: <b>USO DEL TABLERO T.P.M.</b>		<input type="checkbox"/> Acción Correctiva <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/> Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación					
Revisado por: Vanessa Badillo		Fecha Revisión: Junio 2011	No de Revisión:				
METODOS	SOLUCION DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	TPM	PRODUCCION PROCESOS	FORMACION CORPORATIVA

**1** Por medio del tablero de gerencia visual TPM se busca inspeccionar y controlar las partes y sistemas de las máquinas que se encuentran expuestas al deterioro.

**2** Cuadro de acciones de inspección a realizar por parte del operario.

LIMPIEZA GENERAL	REFRIGERACION
 <p style="color: red; font-weight: bold;">1. ACCIÓN</p> <p style="font-size: x-small;">- LIMPIEZA EXTERIOR E INTERIOR DE LA MAQUINA. - VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE LA PUERTA Y EL TRANSPORTADOR DE VIRUTA. - VERIFICAR ESTADO DEL TABLERO DE CONTROL.</p>	 <p style="color: red; font-weight: bold;">2. ACCIÓN</p> <p style="font-size: x-small;">- VERIFICAR QUE EL NIVEL DEL REFRIGERANTE SE ENCUENTRE EN EL LIMITE SUPERIOR. - VERIFICAR QUE EL FILTRO ESTE LIMPIO LIBRE DE VIRUTA.</p>

**3** Cuadro de registro de datos de inspección

MÁQUINA: (nombre de la máquina)		FECHA:																															
T		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
U		1	0	0																													
R		2	0	X																													
N		3	0	0																													
O		4	0	0																													
1		5	0	0																													


→ Especificar Mes  
→ Corresponde a los días del Mes

→ Marque con una **X** en **ROJO** si la inspeccion realizada presenta problemas  
→ Marque con un **O** en **AZUL** si la Inspeccion realizada esta en correctas condiciones  
→ Número de la actividad a realizar correspondiente al cuadro de acciones  
→ Frecuencia de la inspección: Todas las actividades de inspeccion deben realizarse en cada turno



**4** El operario debe realizar **TODAS** las actividades de inspección especificadas en el cuadro de acciones en **CADA** turno. Si todo se encuentra en las condiciones correctas debe escribir "**O**" en **AZUL**. Si existe algún problema o anomalía debe escribir "**X**" en color **ROJO**.

**5** **RECUERDE:**

- ✓ Se debe revisar el tablero TPM en cada turno para tomar medidas de corrección y control sobre los puntos marcados con **X**
- ✓ Estos problemas deben ser notificados al personal de mantenimiento: Se debe generar una orden de trabajo y una tarjeta de defectos por cada problema encontrado en la inspección.
- ✓ En necesario realizar una pequeña reunion entre el operario y el tecnico de mantenimiento en donde quede registrado el numero de la orden de trabajo relacionada y una posible solucion para el problema. Esta reunion debe quedar registrada en el formato de reuniones TPM.






## ANEXO 13. CAPACITACIÓN EN CONDICIONES BÁSICAS DE OPERACIÓN

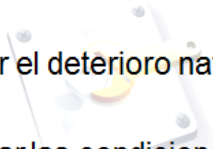
### CONDICIONES BÁSICAS DE LA MÁQUINA



- CLASES DE DETERIORO
- CONDICIÓN IDEAL DE OPERACIÓN



 **Objetivos:** 

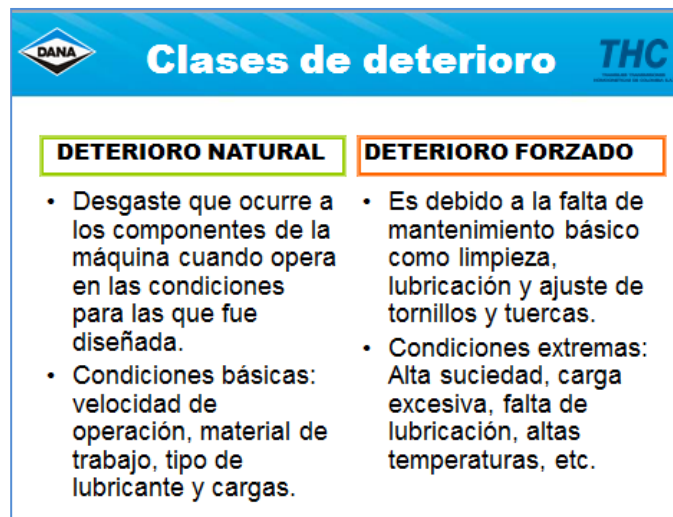
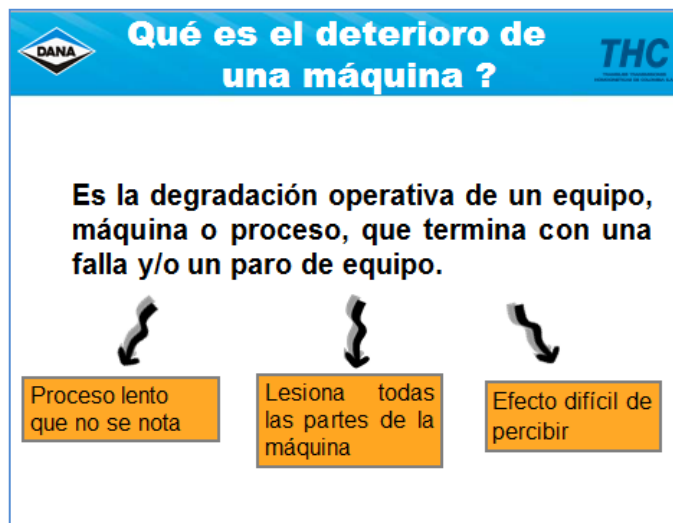
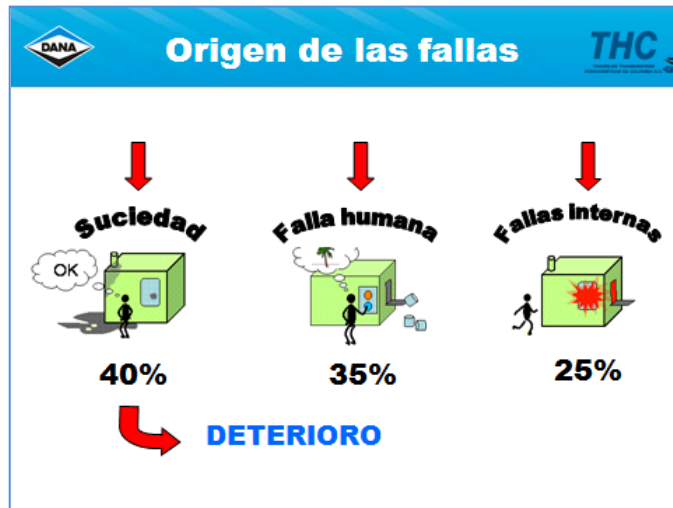
- Eliminar el deterioro acelerado
- Retardar el deterioro natural
- Restaurar las condiciones básicas de los equipos

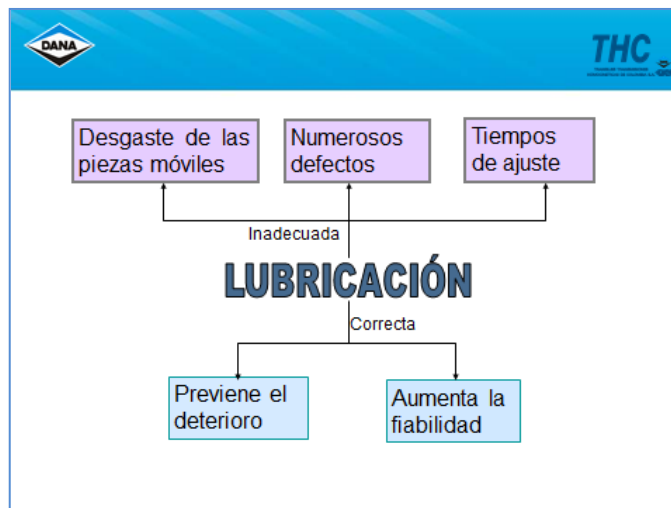
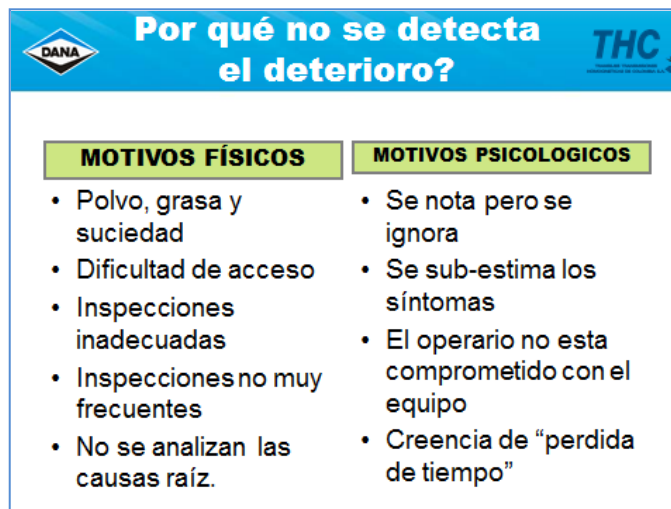
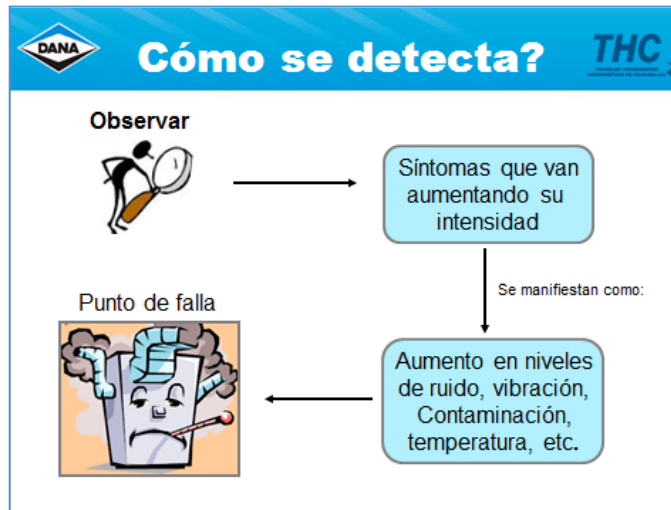


 **Por qué los operarios?** 

Porque el operario es la persona que mejor conoce la máquina que opera

El operario pasa todo el tiempo junto a la máquina







## Condiciones básicas THC

Factores que afectan las condiciones básicas:



- ♦ Ajuste de piezas
- ♦ Lubricación correcta
- ♦ Pequeñas deficiencias
- ♦ Piezas flojas
- ♦ Piezas elongadas
- ♦ Piezas desgastadas
- ♦ Piezas faltantes
- ♦ Piezas deformes
- ♦ Piezas fisuradas
- ♦ Soldaduras inadecuadas
- ♦ Desalineaciones



## Condiciones básicas necesarias Rectificadora Excello THC

- Velocidad de husillo: 35000rpm.



## Condiciones básicas necesarias Rectificadora Excello THC

- Material de trabajo: forja convencional y forja de precisión.





### Condiciones básicas necesarias Rectificadora Excello



- Tipo de refrigerante: Hocut al 4%



Deposito del  
Sistema de  
Refrigeración



### Condiciones básicas necesarias Rectificadora Excello



- Tipo de aceite hidráulico: Shell Iso 32,  
27galones



Deposito del  
Sistema  
Hidráulico



### Condiciones básicas necesarias Rectificadora Excello



- Lubricador por niebla: Husillo 10.
- Lubricación de guías: Meropa 220.
- Unidad de mantenimiento: Husillo 10.
- Lubricación motoreductor eje b: Meropa 220.





## Condiciones básicas necesarias Rectificadora Excello



- Presión acumulador (diamantado): 55bar.
- Presión refrigerante: 6bar.
- Carga eléctrica: 440v a.C.. 60 a a.C. Y 39 kva




## Condiciones suficientes necesarias Rectificadora Excello



CONDICIÓN	CONDICIÓN BÁSICA	CONDICIÓN SUFICIENTE
VELOCIDAD DE HUSILLO	35000RPM.	30000+-5000 RPM.
MATERIAL DE TRABAJO	FORJA CONVENCIONAL Y FORJA DE PRECISIÓN.	FORJA CONVENCIONAL Y FORJA DE PRECISIÓN.
LUBRICANTE POR NIEBLA	HUSILLO 10	HUSILLO 10 (1/4GALON).
ACEITE HIDRAULICO	SHELL ISO 32. 27GALONES	ISO 32. 27 GALONES.
LUBRICACIÓN DE GUÍAS	MEROPA 220.	MEROPA 220 (1/2GALON)
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	HUSILLO 10.	HUSILLO 10 (1/8GALON).
LUBRICACIÓN MOTOREDUCTOR EJE B	MEROPA 220.	MEROPA 220 (4 Y 1/2 GALON)
PRESIÓN ACUMULADOR	55BAR.	60+-10 BAR.
PRESIÓN REFRIGERANTE	6BAR.	10+-2BAR.
CARGA ELECTRICA	440V A.C.. 60 A A.C. Y 39 KVA	440V. A.C. 60 A. A.C.. Y 39KVA.

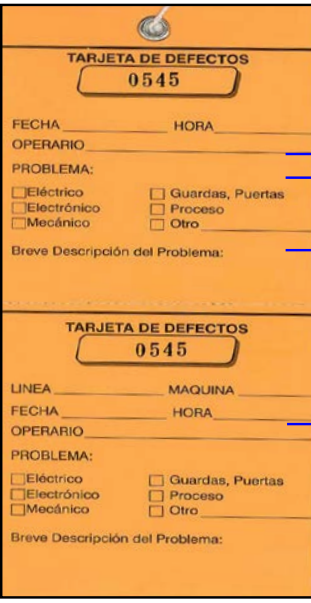
## ANEXO 14. OPL SOBRE EL USO DE LAS TARJETAS DE DEFECTOS

	Preparó: Yuribeth Arenas	CÓDIGO	PAGINA 1 DE 1
	Aprobó: Víctor Campillo	MA-002	
	Fecha: 25 de Mayo 2001		
<b>TRANSEJES COLOMBIA</b>  <b>One Point Lesson</b>	Tema: <b>USO DE LAS TARJETAS DE DEFECTOS</b>	<input type="checkbox"/> Acción Correctiva <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/> Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación	
	Revisado por: Vanesa Badillo	Fecha Revisión: Junio 2011	N° de Revisión: Liberado
MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS
			SISTEMAS DE CALIDAD
			T.P.M.
			PRODUCCIÓN PROCESOS
			FORMACIÓN CORPORATIVA

**1** Las tarjetas de defectos son un método de control que tiene como objetivo controlar y evaluar las anomalías encontradas en los equipos.

**2**



→ La parte superior de la tarjeta de defectos debe ubicarse en el área de la máquina en donde se presenta el problema.

→ Fecha y hora en que se detectó el defecto.

→ Operario quien detectó la anomalía.


→ Seleccionar el tipo de problema encontrado y hacer una breve descripción de este.

→ Línea de producción y máquina en donde fue encontrado el defecto.


**El operario debe emitir una orden de trabajo para la solución de los defectos encontrados.**

→ El desprendible inferior de la tarjeta de defectos debe ser unido con la Orden de Trabajo emitida y entregado al Técnico de mantenimiento encargado de la línea de producción.

**3**



→







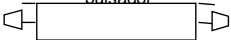
La tarjeta de defectos debe retirarse en el momento en que la falla sea corregida

## ANEXO 15. MANUAL DE DETECCIÓN DE ANORMALIDADES

<b>DETECCIÓN DE ANORMALIDADES</b>		
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>ANORMALIDAD</b>	<b>DETALLES SOBRE LA ANORMALIDAD</b>
Fallas ocultas	Suciedad	Polvo, basura, óxido
	Golpe	Hundimiento, deformación, fragmento doblado
	Desajustes	Vibración, inclinación, desgaste, deformación, corrosión
	Anomalías	Ruido anormal, calentamiento, olor anormal, alteración de color, presión, corriente eléctrica, acumulación de viruta, deslocamiento
	Adherencias	Etiquetas o calcomanías pegadas, plásticos, etc.
condición básica	Lubricación	Falta de aceite, aceite sucio, aceite inadecuado, escape o fuga, suciedad, deformación en la boquilla de lubricación.
	Medidor del nivel de aceite	Suciedad, daños, escapes, defectos en el medidor.
	Desajuste de tornillos y tuercas	Mal apretados, largo excesivo, rosca desgastada, tuerca invertida
Acceso	Limpieza e inspección	Estructura de la máquina, guardas, mal posicionamiento, falta de espacio, indicaciones inadecuadas.
	Lubricación	Posición inadecuada de la boquilla, altura inadecuada, drenaje obstruido
	Operación	Interruptores, manómetros, termómetros, medidor de humedad, vaciometro, válvulas
	Ajustes	Difícil acceso para ajuste de tuercas y tornillos
Fuentes se suciedad	Aceite	Escapes y esparcimiento de lubricante
	Gas/humo	Escape, esparcimiento, aires, gases, vapor
	Líquido	Escapes, caídas, agua caliente, agua de alcantarillas
	Residuos	Residuos de corte, productos defectuosos
Objetos innecesarios no urgentes	Instrumentos innecesarios	Bombas, ventiladores, compresores, torres, señalización, etc
	Tuberías innecesarias	Mangueras muy largas, ductos, válvulas, etc
	Aparatos de medición	Manómetros, termómetros,
	Sistema eléctrico	Interruptores, tomas, paneles, alambres, etc
	Herramientas y plantillas	Herramientas, instrumentos de corte, moldes, etc
	Accesorios innecesarios	Piezas sobresalientes de la máquina, piezas acumuladas
Localidades inseguras	Piso	Superficie irregular, desnivel, desgastes, placas flojas
	Fallas de iluminación	Mala iluminación, mal posicionamiento, daños de las tapas o guardas
	Objeto rotatorio	Guarda quebrada o floja
	Objetos peligrosos	Falta de aislamiento termico, solventes, utensilios de seguridad, señalización







## ANEXO 16. TABLA DE ANÁLISIS DE DEFECTOS

	TARJETA	SOLICITUD	DEFECTO	DETALLE TÉCNICO	FOTO DEL DEFECTO	CLASIFICACIÓN DEL PROBLEMA
1	0 395	19261	Conexión del pedal de ciclo	El puerto de la maquina donde se conecta el pedal de ciclo esta deteriorado y el conector del pedal esta dañado.		Nivel de Ingeniería
2	03 65	19262	Regulador avance estación I	En modo automático el regulador de avance de la estación campana no funciona, no regula la velocidad de avance del inductor, pero en manual si opera bien		Nivel de Ingeniería
3	03 61		Desajuste de puertas de las dos estaciones de trabajo del sistema de guías	Las puertas se encuentran deterioradas y desajustadas, y las guías de las puertas están desgastadas		Contratistas
4	03 62	19272	Temporizador que controla los tiempos no sirve en estación I	El display del temporizador que controla los tiempos no da imagen		Nivel de Ingeniería


CAUSAS	POSIBLE SOLUCIÓN	PARTICIPACIÓN DEL OPERARIO	REPUESTOS NECESARIOS	PARTICIPANTES EN LA SOLUCIÓN	RESPONSABLE SEGUIMIENTO
*El conector del pedal se golpea constantemente con el carro donde se acumula las piezas de la operación anterior.	*Se debe realizar cambio tanto del puerto de la maquina como del pedal de ciclo  *Implementar doble pulsador tipo hongo *Diseño de un nuevo mando con doble pulsador 	* Participación pasiva durante la instalación del nuevo dispositivo * El operario debe recibir la debida capacitación en el uso del nuevo dispositivo de accionamiento de la máquina.	* 3 conectores nuevos  Cotizar: * Caja * Pulsadores * Cableado Para dos estaciones	* Sergio Ontiveros - V. Campillo - F. Manosalva - operario	V. Campillo
*Falta de uso por la operación, para juntas fijas que no requiere diferentes avances *Falta de mantenimiento	1. Se debe hacer una Revisión del sistema hidráulico de avance del cilindro de posicionamiento del inductor 2. Se debe hacer una revisión de la salida del PLC, para verificar funcionamiento  Programar preventivo	* Participación pasiva durante la realización de mantenimiento preventivo	Cotizar M.O. * Dimae: 4 horas	Darío Carreño F. Manosalva Operador	Ariel Vega
* Deterioro normal por el uso de la máquina	Cambiar las puertas y las guías tanto de la estación I como de la estación II cotización en manos de Gustavo Mina diseño	Participación pasiva en el montaje de las nuevas puertas; posteriormente debe dar su punto de vista sobre la comodidad para abrir y cerrar las nuevas puertas (fácil desplazamiento de las puertas).	NA	Proveedor (Julio Quesada)	Gustavo Mina
*Deterioro por el uso de la máquina *Tiempo de vida completado del componente.	Se propone implementar una mejora usando un logo y una pantalla táctil, con el fin de eliminar estos temporizadores obsoletos	Participación pasiva durante la instalación del nuevo sistema; posteriormente el operario debe ser capacitado sobre cómo funciona el nuevo sistema por el ingeniero que realice el montaje del nuevo sistema.  *El operario debe recibir una capacitación por parte del ingeniero sobre el uso del nuevo sistema que se instale.	Repuestos solicitados PLC Logo Módulos de In/out para logo Pantalla Logo	D. Carreño F. Manosalva J. Abaunza Operario	F. Manosalva

## ANEXO 17. OPL'S SOLUCION DE DEFECTOS


 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b>	Preparó: Yuribeth Arenas		<b>CÓDIGO</b>  MJF - 003 - 3	PAGINA 1 DE 1			
	Aprobó: Víctor Campillo						
	Fecha: 17 de Agosto del 2011						
<b>One Point Lesson</b>	Tema:	<b>CAMBIO DE MANÓMETRO DE LA UNIDAD HIDRÁULICA DE LA CENTRADORA DRILL UNIT</b>		___ Acción Correctiva    ___ Mejora Continua ___ Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación			
Revisado por: Vanesa Badillo    Fecha Revisión: Julio del 2011    No de Revisión: Liberado							
MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	T.P.M.	PRODUCCIÓN PROCESOS	FORMACIÓN CORPORATIVA
<p><b>1</b> A continuación se presenta una breve descripción del procedimiento para cambiar un manómetro.</p>							
<p><b>2 PASOS QUE SE DEBEN SEGUIR PARA CAMBIAR UN MANÓMETRO</b></p> <p>1. Se debe apagar el husillo de la maquina, pulsando el pulsador HUSILLO OFF para detener el sistema hidráulico.</p>							
							
<p><b>LLAVE DE BOCA FIJA DE 5/8 DE PULGADA</b></p>							
		<p>2. Ubique el manómetro que va a cambiar; en este caso, el manómetro se encuentra en la unidad hidráulica.</p>					
		<p>3. Desmonte la barra de seguridad blanca, retirando de forma manual los tornillos que la aseguran.</p>					
		<p>4. Desmonte el manómetro utilizando una llave de 5/8 de pulgada de boca fija.</p>					
		<p>5. *Se toma el nuevo manómetro y se verifica que la aguja marque el punto cero.                  *Se sitúa el nuevo manómetro de forma que quede en la misma posición del manómetro anterior.                  *Asegúrese que el manómetro quede derecho para una fácil lectura.                  *Ajuste el manómetro con la llave de boca fija de 5/8 hasta que quede bien asegurado.</p>					

 <b>TRANSEJES COLOMBIA</b>	Preparó: Yuribeth Arenas	<b>CÓDIGO</b> <b>MJF - 009 - 3</b>	<b>PAGINA 1 DE 2</b>				
	Aprobó: Víctor Campillo						
	Fecha: 11 de julio del 2011						
<b>One Point Lesson</b>	Tema: <b>CALIBRACIÓN DE CAUDALIMETROS ELETTA DE LA TEMPLADORA F.D.F.</b>	<input type="checkbox"/> Acción Correctiva <input type="checkbox"/> Mejora Continua <input type="checkbox"/> Acción Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> Formación					
	Revisado por: Vanesa Badillo    Fecha Revisión: Julio del 2011    No de Revisión: Liberado						
MÉTODOS	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	SEGURIDAD INDUSTRIAL / MEDIO AMBIENTE	MEJORAS REALIZADAS	SISTEMAS DE CALIDAD	T.P.M.	PRODUCCIÓN PROCESOS	FORMACIÓN CORPORATIVA
<b>1</b> A continuación se presenta la calibración de un caudalimetro ELETTA cuando se presenta desplazamiento del punto cero							
<b>2</b> PASOS QUE SE DEBEN SEGUIR PARA LA CALIBRACIÓN DEL 1 AL 5							
		<b>1.</b> Tomar un desarmador de estrella y retirar los cuatro tornillos de la cubierta protectora del caudalimetro.					
		<b>2.</b> Retirar la cubierta protectora. <b>NOTA:</b> En el momento de retirara la cubierta, sea cuidadoso de no estropear el empaque.					
		<b>3.</b> Verifique que la aguja no está suelta, desplazandola con cuidado en sentido horario y antihorario; con esto se puede descartar que el daño sea interno.					
		<b>4.</b> Oprima la aguja con cuidado contra la caratula y desplaceela hacia arriba hasta ubicarla en el centro; asi se podra retirar la aguja.					
		<b>5.</b> Retire la aguja del caudalimetro y limpie la caratula con una lanilla; verifique que el perno donde se asegura la aguja no este suelto.					

## ANEXO 18. PLAN DE LIMPIEZA

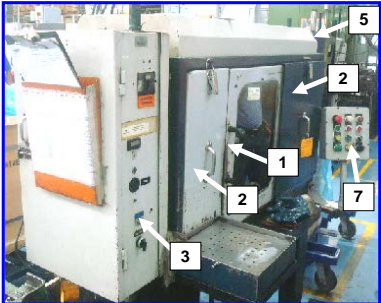



# CENTRADORA DRILL UNIT

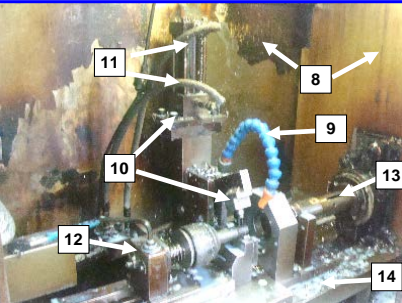


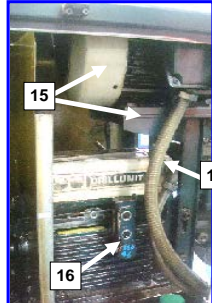
Plan de Limpieza


PARTES DE LA MAQUINA	HORARIO																OPERARIO																
	A.M.								P.M.																								
	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00																	
	1 HORA		2 HORA		3 HORA		4 HORA		5 HORA		6 HORA		7 HORA		8 HORA		9 HORA		10 HORA		11 HORA		12 HORA		13 HORA		14 HORA		15 HORA		16 HORA		
<b>Exterior de la maquina</b>																																	
1 Puertas y vidrio de seguridad frontal																																	Diego Mantilla
2 Guardas frontales																																	Lizeth Diaz
3 Guarda lateral izquierda y tablero eléctrico																																	
4 Guarda correa.																																	
5 Guarda superior.																																	
6 Soportes y guarda trasera de la maquina.																																	
7 Tablero de mando																																	
<b>Interior de la máquina</b>																																	
8 Guardas internas																																	
9 Manguera de refrigerante																																	
10 Sistema de anclaje																																	
11 Mangueras del sistema de anclaje																																	
12 Sistema de tope																																	
13 Porta herramienta																																	
14 Bancada																																	
15 Motor del husillo y la base del motor																																	Mantenimiento
16 Husillo																																	
17 Mangueras del cableado																																	
Unidad hidraulica y deposito de refrigerante																																	
18 Motor bomba																																	
19 Electroválvulas y manifold																																	
20 Manómetro																																	
21 Deposito y guarda de protección																																	
22 Colector viruta y deposito de refrigerante																																	

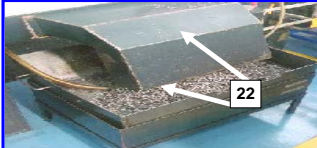
















ANTES DE LIMPIAR, REVISE QUE LA MAQUINA ESTE DESENERGIZADA Y CON EL BOTON DE EMERGENCIA



IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA



SEGURIDAD INDUSTRIAL

## ANEXO 19. MEDIDAS DE SEGURIDAD

	<b>JORNADA DE LIMPIEZA CENTRADORA DRILL UNIT</b>	
---	--	---

### MEDIDAS DE SEGURIDAD

**1** El técnico de mantenimiento tiene la responsabilidad de desenergizar la máquina a las 12 m. desde el tablero de mandos de potencia de la máquina. Además, debe ubicar los respectivos dispositivos de seguridad que indiquen el bloqueo del equipo.



Los dispositivos de seguridad contenidos en el kit electrico son:

- \* Cable bloque universal
- \* Bloqueo multicandado
- \* Candado
- \* Tarjetas informativas



Candados con llaves



Bloqueo Multicandado



cable (Bloqueo Universal)

**2** Entrenamiento en mapa de limpieza

**3** Usar gafas de seguridad

**4** Usar guantes de seguridad

### ACTIVIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Operario de mantenimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenergizar la máquina</li> <li>2. Instalar equipo de bloqueo electrico</li> <li>3. verificar que la máquina este libre de voltaje</li> <li>4. Coordinar las actividades de mantenimiento de limpieza profunda</li> <li>5. Limpiar la unidad hidráulica y el motor del husillo</li> </ol>
---------------------------	--

## ANEXO 20. MANUAL TÉCNICO PARA OPERARIOS



### OBJETIVO

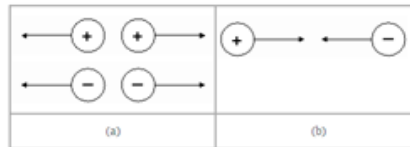
Al término de la capacitación el operador de la maquina podrá comprender y entender los fenómenos físicos detrás de la generación de la energía eléctrica (corriente, voltaje y potencia) y estará en la capacidad de identificar y diferenciar los elementos que almacenan energía así como sus aplicaciones.

3

## CARGA POSITIVA Y NEGATIVA



- ▶ Existen dos tipos de cargas: negativas y positivas.
- ▶ Cargas eléctricas del mismo signo se repelen (a) y de signos contrarios se atraen (b).



4

## CARGA ELÉCTRICA



- ▶ El valor de carga eléctrica expresa la cantidad de electrones que un cuerpo pierde o gana en un proceso de electrización.
- ▶ La unidad de carga eléctrica es el Coulomb (C).
- ▶ Si un cuerpo posee una carga de 1C, significa que perdió o ganó  $6.25 \cdot 10^{18}$  electrones
- ▶  $e = 1.60219 \cdot 10^{-19}$

5

## LEY DE COULOMB



- ▶ Se suponen dos cargas  $Q_1$  y  $Q_2$  (en coulombs C), en el vacío separadas una distancia  $L$ .
- ▶ La ley establece que las cargas se atraen o se repelen mediante una fuerza eléctrica  $F$  (en Newton).

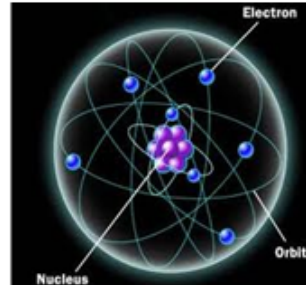


6

## CONDUCTORES Y AISLANTES

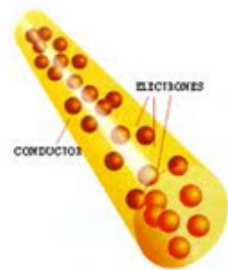


- ▶ Los sólidos como por ejemplo los metales, son el resultado de la agrupación de varios átomos.
- ▶ Los electrones de las orbitas más alejadas del núcleo no permanecen unidos a su respectivo átomo, adquiriendo mayor libertad de movimiento en el interior del sólido.



7

## CONDUCTORES Y AISLANTES



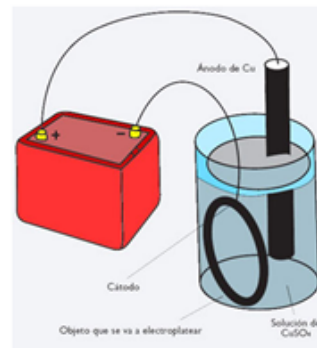
Los materiales que poseen electrones libres, permiten que la carga eléctrica sea transportada por medio de ellos. Estos materiales reciben el nombre de CONDUCTORES ELECTRICOS.

8

## CONDUCTORES Y AISLANTES



Existen situaciones de conducción no metálica (por ejemplo un baño químico) en la que las cargas son conducidas a través de una solución (electrolito).



9

## CONDUCTORES Y AISLANTES



Los materiales que no poseen electrones libres, no permiten que la carga eléctrica sea transportada por ellos, por lo que se denominan AISLANTES ELÉCTRICOS ó DIELECTRICOS

10

## CORRIENTE ELÉCTRICA



- ▶ Es el flujo de cargas eléctricas a través de un conductor.
- ▶ En los conductores metálicos (un alambre de cobre), la corriente eléctrica está constituida por un flujo de electrones.
- ▶ La intensidad de corriente eléctrica se denomina Ampere (A) y es la circulación de una carga de 1C por segundo.

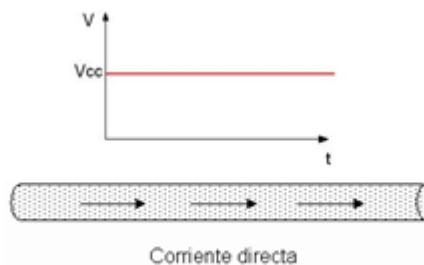


11

## TIPOS DE CORRIENTE



- ▶ **CORRIENTE DIRECTA:** Fluye en una sola dirección (unidireccional o de sentido constante).

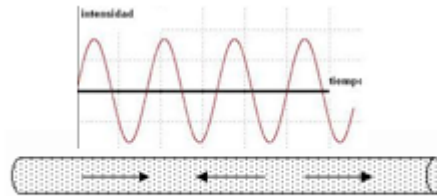


12

## TIPOS DE CORRIENTE



- ▶ **CORRIENTE ALTERNA:** Cambia periódicamente de dirección, desplazándose unas veces en una dirección y otras en dirección contraria.



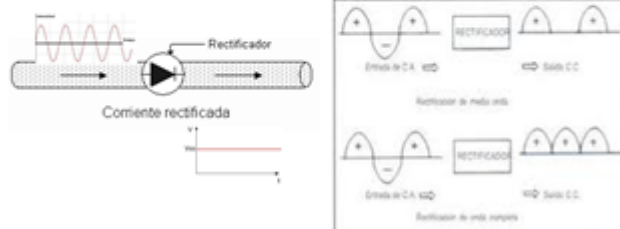
Corriente alterna

13

## TIPOS DE CORRIENTE



- ▶ **CORRIENTE RECTIFICADA:** Es la corriente alterna que se transforma en corriente directa por medio de dispositivos llamados RECTIFICADORES.

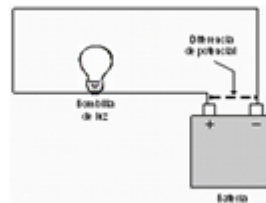


14

## VOLTAJE



- ▶ Es la fuerza que impulsa a la corriente a lo largo de un conductor.
- ▶ La unidad es el Volt (V).
- ▶ Diferencia de potencial.



15

## RESISTENCIA



- ▶ Es la oposición al flujo de cargas eléctricas a través de un conductor.
- ▶ Se simboliza con la letra R.
- ▶ Entre mayor sea el valor de R, mayor oposición ofrece el conductor al avance del flujo eléctrico.
- ▶ El elemento de circuito que ofrece la resistencia al avance se denomina Resistor.

16

## RESISTIVIDAD DE UN MATERIAL



- ▶ El valor de la resistencia de un conductor depende de su longitud y de su área transversal.
- ▶ La resistividad es una característica propia del material que constituye el conductor.

17

## LEY DE OHM



- ▶ Establece la relación entre el voltaje (V) aplicado, la corriente (I) y la resistencia (R) de un conductor en un circuito eléctrico.
- ▶ Para un valor fijo de resistencia, el voltaje es directamente proporcional a la corriente.
- ▶ Donde  $V=R \cdot I$

18

## POTENCIA (P)



- ▶ Es la tasa (velocidad) de energía consumida o producida, como la potencia de un generador o la potencia disipada por una lámpara.
- ▶ La unidad es el WATT
- ▶ Según la ley de WATT, la potencia eléctrica se puede determinar con la siguiente fórmula:  
 $P=V*I$

19

## EFEECTO JOULE



- ▶ La resistencia, es el componente que transforma la energía eléctrica en energía calorífica.
- ▶ Esta ley predice la cantidad de calor que es capaz de entregar una resistencia.

20

## ELEMENTO QUE ALMACENAN ENERGÍA



Inductor ó bobina: Es un componente pasivo que almacena energía en forma de campo magnético cuando aumenta la intensidad de corriente, devolviéndola cuando ésta disminuye.



21

## ELEMENTO QUE ALMACENAN ENERGÍA



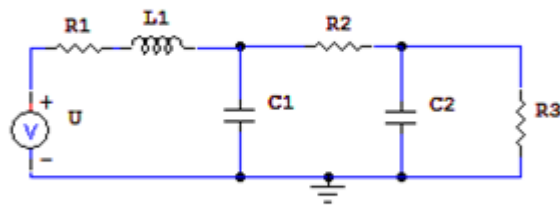
▶ Condensador: Es un componente pasivo, formado por 2 superficies conductoras en forma de laminadas separadas por un material dieléctrico que almacenan energía eléctrica.



▶ La carga almacenada en una de las placas es proporcional a la diferencia de potencial entre una placa y otra, siendo la constante de proporcionalidad la llamada capacitancia.

22

## CIRCUITO ELÉCTRICO



23


## TOMAS Y CLAVIJAS INDUSTRIALES













- ▶ Los parámetros esenciales a considerar para la selección de una toma industrial son:
- ▶ Tensión
- ▶ Corriente
- ▶ Numero de polos
- ▶ Grado de protección IP
- ▶ Condiciones ambientales
- ▶ Lugar y/o aplicación de la solución.


24

## TOMAS Y CLAVIJAS INDUSTRIALES


TRANSILVAE COLOMBIA

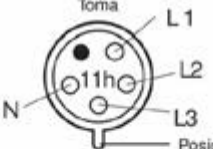
Características eléctricas			Polaridad	
100 a 130 V~	50 y 60 Hz	16 A 32 A 63 A	 100 a 130 V~ 2 P + N	 100 a 130 V~ 3 P + N L1, L2, L3
200 a 250 V~	50 y 60 Hz	16 A 32 A 63 A	 200 a 250 V~ 2 P + N L1, L2	 200 a 250 V~ 3 P + N L1, L2, L3
300 a 415 V~	50 y 60 Hz	16 A 32 A 63 A	 300 a 415 V~ 2 P + N L1, L2	 300 a 415 V~ 3 P + N L1, L2, L3
440 a 480 V~	60 Hz	16 A 32 A	 440 a 480 V~ 3 P + N L1, L2, L3	 440 V~ solamente 3 P + N + T
250/440 a 265/460 V~	60 Hz	16 A 32 A	 250/440 a 265/460 V~ 3 P + N + T L1, L2, L3	
480 a 500 V~	50 y 60 Hz	16 A 32 A	 480 a 500 V~ 3 P + N L1, L2, L3	

## TOMAS Y CLAVIJAS INDUSTRIALES


TRANSILVAE COLOMBIA

▫ Polaridad :  
 - Cantidad de polos

250 V~/ 440 V~ a 265 V~/ 460 V~



**3 P + N + ↓**

Posicionamiento para orientación horaria

L1, L2, L3 : fases  
N : neutro

- puesta a tierra

## TOMAS Y CLAVIJAS INDUSTRIALES


TRANSILVAE COLOMBIA



Fuente

Toma combinada con interruptor

Clavija recta



Caja de sobrepasar y toma de corriente

Toma extra

Clavija recta

Clavija recta

Extensión

♣ hembra

♣ macho

## CAPACITACIÓN EN SISTEMAS DE CONTROL



27

## OBJETIVO

- ▶ Al termino de la capacitación, el operador de la maquina estará en la capacidad de entender, comprender y diferenciar los diferentes sistemas de control con sus características.

28

## TOMAS Y CLAVIJAS INDUSTRIALES



29

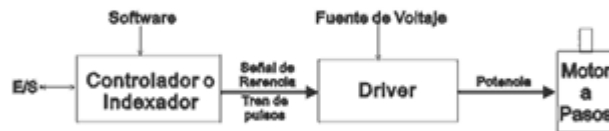
## ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE CONTROL?

- ▶ Conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta ó la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan los fallos y se obtengan los resultados buscados.

21

## TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

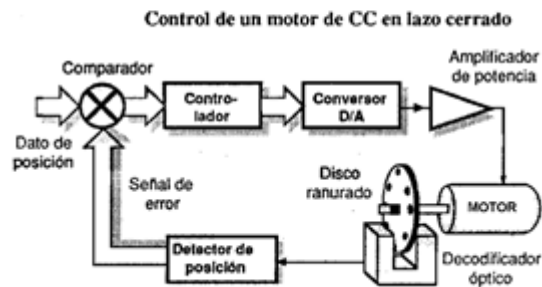
- ▶ LAZO ABIERTO



22

## TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

- ▶ LAZO CERRADO



23

## LAZO ABIERTO



- ▶ Es el sistema en el que el proceso actúa solo con la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada pero basada en la primera.
- ▶ Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que este ajuste la acción de control.

34

## LAZO ABIERTO



- ▶ Ejemplo: Un sistema de llenado de un tanque, utilizando una manguera con una llave; mientras la llave este abierta, el tanque se llenara y la variación en el nivel no puede hacer que la llave se cierre.



35

## CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE LAZO ABIERTO



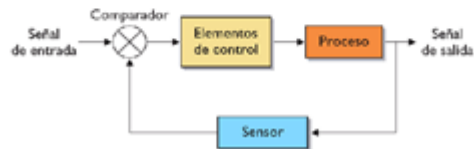
- ▶ Son sencillos y de fácil concepto.
- ▶ No se puede asegurar su estabilidad ante una perturbación.
- ▶ La salida no se puede comparar con la entrada.
- ▶ La precisión depende de la previa calibración del sistema.

36

## LAZO CERRADO



- ▶ Son sistemas en los que la acción del control está en función de la señal de salida.
- ▶ Se usa la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia.



27

## ES IMPRESINDIBLE CUANDO:



- ▶ Un proceso no es posible de regular por el hombre.
- ▶ Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- ▶ Un proceso requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por despiste o cansancio.

28

## CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE LAZO CERRADO



- ▶ Son complejos
- ▶ La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- ▶ Propiedad de retroalimentación.
- ▶ Son más estables a perturbaciones y variaciones internas.

29

## CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL.



- ▶ Señal de corriente de entrada: Estimulo aplicado al sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
- ▶ Señal de corriente de salida: Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implica la entrada.

40

## CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL



- ▶ Variable manipulada: Es la variable a la cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Manipulación de la entrada del proceso.
- ▶ Variable controlada: Elemento que se desea controlar. Es la salida del proceso.

41

## CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONTROL.



- ▶ Retroalimentación: Relación de causas y efectos de las variables que intervienen en el proceso.
- ▶ Variaciones externas: Son factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.

42

# INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL



43

## OBJETIVO

- ▶ Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de:
  1. Entender la aplicación de los instrumentos de medición, su funcionamiento y cómo se deben utilizar para sensor las variables más comunes de la industria.
  2. Reconocer las principales herramientas para realizar mantenimiento eléctrico y mecánico.

44

## ¿QUÉ ES LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL?

- ▶ Rama de la ciencia que trata de la medición y el control de variables en un proceso.



45

## VARIABLES MÁS COMUNES EN LA INDUSTRIA



- ▶ Presión
- ▶ Temperatura
- ▶ Caudal
- ▶ Voltaje
- ▶ Corriente

46

## INSTRUMENTACIÓN DE PRESIÓN



- ▶ Manómetro: Dispositivo que sirve para medir la presión de fluidos confinados en recipientes cerrados.
- ▶ Vacuómetros: Dispositivos que sirven para medir las presiones de vacío o presiones por debajo de la presión atmosférica.



47

## UNIDADES DE PRESIÓN



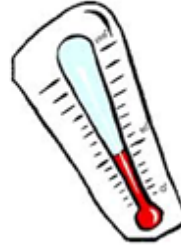
- ▶  $1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$  donde 1N(Newton es unidad de fuerza) y  $\text{m}^2$ (metro cuadrado, es unidad de área)
- ▶  $1\text{Bar}=100000\text{Pa}$
- ▶  $1\text{PSi}$  (Pound per square inch ó libra por pulgada cuadrada)= $0,06894\text{Bar}$
- ▶ Estas tres unidades, son las mas usadas en los instrumentos de medición de presión (manómetros).

48

## INSTRUMENTACIÓN DE TEMPERATURA

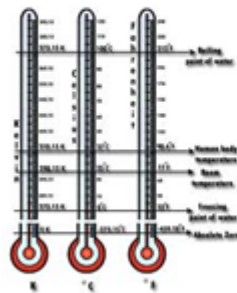


- ▶ El instrumento utilizado para la medición de temperatura es el termómetro.
- ▶ Actualmente existen varios tipos de termómetros según las necesidades.



49

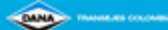
## TIPOS DE TERMÓMETROS



- ▶ Termómetro de mercurio
- ▶ Pirómetro
- ▶ Termómetro de lámina bimetalico
- ▶ Termómetro de gas
- ▶ Termómetro de resistencia

50

## TERMÓMETRO DE MERCURIO



- ▶ Es un tubo de vidrio sellado que contiene mercurio, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme.
- ▶ Este cambio de volumen se visualiza en una escala graduada.



51

## PIRÓMETRO



- ▶ Son utilizados en aplicaciones donde se manejan temperaturas muy altas, como fundiciones, fabricas de vidrio, etc.

52

## TERMÓMETRO DE LÁMINA BIMETÁLICA



- ▶ Está formado por dos láminas de coeficientes de dilatación diferentes, enrollados dejando el de mas alto coeficiente en el interior.
- ▶ Es utilizado más que todo como sensor de temperatura.



53

## TERMÓMETRO DE GAS



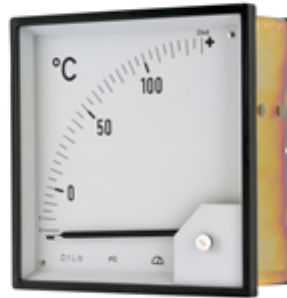
- ▶ Pueden ser a presión constante ó volumen constante.
- ▶ Son termómetros muy exactos, que se utilizan para calibrar otros termómetros.

54

## TERMÓMETRO DE RESISTENCIA

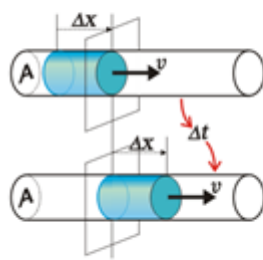


- ▶ Son transductores de temperatura, los cuales se basan en la dependencia de la resistencia eléctrica de un material con la temperatura, es decir, son capaces de transformar una variación de temperatura en una variación de resistencia eléctrica.



55

## INSTRUMENTACIÓN DE CAUDAL



- ▶ El caudal es la cantidad de fluido (volumen) que avanza en una unidad de tiempo.
- ▶ El caudalímetro es el instrumento utilizado para la medición del caudal.
- ▶ Suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.

56

## TIPOS DE CAUDALIMETROS MÁS COMUNES



- ▶ De área variable o rotámetros
- ▶ Diferencial de presión.



57

## CAUDALÍMETRO DE ÁREA VARIABLE



- ▶ Es un cono transparente invertido con una bola plástica en su base; el fluido al circular impulsa la bola hacia arriba, a mayor caudal más sube la bola; a gravedad hace que descienda la bola.

25

## CAUDALÍMETRO DE DIFERENCIAL DE PRESIÓN



- ▶ Son las comunes; la tubería disminuye levemente su diámetro y después regresa a su diámetro original. El fluido aumenta su presión al entrar y después disminuye al salir.
- ▶ La diferencia de presión es medida de forma mecánica o electrónica, donde a mayor diferencia de presión, mayor caudal.



26

## INSTRUMENTACIÓN PARA MEDIR VOLTAJE

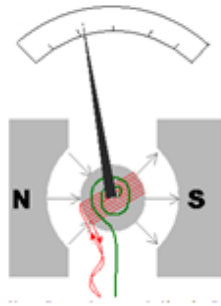


- ▶ El voltímetro es un instrumento que se utiliza para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito.
- ▶ Se clasifican por su principio de funcionamiento.



27

## TIPOS DE VOLTÍMETROS



- ▶ Voltímetros electromecánicos: En esencia son un galvanómetro (transductor analógico electromecánico, que produce una deformación de rotación en una aguja en respuesta una corriente eléctrica que fluye por su bobina), cuya escala ha sido graduada en voltios.

21

## TIPOS DE VOLTÍMETROS

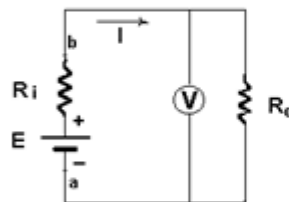


- ▶ Voltímetros electrónicos: Son voltímetros que ofrecen una mayor sensibilidad y miden el valor eficaz para corrientes alternas



22

## UTILIZACIÓN



- ▶ El voltímetro debe colocarse en paralelo, es decir en derivación sobre los puntos entre los que se quiere hacer la medida.

23

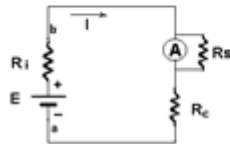
## PINZA AMPERIMÉTRICA TRANSMISER COLUMBIA

- ▶ Es un tipo especial de amperímetro, que permite obviar el inconveniente de abrir el circuito para realizar una medición de corriente con un amperímetro clásico.
- ▶ Recibe el nombre de pinza porque posee un sensor en forma de pinza que abraza el cable y determina la corriente que circula por este midiendo la intensidad de campo magnético que genera la corriente.

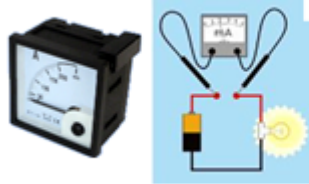


54

## PINZA AMPERIMÉTRICA TRANSMISER COLUMBIA

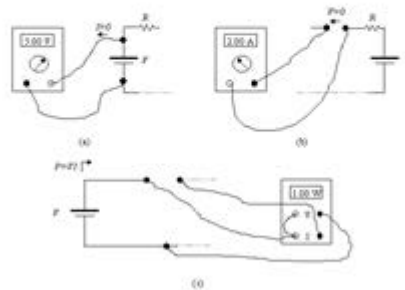


- ▶ Para medir la corriente con un amperímetro clásico, se debe colocar el amperímetro en serie con el circuito para que la corriente pase por este.



55

## MÉTODOS DE MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE TRANSMISER COLUMBIA



56

## HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO



- ▶ Alicates
- ▶ Pinzas de precisión
- ▶ Destornillador
- ▶ Llaves

57

## ALICATES



- ▶ Pertenecen a las herramientas de sujeción; son imprescindibles para realizar montajes, especialmente electrónicos.
- ▶ Existen 4 tipos de alicates



58

## ALICATES PLANOS



- ▶ Son los más comunes. Tienen la boca cuadrada y ligeramente estriada en su interior y con los brazos algo encorvados que sirven para doblar alambre y sujetar pequeñas piezas

59

## ALICATES REDONDOS



- ▶ Se diferencian del anterior únicamente porque terminan en dos piezas cilíndricas o cónicas y se emplean principalmente para doblar alambre en forma de anillo.



70

## ALICATE DE CORTE



- ▶ Cuya boca está formada por dos dientes afilados de acero templado. Los más comunes se utilizan para el corte de alambre y pequeñas piezas metálicas.
- ▶ Existe otro tipo llamados pelacables, que tienen una abertura en forma de "v", cuya distancia entre los dos tornillos se gradúa por un tornillo.

71

## ALICATES COMBINADOS



- ▶ Son los mismos antes descritos combinados de tal manera que pueden servir para varios usos.
- ▶ Son llamados también Alicates Universales



72

## ALICATE DE PRESIÓN



- ▶ Utilizado para aprisionar fuerte y fijamente algún objeto, aprovechando la fuerza de torsión de la herramienta. Se denomina mordaza Grip y en Colombia se conoce como hombresolo.



73

## PINZAS DE PRECISIÓN



- ▶ Son pinzas con punta curva para trabajos de montaje delicados, como trabajos en el área electrónica.
- ▶ Poseen características como puntas extra-finas, superficie de agarre lisas, inoxidable y antimagnéticas.



74

## DESTORNILLADOR



- ▶ Herramienta que se utiliza para aflojar y apretar tornillos.
- ▶ Dependiendo del tipo de tornillo, se utilizara un tipo de destornillador con una punta específica.
- ▶ Existen varios tipos de punta pero los mas conocidos son: punta plana, estrella de 4 puntas o cruz, estrella de 6 puntas, hexagonales y cuadradas.



75

## LLAVES DE BOCA FIJA



- ▶ Son herramientas manuales destinadas a ejercer el esfuerzo de torsión necesario para apretar o aflojar tornillos que poseen la cabeza que corresponde con la boca de la llave.



Llave de estrella acodada



Llave de boca mixta o combinada

77

## LLAVES



- ▶ Son herramientas manuales que se utilizan para apretar elementos mediante tuercas o tornillos con cabeza hexagonal principalmente.
- ▶ Existen varios tipos como llaves de boca fija, llaves de boca ajustable, llaves dinamométrica y llaves tipo Allen

78

## LLAVE DE BOCA AJUSTABLE



Llave Stillson ó llave de tubo



Llave Inglesa

- ▶ Son herramientas manuales diseñadas para apretar y aflojar tornillos, con la particularidad de que pueden variar la abertura de su boca en función del tamaño de la tuerca.
- ▶ Existen varios tipos: Llave Stillson y la llave inglesa.

79

## LLAVES DINAMOMÉTRICAS



- ▶ Hay tornillos que por sus condiciones de trabajo deben llevar un apriete muy exacto; si no se aprietan bien, se van a aflojar causando averías, y si van muy apretados, se pueden descabezar.
- ▶ Para este caso, se utilizan este tipo de llaves, que consisten en una llave fija de vaso a la que se le acopla un brazo en el que se regula el par de apriete.



79

## LLAVE TIPO ALLEN



- ▶ También llamada llave L, por su forma, es la herramienta usada para atornillar/desatornillar tornillos que tienen cabeza hexagonal interior a diferencia de los tornillos normales que tienen forma lisa o de estrella.

80

## TEORÍA DE LA INDUCCIÓN: FENÓMENOS FÍSICOS Y ELÉCTRICOS



81

## OBJETIVO



- ▶ Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de entender los fenómenos físicos y eléctricos que ocurren durante el proceso de templeado por inducción de campo magnético.

32

## ¿QUÉ ES EL TEMPLE POR INDUCCIÓN?



- ▶ Es un proceso de temple selectivo por medio del cual solo una parte de la pieza se somete a tratamiento, mientras que el resto permanece sin ser afectada



33

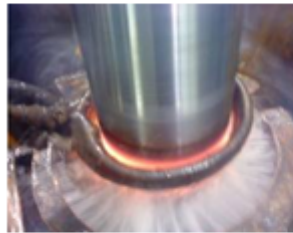
## ¿CUÁL ES EL OBJETIVO DEL TEMPLE?



- ▶ Endurecer la capa superficial de la pieza para que pueda ofrecer dureza superficial, resistencia al desgaste y tenacidad en el núcleo.
- ▶ Este método es utilizado sólo en materiales ferrosos (que poseen hierro en su composición química) aprovechando las propiedades magnéticas de los mismos.

34

## PRINCIPIO DEL TEMPLE POR INDUCCIÓN



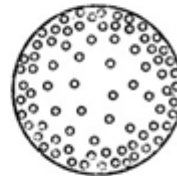
- ▶ Todos los metales se calientan al ser recorridos por una corriente eléctrica, debido a la resistencia del material.
- ▶ La corriente alterna que circula por la bobina o inductor crea un campo magnético alterno que induce en la pieza la aparición de una corriente eléctrica

25

## PRINCIPIO DEL TEMPLE POR INDUCCIÓN

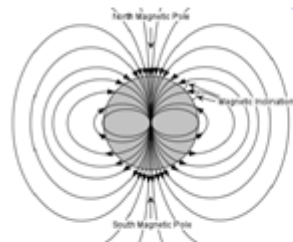


- ▶ Esta corriente al circular por la pieza produce el calentamiento de la misma; el calor desarrollado por la pieza depende de la resistencia eléctrica del material del cual esta compuesta.
- ▶ Debido al efecto pelicular (mayor densidad de corriente eléctrica en la superficie del conductor que en el centro) se puede calentar la superficie de la pieza sin afectar el núcleo.



26

## LEYES QUE RIGEN EL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



- ▶ **Histéresis:** Es la tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado.
- ▶ Bajo la acción del campo magnético, las partículas de hierro tienden a polarizarse en un determinado sentido, creándose en cada uno de estos, un polo norte y uno sur.

27

## LEYES QUE RIGEN EL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



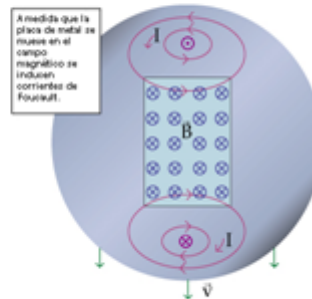
- ▶ Las partículas tienden a seguir esas variaciones, modificándose la situación de los polos y creándose una gran fricción molecular interna que desarrolla calor y que al disiparse a través de las piezas eleva su temperatura.

55

## LEYES QUE RIGEN EL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



- ▶ **Corrientes de Foucault:** Descubiertas por el físico francés León Foucault en 1851, son corrientes parásitas que se producen cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable o viceversa. El movimiento relativo causa una circulación de electrones, o corriente conducida en el conductor.



56

## LEYES QUE RIGEN EL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



- ▶ Estas corrientes circulares de Foucault crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto del campo magnético aplicado.
- ▶ Cuanto mayor sea el campo magnético aplicado, o la conductividad del conductor, o la velocidad relativa del movimiento, mayores serán las corrientes y los campos magnéticos opositores generados.

57

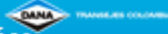
## LEYES QUE RIGEN EL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



- ▶ **Materiales ferromagnéticos:** Son materiales que presentan **ferromagnetismo**, el cual es un fenómeno físico en el que se produce ordenamiento magnético de todos los momentos magnéticos (**vector que en presencia de un campo magnético (vectorial) se relaciona con el momento de fuerza de alineación de ambos vectores, en el punto que se sitúa el elemento**) de una muestra, en la misma dirección y sentido.

21

## VENTAJAS DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



- ▶ Selectividad del tratamiento, ya que se puede tratar solo una parte de la pieza.
- ▶ Dado que se calienta solo la superficie por el efecto pelicular, se minimiza la posibilidad de distorsión.
- ▶ Debido al corto tiempo del tratamiento, las posibilidades de descaburación (perdida de carbono en el material, lo que posibilita fracturas en este) de la pieza son mínimas.



22

## VENTAJAS DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



- ▶ Disminuye la fragilidad en zonas de la pieza como roscas y secciones delgadas.
- ▶ Fabricación sincronizada, ya que el inductor se monta en la línea para un flujo constante.
- ▶ Reducción de procesos; una vez programada la máquina, el tratamiento por pieza dura 6 segundos.

23

## VENTAJAS DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN

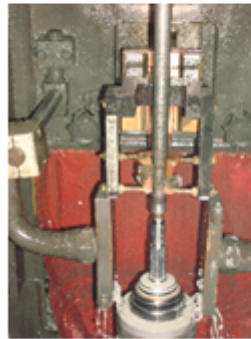


- ▶ La maquina de inducción no requiere ser precalentada y no produce emisiones ni es sucia.
- ▶ Es eficiente ya que únicamente calienta el área que va a ser templada.



24

## DESVENTAJAS DEL CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN



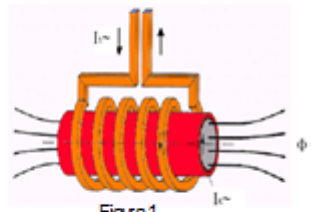
- ▶ Elevado costo de las instalaciones.
- ▶ Bobina ó inductor especial para cada modelo.
- ▶ Gran velocidad de calentamiento, lo cual impide reaccionar ante una situación de calidad.
- ▶ Gran diferencia de temperaturas entre el núcleo y la superficie, lo cual permite la aparición de tensiones en el material.

25

## ¿QUÉ ES UNA BOBINA DE INDUCCIÓN?



- ▶ Componente crítico que define la calidad y eficiencia del perfil de calentamiento en un equipo de inducción.
- ▶ El campo magnético se genera a través de una bobina de cobre alimentada por una corriente con una frecuencia y potencia específica.



26

## VARIABLES QUE AFECTAN EL CALENTAMIENTO



- ▶ **Frecuencia:** A mayor frecuencia, menores capas y a menor frecuencia, mayores capas.
- ▶ Ejemplo: con una frecuencia de 1MHz se obtienen capas de 0.25-0.76mm de profundidad, pero a 1KHz se obtienen capas de 4.5-8.89mm de profundidad.

27

## VARIABLES QUE AFECTAN EL CALENTAMIENTO



Frecuencia Hz	Profundidad práctica de la dureza de la porción ext. (mm)
1,000	4.50 - 8.89
3,000	3.81 - 6.5
4,000	3.10 - 4.11
10,000	2.0 - 4.3
120,000	1.5 - 2.54
1,000,000	0.25 - 0.76

28

## VARIABLES QUE AFECTAN EL CALENTAMIENTO



- ▶ **Potencia:** Para seleccionarla, se debe tener en cuenta el área a ser endurecida, siendo para un proceso estático entre 5 y 20KW/in<sup>2</sup>.
- ▶ Variable mas recomendada a modificar en el proceso, para aumentar la capa y dureza superficial.

29

## DESVENTAJAS DE LA POTENCIA



- ▶ Potencias elevadas ocasionan distorsiones, fisuras en la pieza y en el inductor.



100

## VARIABLES QUE AFECTAN EL CALENTAMIENTO



- ▶ **Tiempo de calentamiento:** Es una de las variables más recomendadas de mover cuando se requiere una mayor o menor penetración de temple.
- ▶ Su selección garantiza una buena transformación de la estructura del material en el área que se especifica.

101

## VARIABLES QUE AFECTAN LA DUREZA



- ▶ **Templabilidad:** Propiedad del acero que describe su aptitud para transformarse en una estructura de alta dureza, en el interior de su sección transversal.

102

## FACTORES EXTERNOS



- ▶ Tamaño de la pieza
- ▶ Medio de enfriamiento

## FACTORES DEL MATERIAL

- ▶ Composición química
- ▶ Estado de la austenita.
- ▶ Dureza del material depende del contenido del carbono.

103

## MOTORES ELÉCTRICOS



104

## OBJETIVO



- ▶ Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de entender el principio de funcionamiento de un motor eléctrico de inducción e identificar los tipos de motores más utilizados en la industria.

105

## ¿QUÉ ES UN MOTOR ELÉCTRICO?



- ▶ Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas.
- ▶ Algunos son reversibles, permitiendo transformar energía mecánica en eléctrica, funcionando como GENERADORES.

106

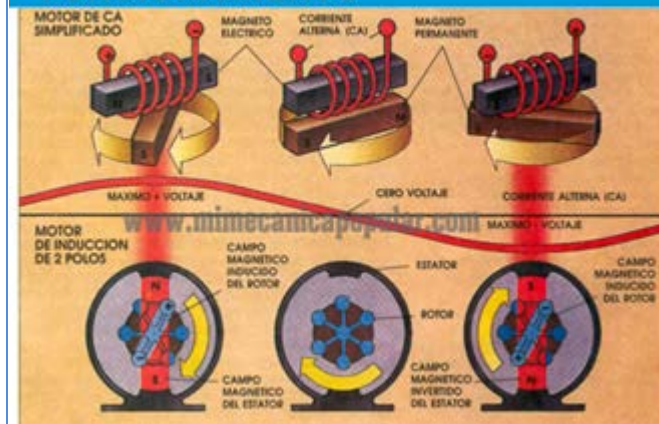
## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



- ▶ El funcionamiento básico está basado en un fenómeno físico que enlaza la energía eléctrica con la mecánica: el magnetismo.
- ▶ La esencia de un motor eléctrico consiste en mover un magneto usando otro, aprovechando que los polos magnéticos opuestos se atraen.

107

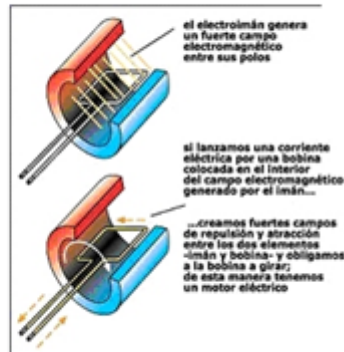
## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



- ▶ Al pasar corriente por un alambre de cobre, se produce un campo magnético; si el alambre se enrolla en forma de bobina, se concentra el campo magnético.
- ▶ Si se coloca una barra de hierro, se amplifica el efecto: se obtiene un magneto eléctrico.
- ▶ Un extremo de la barra es el polo positivo y el otro el negativo; al cambiar la dirección de la corriente, cambia la polaridad.



109

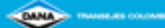
## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



- ▶ Aunque existen varias formas de cambiar la dirección de la corriente eléctrica, la C.A. hace esto de forma automática.
- ▶ En esta corriente, el voltaje pasa por un ciclo que empieza desde cero hasta una cúspide positiva y de allí desciende hasta cero y repite el mismo proceso pero en dirección opuesta.
- ▶ La corriente de uso doméstico repite este proceso de cambio 60 veces cada segundo.

110

## CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE A.C.



- ▶ Los motores de A.C. se clasifican de la siguiente manera:
- ▶ Asíncrono ó de inducción: Jaula de ardilla (monofásico y trifásico), Rotor devanado (monofásico y trifásicos).
- ▶ Síncrono.



111

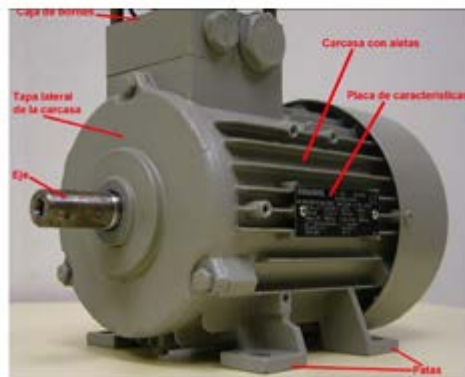
## MOTORES ASÍNCRONO O DE INDUCCIÓN.



- ▶ Se caracterizan porque el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor, mayor es la diferencia de frecuencia.
- ▶ El devanado del estator normalmente es trifásico, pero puede ser monofásico o bifásico.
- ▶ El devanado del rotor es polifásico.

112

## MOTORES ASÍNCRONO O DE INDUCCIÓN



112

## MOTORES DE INDUCCIÓN

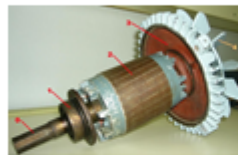


Fig. 2. El rotor bobinado con un cable de aluminio.  
del motor de inducción de corriente AC.

- ▶ El devanado del rotor forma un circuito cerrado por el que circulan corrientes inducidas por el campo magnético.



- ▶ El rotor puede ser de dos tipos: Jaula de ardilla o en cortocircuito y rotor bobinado o con anillos.

114

## MOTOR JAULA DE ARDILLA



- ▶ Este tipo de motor, tiene un rotor con un devanado formado por unas barras alojadas en las ranuras del rotor que quedan unidas entre si por sus dos extremos mediante aros o anillos de cortocircuito.
- ▶ El numero de fases depende del numero de barras.
- ▶ Este rotor se caracteriza por unas aletas que facilitan la evacuación del calor.

115

## MOTOR JAULA DE ARDILLA



© DAVITA SRS

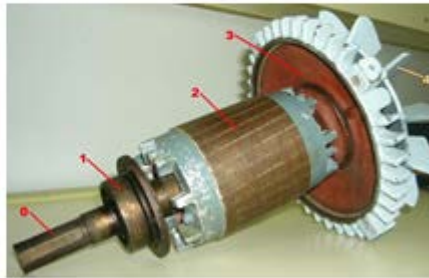
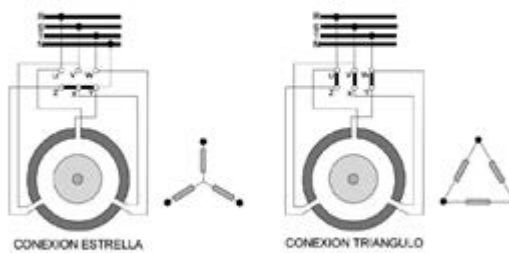


Fig. 1. Eje (1), Rotor de jaula de ardilla (2), tapa lateral de la carcasa (3) y ventilador (4).

116

## TIPOS DE CONEXIÓN



117

## TIPOS DE CONEXIÓN

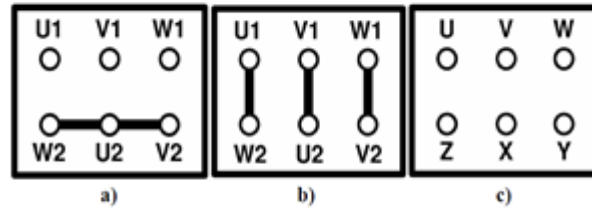


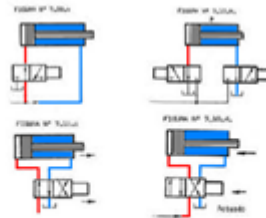
Fig. 8: Caja de bornes de una máquina asincrónica trifásica de jaula de ardilla:

a) Conexión estrella; b) Conexión triángulo

(En ambos casos los terminales U1, V1 y W1 son los que se conectan a las fases de la red)

118

## HIDRÁULICA BÁSICA



119

## OBJETIVO



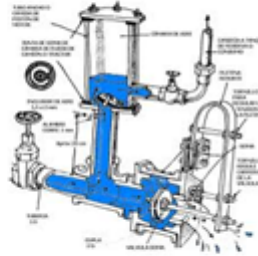
- ▶ Al término de la capacitación, el operador estará en la capacidad de entender la teoría de la hidráulica básica, sus aplicaciones y el principio de funcionamiento de una bomba y las clases de bombas que mas se utilizan.

120

## ¿QUÉ ES LA HIDRÁULICA?



- ▶ Rama de la física que estudia las propiedades mecánicas de los fluidos.
- ▶ La hidráulica es una rama de la ingeniería que estudia la presión y el caudal de los fluidos así como sus aplicaciones; se divide en hidráulica de agua o de aceite (Oleo hidráulica) y neumática cuando el fluido es un gas.



121

## PRINCIPIOS BÁSICOS



Cilindro lleno de un líquido incompresible

Fuerza ejercida sobre el vástago: 10 Kg.

Área del pistón: 5 m<sup>2</sup>

Resultado una presión interna de 10 Kg.  
En cada 5 cm<sup>2</sup> de pared interior

Si el fondo mide 20 cm<sup>2</sup>, como cada 5 cm<sup>2</sup> recibe un empuje de 10 Kg, todo el fondo recibiría 40 Kg de empuje

- ▶ Principio de Pascal: La presión aplicada a un líquido confinado se transmite en todas las direcciones, y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales.
- ▶ Presión es fuerza aplicada sobre un área.

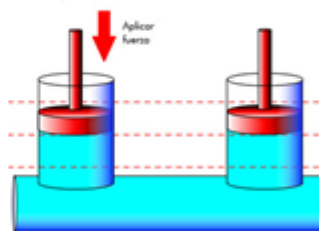
122

## PRINCIPIOS BÁSICOS



- ▶ Una pequeña fuerza ejercida sobre un embolo de área pequeña, produce una presión que se transmite por todo el sistema y que se convierte en una fuerza grande aplicada sobre un embolo de área mayor.

Principio de Pascal



123

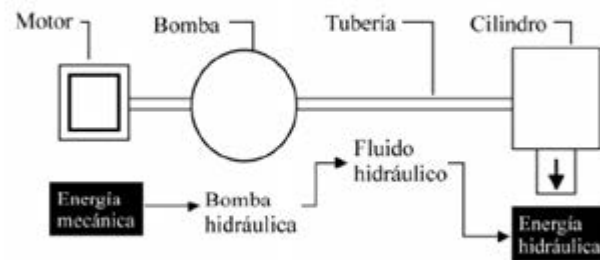
## PRINCIPIOS BÁSICOS



- ▶ Un motor proporciona una determinada energía mecánica a una bomba, y ésta según la energía que recibe, suministra una determinada energía hidráulica, la cual se transfiere bajo forma de caudal y presión mediante un fluido hidráulico a un pistón donde se vuelve a transformar en la energía mecánica necesaria para realizar un trabajo.

124

## PRINCIPIOS BÁSICOS



125

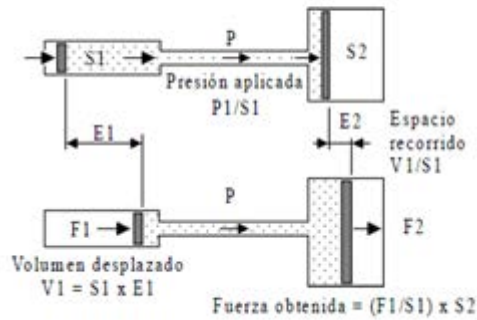
## PRINCIPIOS BÁSICOS



- ▶ La fuerza y el caudal influyen en una transmisión hidráulica.
- ▶ En el siguiente caso el producto de la fuerza ejercida y el espacio recorrido por el pistón izquierdo debe ser igual al producto del espacio recorrido por la fuerza desarrollada en el pistón de la derecha.

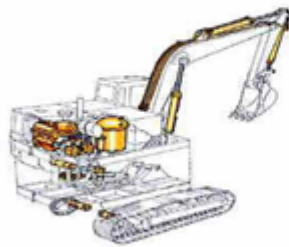
126

## PRINCIPIOS BÁSICOS



127

## VENTAJAS DE LA HIDRÁULICA



- ▶ Variación de la velocidad.
- ▶ Reversibilidad.
- ▶ Protección
- ▶ Posibilidad de arranque y paro en carga
- ▶ Versatilidad.

121

## COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO



- ▶ Bombas que transforman la energía mecánica en hidráulica.
- ▶ Elementos de regulación y control de parámetros del sistema (presión, caudal, temperatura).
- ▶ Accionadores (transforman la energía hidráulica en mecánica).
- ▶ Accesorios (filtros, intercambiadores de calor, presostatos, depósitos).



122

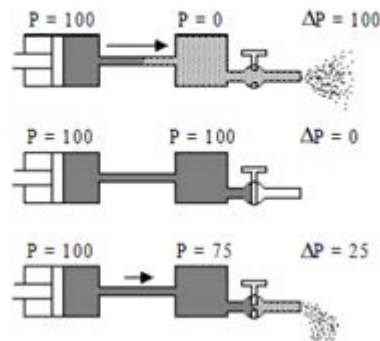
## PRINCIPIOS BÁSICOS



- ▶ Diferencia de presión: Es la diferencia de presión entre dos puntos de un sistema: si no existe diferencia de presión entre dos puntos de un sistema, no habrá circulación de fluido entre ellos.
- ▶ El caudal (volumen/tiempo) y la presión (Fuerza/área) son variables independientes que afectan funciones de un sistema (velocidad y fuerza)

125

## PRINCIPIOS BÁSICOS



125

## PRINCIPIOS BÁSICOS



- ▶ Otro factor que afecta un sistema hidráulico es la viscosidad, que es la fuerza necesaria para hacer deslizar una capa líquida sobre otra paralela de la misma área, venciendo el rozamiento de las moléculas.
- ▶ A mayor temperatura, menor viscosidad.



125

## BOMBAS



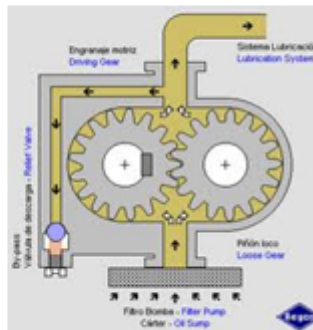
- ▶ Son elementos usados para elevar un fluido desde un nivel determinado hasta otro mas alto, o bien a convertir la energía mecánica en hidráulica.
- ▶ Existen dos tipos: bombas de desplazamiento no positivo (hidrodinámicas) y de desplazamiento positivo (hidrostáticas).

122

## BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



- ▶ Elementos que transforman la energía mecánica en hidráulica.
- ▶ Suministran la misma cantidad de líquido en cada ciclo o revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que encuentre el líquido a la salida.



124

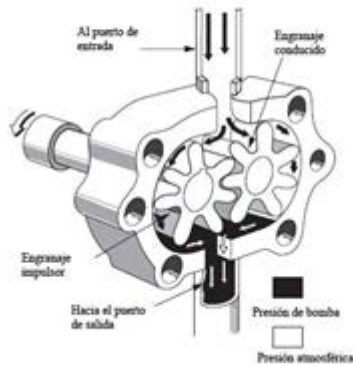
## BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



- ▶ **FUNCIONAMIENTO:** Cuando este tipo de bomba trabaja, realiza dos funciones; primero, su acción mecánica crea un vacío en la línea de aspiración que permite a la presión atmosférica forzar el líquido del depósito hacia el interior de la bomba. Segundo, su acción mecánica hace que el fluido vaya hacia el orificio de salida, obligándolo a entrar en el sistema

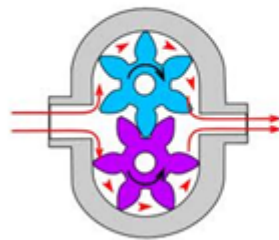
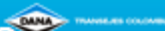
125

## BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



126

## BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



- ▶ Este tipo de bomba genera caudal pero no genera presión, la cual está en función de la resistencia al paso del fluido que se genera en el circuito.
- ▶ La presión a la salida de la bomba es cero cuando no está conectada al sistema (no está en carga), pero si se conecta al sistema o se tapona su orificio de salida, la presión aumentará hasta vencer la resistencia.

127

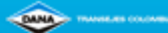
## BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO



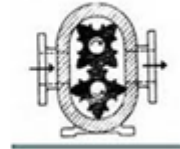
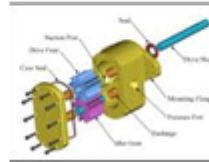
- ▶ Este tipo de bomba suministra la misma cantidad de líquido en cada ciclo o revolución del elemento de bombeo, independientemente de la presión que encuentre a la salida.

128

## TIPOS DE BOMBAS HIDROSTÁTICAS



- ▶ Bombas oscilantes: trabajan absorbiendo una fuerza lineal.
- ▶ Bombas rotativas: necesitan un esfuerzo rotativo aplicado a su eje.



139

## BOMBAS OSCILANTES



- ▶ Constan de un vástago conectado a un pistón, con sus elementos de estanqueidad, que se desplaza en el interior de un orificio cilíndrico, cerrado por el extremo opuesto por donde tiene los orificios de aspiración y salida.

140

## BOMBAS OSCILANTES

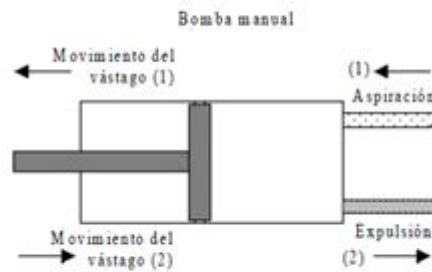


Fig. 4.1 Bomba manual

141

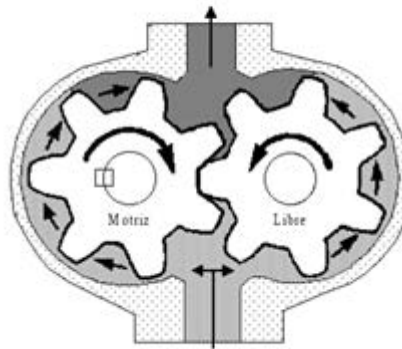
## BOMBAS ROTATIVAS



- ▶ Su movimiento rotativo es el que traslada el fluido desde la aspiración hasta la salida de presión.
- ▶ Se clasifican principalmente en función del tipo de elemento que transmite el movimiento al fluido: engranajes, paletas, pistones.
- ▶ Son bombas accionadas por elementos rotativos, generalmente motores eléctricos.

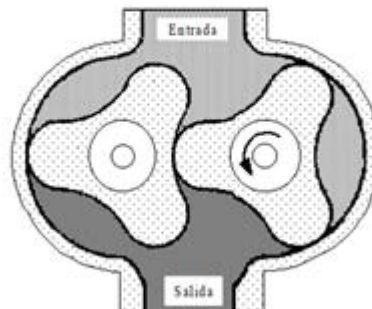
142

## BOMBA DE ENGRANAJES



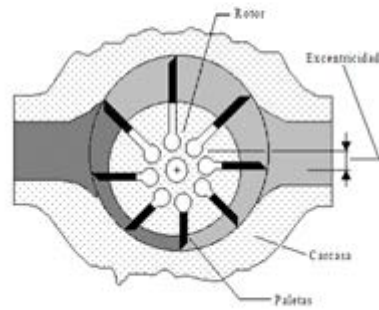
143

## BOMBAS DE LÓBULOS



144

## BOMBAS DE PALETAS



145

## ELEMENTOS DE REGULACIÓN



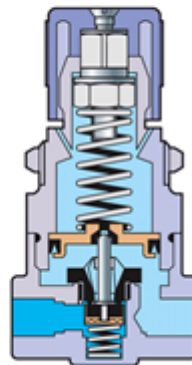
- ▶ Son elementos que permiten regular y controlar los parámetros de presión y caudal en el flujo de un fluido dentro de un sistema, así como dirigir el flujo en uno u otro sentido según las necesidades.
- ▶ Válvulas reguladoras de presión.
- ▶ Válvulas direccionales.
- ▶ Válvulas reguladoras de caudal.

146

## VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN



- ▶ Funcionan por medio de un pistón que es sensible a la presión.



147

## VÁLVULAS DIRECCIONALES



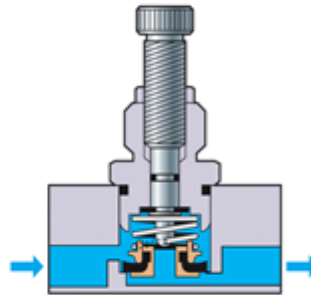
- ▶ Poseen una corredera que se desplaza dentro de su alojamiento, haciendo que según la posición, el flujo se dirija a un orificio de salida u a otro.

142

## VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL



- ▶ Reducen el paso del fluido a través de sí mismas, por medio de pistones, sistemas de estrangulación o de correderas.



143

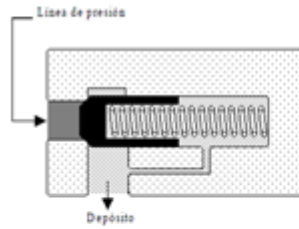
## VÁLVULAS DE SEGURIDAD



- ▶ Son válvulas que limitan la presión máxima en el sistema, ofreciendo así la seguridad de que no se excedan los valores límites de presión máxima de los componentes, o simplemente se utiliza para mantener la presión máxima dentro de los parámetros para los que fue diseñado el circuito.

150

## VÁLVULAS DE SEGURIDAD DIRECTAS



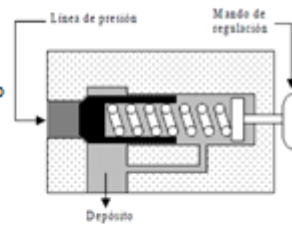
- ▶ Entre la entrada y la salida, existe una bola o un cono que se mantiene presionado contra su asiento por medio de un muelle.

151

## VÁLVULAS DE SEGURIDAD DIRECTAS Y REGULABLES

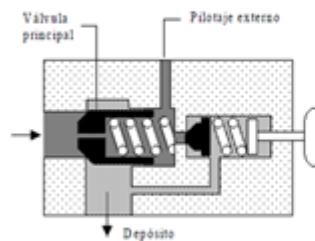


- ▶ La fuerza que ejerce el muelle puede variarse por medio de un sistema mecánico.
- ▶ Cuando la presión del fluido a la entrada, es superior a la que la mantiene cerrada, venciendo la fuerza del muelle, esta se abre permitiendo el paso del fluido hacia la salida (normalmente conectada al depósito).



152

## VÁLVULAS DE SEGURIDAD PILOTADAS



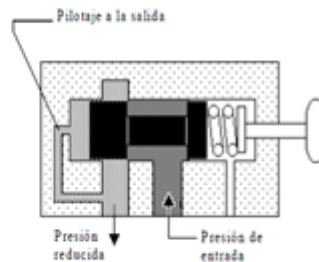
- ▶ Para aplicaciones que requieren válvulas de seguridad que permitan el paso de caudales grandes con pequeñas pérdidas de carga.
- ▶ Trabajan en dos fases: la primera es la fase de pilotaje y la segunda es la fase de la válvula principal.

153

## VÁLVULAS REDUCTORAS DE ACCIÓN DIRECTA

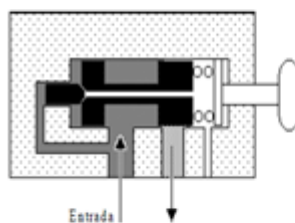


- ▶ Esta válvula se mantiene abierta gracias a la fuerza del muelle. Cuando se reduce la presión en el puerto de salida, incrementa la fuerza del muelle y gradualmente mueve el pistón o corredera hacia la derecha.
- ▶ Cuando incrementa la presión en la salida, incrementa también la presión sobre la parte izquierda del pistón, se vence la fuerza del muelle y se cierra el paso de la válvula, lo que incrementa la pérdida de carga a través de la válvula y reduce la presión de salida.



154

## VÁLVULA DE DESCARGA



- ▶ Se usan normalmente para descargar bombas; así se consigue que todo el caudal de la bomba vaya directamente al tanque a baja presión sin pasar por la válvula de seguridad.
- ▶ Es una válvula normalmente cerrada.

155

## VÁLVULAS DIRECCIONALES



- ▶ Son aquellas que abren y cierran el paso y dirigen el fluido en un sentido u otro a través de las distintas líneas de conexión.
- ▶ Se clasifican por el número de vías y posiciones y el tipo de accionamiento.

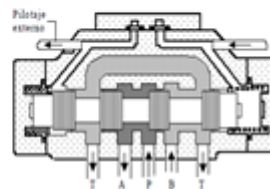
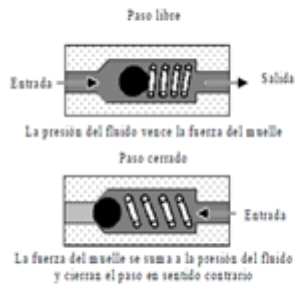


Fig. 7.7 Válvula direccional de corredera (4 vías, 3 posiciones)



156

## VÁLVULA ANTIRETORNO



► Es una válvula normalmente cerrada por medio de un cono o una bola, presurizados contra su asiento por medio de un muelle.

Fig. 7.1 Válvula antirretorno (abierto y cerrado)

157

## SEGURIDAD INDUSTRIAL



158

## RIESGOS Y PELIGROS - FDF



159

## RIESGOS Y PELIGROS - FDF



100

## RIESGOS Y PELIGROS FDF



101

## RIESGOS Y PELIGROS - FDF



102

## RIESGOS Y PELIGROS - FDF



102

## RIESGOS ELÉCTRICOS



▶ Presenta riesgo en generación, utilización y distribución de energía eléctrica.

▶ 110 V - 220 V → Iluminación

▶ 380 V - 440 V → Maquinaria



104

## Factores de Riesgos Eléctricos



105

## ARCOS ELÉCTRICOS



- ▶ **Causas:** Malos contactos, Cortos circuitos, aperturas de interruptores con carga.
- ▶ **Medidas de protección:** usar materiales resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad.

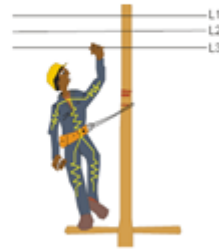


166

## CONTACTO DIRECTO



- ▶ **Causas:** Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos.
- ▶ **Medidas de protección:** Distancia de seguridad, probar ausencia de tensión, usar elementos de protección personal.



167

## CONTACTO INDIRECTO



- ▶ **Causas:** Fallas de aislamiento, falla de mantenimiento, falta de precaución.
- ▶ **Medidas de protección:** Distancia de seguridad, probar ausencia de tensión, prevenir el deterioro del equipo, realizar mantenimiento preventivo

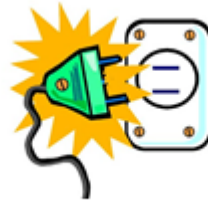


168

## CORTO CIRCUITO



- ▶ **Causas:** Falta de aislamiento, negligencia de los técnicos y operadores, humedad
- ▶ **Medidas de protección:** atención y cuidado de quien manipula el equipo, evitar humedad cercanas



152

## CONDICIONES INSEGURAS EN MA



- ▶ Trabajo u operaciones sin autorización.
- ▶ Empleo inadecuado de herramientas y equipos
- ▶ Limpiar o reparar las máquinas en funcionamiento
- ▶ Riesgos eléctricos
- ▶ Herramientas y equipos en mal estado
- ▶ Incumplimiento a las instrucciones de seguridad

170

## RIESGOS ELÉCTRICOS



- ▶ No trate de adivinar si un circuito tiene corriente o no.
- ▶ Solicite al personal permitido des-energizar la máquina completamente.
- ▶ Use los equipos de protección personal
- ▶ Siga con precaución las señales de peligro

171

## BLOQUEO DE EQUIPOS



- ▶ Antes de bloquear los equipos se debe dar previo aviso al LET y al técnico de mto.
- ▶ Se debe utilizar siempre el kit eléctrico (
- ▶ Asegúrese de que la máquina este sin energía
- ▶ Ubique el cable de bloqueo universal, el bloqueo multi-candado, el candado de seguridad y la tarjeta de información, en la máquina.
- ▶ El responsable debe guardar la llave el candado, con el fin de evitar accidentes.

172

## SEGURIDAD INDUSTRIAL



### Usar EPP al interior de la planta



Botas



Gafas



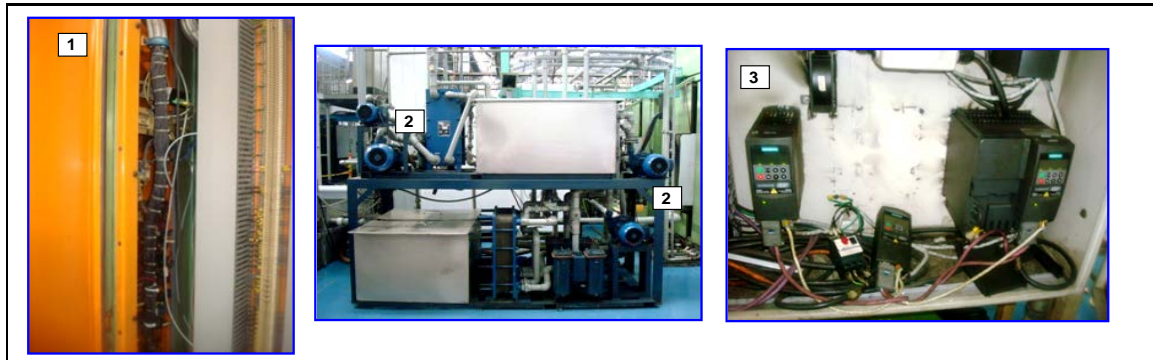
Protectores  
auditivos

172

## ANEXO 21. ESTÁNDARES DE INSPECCIÓN FDF

 TRANSEJES COLOMBIA	<b>ESTÁNDAR DE INSPECCIÓN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>	
---	--	---

<b>JUNTAS FIJAS</b>  <b>TEMPLADORA FDF</b>	<b>ESTADO DEL SISTEMA DE CABLEADO ELÉCTRICO ESTACIÓN I Y II</b>	FECHA DE EMISIÓN: 16 AGOSTO 11 ELABORÓ: YURIBETH ARENAS APROBÓ: VÍCTOR CAMPILLO
--	---	---



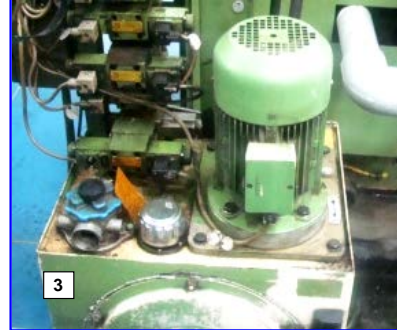
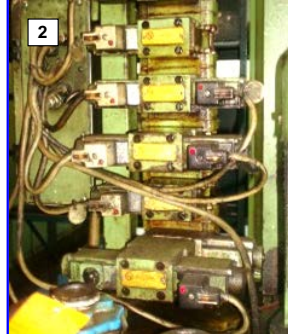
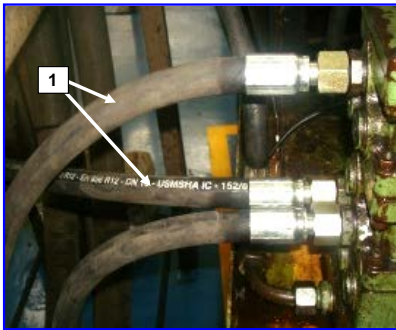
FICHA DE INSPECCIÓN # 1	OPERARIO:	CÓDIGO: IMA-JF-001	FECHA DE INSPECCIÓN:
----------------------------	-----------	-----------------------	----------------------

No	PARTE DE LA MÁQUINA	ÍTEM	MÉTODO	CRITERIO	ESTADO		OBSERVACIONES
					✓	X	
1	Cableado de los tableros de control de la estación I y II	Estado	Inspección visual	* Cableado desordenado * Cableado mal ubicado * Muestras de deterioro: Cable roto, pelado			
		Seguridad industrial	Inspección visual	* Cables expuestos, unidos con cinta, etc			
2	Cableado de las motobombas de la estación de bombeo	Estado	Inspección visual	* Cableado desordenado * Cableado mal ubicado			
		Seguridad industrial	Inspección visual	* Cables expuestos, unidos con cinta, etc			
3	Cableado del gabinete del variador de velocidad	Estado	Inspección visual	* Cableado desordenado * Cableado mal ubicado			
		Seguridad industrial	Inspección visual	* Cables expuestos, unidos con cinta, etc			

Vo Bo LET

Vo Bo TÉCNICO MANTENIMIENTO

JUNTAS FIJAS	ESTADO DE LAS UNIDADES HIDRÁULICAS ESTACIÓN I Y II	FECHA DE EMISIÓN: 16 AGOSTO 11
TEMPLADORA FDF		ELABORÓ: YURIBETH ARENAS
		APROBÓ: VÍCTOR CAMPILLO




FICHA DE INSPECCIÓN # 2	OPERARIO:	CÓDIGO: IMA-JF-002	FECHA DE INSPECCIÓN:
----------------------------	-----------	-----------------------	----------------------

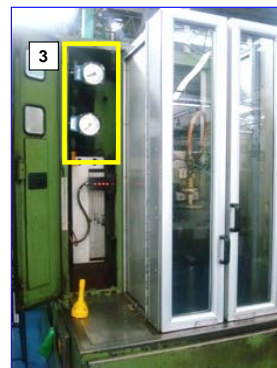
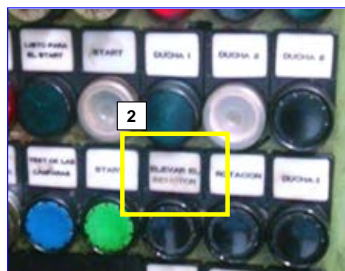
No	PARTE DE LA MÁQUINA	ÍTEM	MÉTODO	CRITERIO	ESTADO		OBSERVACIONES
					✓	✗	
1	Mangueras	Estado	Inspección visual	* Muestras de deterioro (mangueras rotas, caucho protector desgastado) * Presencia de fugas			
2	Válvulas	Estado	Inspección visual	* Muestras de deterioro: válvulas que presentan desgaste.			
		Conexión	Sujetar válvulas con las manos para verificar ajuste	* Válvulas sueltas, no ajustadas al manifold * Presencia de fugas			
3	Deposito de aceite de la unidad	Estado	Inspección visual	* Presencia de fugas * Residuos de aceite en la parte superior del deposito			

Vo Bo LET

Vo Bo TÉCNICO MANTENIMIENTO

 <b>ESTÁNDAR DE INSPECCIÓN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>							
<b>JUNTAS FIJAS</b>		<b>ESTADO DE LAS GUARDAS INTERNAS Y EXTERNAS ESTACIÓN I Y II</b>					
<b>TEMPLADORA FDF</b>		FECHA DE EMISIÓN: 16 AGOSTO 11					
ELABORADO POR: YURIBETH ARENAS		APROBADO POR: VICTOR CAMPILLO					
							
							
OPERARIO:		CODIGO: IJF-001					
		FECHA DE INSPECCIÓN:					
No	PARTE DE LA MÁQUINA	ÍTEM	METODO	CRITERIO	ESTADO		OBSERVACIONES
1	Vidrio de las puertas estación I y II	Estado	Inspección Visual	*Muestras de deterioro: vidrio partido, manchado, vencido	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Manijas de las puertas Estación I y II	Ajuste	Sujetar manijas y moverlas horizontal y verticalmente para verificar fijación a las puertas	*Manijas Seltas			
		Estado	Inspección Visual	*Muestra de deterioro: Manijas partidas, manchada, etc			
3	Guías de las puertas, estación I y II	Estado	*Inspección Visual * Abrir y cerrar las puertas lentamente	*Muestras de deterioro: guías desgastadas, deformadas * Resistencia al deslizamiento. Presencia de obstáculos			
4	Bisagras de las puertas externas, estación I y II	Estado	Inspección Visual	*Muestras de deterioro: partidas, desgastadas, descajadas, oxidadas			
		Funcionamiento	Abrir y cerrar las puertas lentamente	* Válvula no gira suavemente, presenta resistencia al giro			
5	Marcos y pestaña de ajuste de las puertas, estación I y II	Estado	Inspección Visual	*Muestras de deterioro: marcos partidos, manchados, rayados, *Cierre inadecuado de las guardas, no encajan correctamente al cerrar.			
6	Guardas Internas	Estado	Inspección Visual	*Muestras de deterioro: guardas rotas, etc			
<p style="text-align: center;">_____ Vo Bo LET</p>				<p style="text-align: center;">_____ Vo Bo TÉCNICO MANTENIMIENTO</p>			

JUNTAS FIJAS	ESTADO DEL TABLERO DE CONTROL Y CAUDALIMETROS	FECHA DE EMISIÓN: 16 AGOSTO 11
TEMPLADORA FDF		FECHA DE REVISIÓN:
	ELABORADO POR: YURIBETH ARENAS	APROBADO POR: VICTOR CAMPILLO












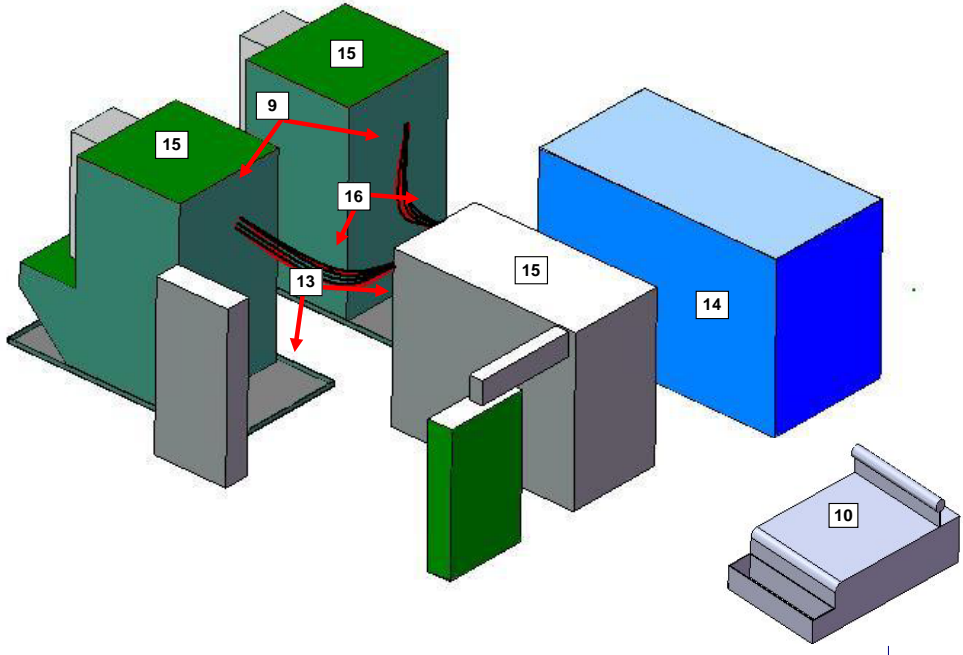
FICHA DE INSPECCIÓN # 4	OPERARIO:	CODIGO: IJF-002	FECHA DE INSPECCIÓN:
----------------------------	-----------	--------------------	----------------------

No	PARTE DE LA MÁQUINA	ÍTEM	PRECEDIMIENTO	CRITERIO	ESTADO		OBSERVACIONES
					✓	✗	
1	Pilotos y pulsadores pilotos del tablero de control, estación I y II	Funcionamiento	Accionar el pulsador test de lámparas para verificar que los bombillos enciendan	*Bombillos no encienden			
		Estado	Inspección visual	*Muestras de deterioro: pulsadores partidos, caídos, etc			
2	Indicadores de los pulsadores y pilotos del tablero de control, estación I y II	Estado	Inspección visual	* Lectura difícil: letras borradas, etc * Muestras de deterioro: identificadores partidos, despegados, llenos de suciedad, etc			
3	Caudalímetro de las duchas de la estación I y II	Funcionamiento	Inspección visual	* Lectura de caudalímetro en cero cuando la máquina se encuentra apagada * Movimiento ascendente de la aguja mientras la máquina esta operando			
		Estado	Inspección visual	*Buen estado *Muestras de deterioro			
		Limpieza	Inspección visual	* Presencia de suciedad en el vidrio del caudalímetro que impida la lectura de este.			

Vo Bo LET

Vo Bo TÉCNICO MANTENIMIENTO



 TRANSEJES COLOMBIA	<b>FICHA DE LIMPIEZA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>				LÍNEA:	JUNTAS FIJAS	PÁGINA:	2 DE 2
	<b>OBJETIVO:</b> MANTENER EL EQUIPO EN LAS CONDICIONES OPTIMAS DE LIMPIEZA CON EL FIN DE PREVENIR EL DETERIORO FORZADO Y ACELERADO				MAQUINA:	FDI I / II / ESTAMPADORA	CÓDIGO:	5'SMA-F-090-001
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN					TEMPLE POR INDUCCIÓN DE CAMPANA Y ESPIGO	FRECUENCIA DE LIMPIEZA:	FINAL DE TURNO	
				RESPONSABLE:	OPERARIO	ELABORÓ:	YURIBETH ARENAS	
<b>METODOLOGÍA PARA REALIZAR 5'S</b>	1.	SELECCIONAR	<b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	   	<b>ELEMENTOS DE ASEO</b>	   		
	2.	ORDENAR						
	3.	LIMPIAR						
	4.	MANTENER						
	5.	ESTANDARIZAR						
				<b>ESTÁNDAR DIARIO DE LIMPIEZA - VIERNES</b>				
				<b>ZONA</b>		<b>RESPONSABLE</b>		
				9	GUARDAS TRASERAS ESTACIÓN I Y II	OPERARIO TURNO 2		
				10	PARTE EXTERNA TANQUE DE DEPOSITO	OPERARIO TURNO 3		
A	PUERTA Y GUARDA INFERIOR ESTACIÓN I Y II	OPERARIO DE CADA TURNO						
				<b>ESTÁNDAR DIARIO DE LIMPIEZA - SÁBADO</b>				
<b>ZONA</b>		<b>RESPONSABLE</b>						
11	RECUBRIDORA Y PARTE SUPERIOR DE LA ESTAMPADORA	OPERARIO TURNO 2						
12	PARTE INFERIOR DE LA ESTAMPADORA	OPERARIO TURNO 3						
A	PUERTA Y GUARDA INFERIOR ESTACIÓN I Y II	OPERARIO DE CADA TURNO						
				<b>ESTÁNDAR MENSUAL DE LIMPIEZA</b>				
<b>ZONA</b>		<b>RESPONSABLE</b>						
13	BANDEJAS Y CABINAS INTERIORES ESTACIÓN I Y II (SEMANA 1)	SAM - OPERARIO						
14	MOTOR-BOMBAS E INTERCAMBIADORES (SEMANA 2)	MANTENIMIENTO OPERARIO						
15	TECHO DE LA ESTACIÓN I, ESTACIÓN II Y GENERADOR (SEMANA 3)	SAM - OPERARIO						
16	CABLES DE POTENCIA (SEMANA 4)	MANTENIMIENTO OPERARIO						
<b>NOTA:</b> LAS FECHAS DEBEN SER ESTABLECIDAS AL INICIO DE CADA MES		LET / COORD. DE LÍNEA						
NIV. REV.	CAMBIO	REALIZADO POR:	Vo Bo COORD.	Vo Bo LET..	Vo Bo OPERARIO.	FECHA	<b>OBSERVACIONES</b> 1. USE EL LIMPIADOR DH-41 PARA LIMPIAR EL EXTERIOR DE LA MAQUINA 2. LOS ÍTEMS 13, 14, 15 Y 16 DEBEN SER PROGRAMADOS EN LA SEMANA 1, 2, 3 Y RESPECTIVAMENTE, EN CADA MES.	
	LIBERADO	YURI ARENAS						
			APROBÓ: V. CAMPILLO		COPIA: PUESTO DE TRABAJO		<b>REGISTRO ARCHIVO:</b> COMPUTADOR COORD. MTO FABRICA PISO 1	
			CARGO: COORD. MTO.		ORIGINAL: MEDIO ELECTRÓNICO			

## ANEXO 23. LISTA DE CHEQUEO

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA CONTROL DE LIMPIEZA AUTÓNOMA</b>	<b>FICHA DE LIMPIEZA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>				LÍNEA:	JUNTAS FIJAS	PAGINA:	1 DE 2	MES:	
	<b>OBJETIVO</b>	MANTENER EL EQUIPO EN LAS CONDICIONES OPTIMAS DE LIMPIEZA CON EL FIN DE PREVENIR EL DETERIORO FORZADO Y ACELERADO				MÁQUINA	FDF I / II / ESTAMPADORA	FRECUENCIA:	FINAL DE CADA TURNO	
						DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	TEMPLE POR INDUCCIÓN DE CAMPANA Y ESPIGO	CONTESTAR	✓ SI ES "SI"	✗ SI ES "NO"
						RESPONSABLE	OPERARIO	NA: NO APLICA	TN: TURNO NO TRABAJO.	



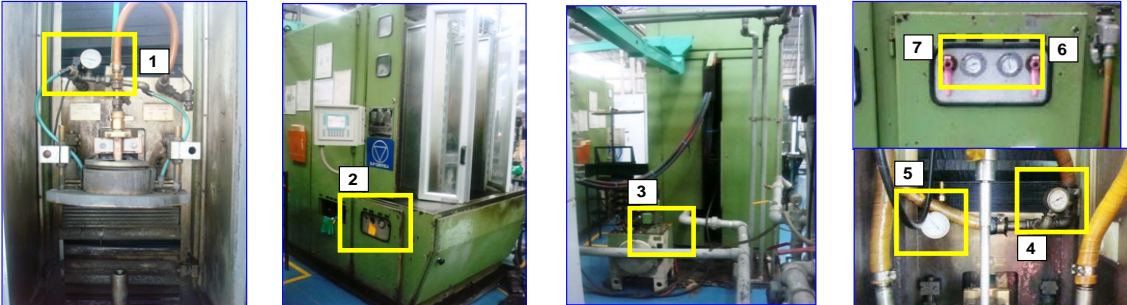
ESTÁNDAR DIARIO DE LIMPIEZA						ESTADO Y LIMPIEZA					OBSERVACIONES
N°	ESTÁNDAR	ÍTEM DE LIMPIEZA	ÍTEM DE INSPECCIÓN	MÉTODO	CRITERIO DE INSPECCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	
						OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	
1	LUNES	Guarda lateral izquierda Estación I	Guarda	Limpieza / inspección visual	Guarda deteriorada						
2	LUNES	Guarda Lateral Derecha Estación I	Guarda	Limpieza / inspección visual	Guarda deteriorada						
A	LUNES	Puerta y guarda inferior Estación I y II	Vidrio de la puerta	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Marco y manijas	Limpieza / inspección visual	Manija Suelta o partida, marco partido, etc.						
3	MARTES	Guarda lateral izquierda Estación II	Guarda izquierda	Limpieza / inspección visual	Guarda deteriorada						
4	MARTES	Guarda Lateral Derecha Estación II	Guarda Derecha	Limpieza / inspección visual	Guarda deteriorada						
A	MARTES	Puerta y guarda inferior Estación I y II	Vidrio de la puerta	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Marco y manijas	Limpieza / inspección visual	Manija Suelta o partida, marco partido, etc.						
5	MIÉRCOLES	Tablero de mandos y guarda frontal Estación I y II	Pilotos y pulsadores	Limpieza / inspección visual	Bombillos no encienden, pulsadores partidos, etc						
			Indicadores de los pulsadores	Limpieza / inspección visual	Identificadores partidos, despegados, etc						
			Caudalímetro de las duchas	Limpieza / inspección visual	*Lectura en cero cuando la maquina esta apagada *Movimiento ascendente durante la operación *Muestras de deterioro						
6	MIÉRCOLES	Magnatest	Vidrio	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Guardas laterales	Limpieza / inspección visual	Guardas deterioradas						
A	MIÉRCOLES	Puerta y guarda inferior Estación I y II	Vidrio de la puerta	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Marco y manijas	Limpieza / inspección visual	Manija Suelta o partida, marco partido, etc.						

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA CONTROL DE LIMPIEZA AUTÓNOMA</b>	<b>FICHA DE LIMPIEZA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>				LÍNEA:	JUNTAS FUJAS	PAGINA:	2 DE 2	MES:		
	<b>OBJETIVO</b>	MANTENER EL EQUIPO EN LAS CONDICIONES OPTIMAS DE LIMPIEZA CON EL FIN DE PREVENIR EL DETERIORO FORZADO Y ACELERADO				MAQUINA	FDF I / II / ESTAMPADORA	FRECUENCIA:	FINAL DE CADA TURNO		
						DESCRIPCIÓN OPERACIÓN	TEMPLE POR INDUCCIÓN DE CAMPANA Y ESPIGO		CONTESTAR	<input checked="" type="checkbox"/> SI ES "SI"	<input checked="" type="checkbox"/> SI ES "NO"
						RESPONSABLE	OPERARIO		NA: NO APLICA	TN: TURNO NO TRABAJO.	

ESTÁNDAR DIARIO DE LIMPIEZA						ESTADO					OBSERVACIONES
N°	ITEM DE LIMPIEZA	ÍTEM DE INSPECCIÓN	MÉTODO	CRITERIO DE INSPECCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5		
					OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO		
7	JUEVES	Parte externa del generador	Guardas	Limpieza / inspección visual	Guardas deterioradas y sucias						
8	JUEVES	Parte externa control de las bombas	Guardas	Limpieza / inspección visual	Guardas deterioradas y sucias						
A	JUEVES	Puerta y guarda inferior Estación I y II	Vidrio de la puerta	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Marco y manijas	Limpieza / inspección visual	Manija Suelta o partida, marco partido, etc.						
9	VIERNES	Guardas traseras, estación I y II	Guardas	Limpieza / inspección visual	Guardas deterioradas y sucias						
10	VIERNES	Parte externa del tanque de deposito	Laterales	Limpieza / inspección visual	Paredes deterioradas y sucias						
A	VIERNES	Puerta y guarda inferior Estación I y II	Vidrio de la puerta	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Marco y manijas	Limpieza / inspección visual	Manija Suelta o partida, Marco partido, etc.						
11	SÁBADO	Recubridora y parte superior estampadora	Guardas	Limpieza / inspección visual	Guardas y/o marcos deteriorados						
12	SÁBADO	Parte inferior estampadora	Vidrio y guardas	Limpieza / inspección visual	Guardas deterioradas Vidrio partido, etc						
A	SÁBADO	Puerta y guarda inferior Estación I y II	Vidrio de la puerta	Limpieza / inspección visual	Vidrio partido, vencido, etc						
			Marco y manijas	Limpieza / inspección visual	Manija Suelta o partida, Marco partido, etc.						

ESTÁNDAR MENSUAL DE LIMPIEZA						ESTADO					OBSERVACIONES
N°	ESTANDAR	ITEM DE LIMPIEZA	ÍTEM DE INSPECCIÓN	MÉTODO	CRITERIO DE INSPECCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	
						OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	
13	PRIMERA SEMANA	Bandejas y cabinas interiores Estación I y II	Bandejas	Limpieza / inspección visual	Liquido acumulado, muestras de deterioro						
			Cabinas internas frontales	Limpieza / inspección visual	Suciedad acumulado, muestras de deterioro						
14	SEGUNDA SEMANA	Motor-bombas e intercambiadores	Motor-bomba	Limpieza / inspección visual	Presencia de fugas Suciedad						
			Intercambiadores	Limpieza / inspección visual	Presencia de fugas Suciedad						
15	SEGUNDA SEMANA	cables de potencia	Cables estación I	Limpieza / inspección visual	Cableado deteriorado y sucio						
			Cables estación II	Limpieza / inspección visual	Cableado deteriorado y sucio						

## ANEXO 24. ESTÁNDARES DE LIMPIEZA AUTÓNOMA

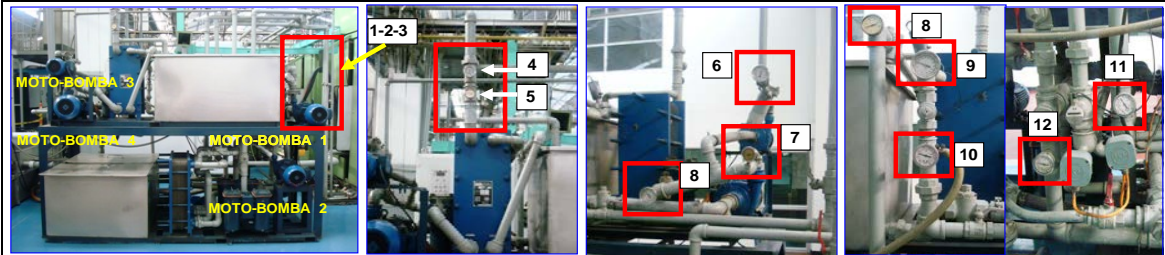
 TRANSEJES COLOMBIA	<h3 style="margin: 0;">ESTÁNDAR DE LIMPIEZA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</h3>							
<b>JUNTAS FIJAS</b>  <b>TEMPLADORA FDF</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN ESTACIÓN I Y II</b>	FECHA DE EMISIÓN: 16 AGOSTO 11 ELABORADO POR: YURIBETH ARENAS APROBADO POR: VÍCTOR CAMPILLO						
								
FICHA DE LIMPIEZA # 1	OPERARIO:	CÓDIGO: LMA-JF-001	FECHA PROGRAMADA:	FECHA REAL DE LIMPIEZA:				
No	PUNTO DE LIMPIEZA	UBICACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	ESTÁNDAR	ESTADO		OBSERVACIONES
	✓	✗						
1	Manómetro estación I	Interior de la cabina, estación I	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
2	Manómetro Sistema de Agua fría-estación I	Guarda lateral izquierda	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
3	Manómetro Unidad Hidráulica-estación I	Parte trasera de la máquina	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad, aceite *Vidrio limpio sin manchas			
4	Manómetro estación II	Interior de la cabina, a su derecha	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
5	Termómetro estación II	Interior de la cabina, a su izquierda	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
6	Manómetro Sistema de Agua fría - estación II	Guarda lateral izquierda	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
7	Manómetro de Alta Presión - estación II	Guarda lateral izquierda	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
8	Manómetro Unidad Hidráulica-estación II	Parte trasera de la máquina	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas *Atomizador	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
_____ Vo Bo LET						_____ Vo Bo TÉCNICO		



## ESTÁNDAR DE LIMPIEZA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO



<b>JUNTAS FIJAS</b>	<b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN ESTACIÓN DE BOMBEO</b>	FECHA DE EMISIÓN: 16 AGOSTO 11
<b>TEMPLADORA FDF</b>		ELABORADO POR: YURIBETH ARENAS
		APROBADO POR: VÍCTOR CAMPILLO



FICHA DE LIMPIEZA # 2	OPERARIO:	CÓDIGO: LMA-JF-002	FECHA PROGRAMADA:	FECHA REAL DE LIMPIEZA:
-----------------------	-----------	-----------------------	-------------------	-------------------------

No	PUNTO DE LIMPIEZA	UBICACIÓN	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	ESTÁNDAR	ESTADO		OBSERVACIONES
						✓	✗	
1	Manómetro Moto-Bomba 1	Parte frontal de la estación de bombeo, a su derecha	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
2	Manómetro Moto-Bomba 1	Parte frontal de la estación de bombeo, a su derecha	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
3	Termómetro Moto-Bomba 1	Parte frontal de la estación de bombeo, a su derecha	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad, aceite *Vidrio limpio sin manchas			
4	Manómetro Intercambiador de Calor	Parte frontal de la estación de bombeo	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
5	Termómetro intercambiador de Calor	Parte frontal de la estación de bombeo	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
6	Manómetro de Salida de Moto-Bomba 3	Parte posterior de la estación de bombeo	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
7	Manómetro Salida de Moto-Bomba 4	Parte posterior de la estación de bombeo	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad *Vidrio limpio sin manchas			
8	Termómetro salida de Moto-Bomba 4	Parte posterior de la estación de bombeo	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad, aceite *Vidrio limpio sin manchas			
9	Termómetro	Seguido del termómetro 8	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad, aceite *Vidrio limpio sin manchas			
10	Manómetro	Seguido de termómetro 9	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad, aceite *Vidrio limpio sin manchas			
11	Termómetro	Seguido del manómetro 10 y el termómetro 9	Limpieza general e inspección del manómetro	*Lanilla *Limpiador *Tapabocas	*Manómetro libre de suciedad, aceite *Vidrio limpio sin manchas			