



Agosto -Diciembre 2019

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**Estudiante:** Liza Vianney Díaz Román

## **Reporte final para acreditar residencia profesional de la carrera de ingeniería en Gestión Empresarial.**

“Seguimiento del TPM (Mantenimiento Productivo Total) y las OEE (Eficiencia General de los Equipos), para mejorar la eficiencia total de los equipos en la empresa Metalistik”



**Asesor interno:**

I.I. Janette Alejandra Cervantes Villagrán

**Asesor externo:**

I.Q. Irma Berenice Nieto Pérez

## 2. Agradecimientos

Agradezco a Dios por la oportunidad y los medios necesarios para poder realizar este proyecto de titulación.

Agradezco a mi familia por su apoyo, comprensión y paciencia durante estos años que duró mi preparación profesional y la realización de este proyecto.

Agradezco la I.Q Irma Berenice Nieto Pérez, asesora y amiga de la empresa, quien a través de su amplio conocimiento y disposición para poder resolver mis dudas e inquietudes, brindándome un mundo de información y herramientas de trabajo, la facilidad de implementarlas y desarrollarlas durante la implementación del proyecto.

Gracias al I.Q Mario Mata Llamas gerente de control de calidad de le empresa Meltalistik, ejemplo de la disciplina que me impulsa a estudiar más para poder continuar preparándome profesionalmente.

Agradezco a la I.I. Janette Alejandra Cervantes Villagrán, asesor interno del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, quien es una excelente persona, maestra y tutora, ya que gracias a la disposición, paciencia y conocimiento que me brindó, para la elaboración de este proyecto de titulación y sobre todo gracias por enseñarme que debemos de amar lo que hacemos profesionalmente.

### 3. Resumen

El presente documento muestra las actividades realizadas en el área de mantenimiento y calidad de la empresa Metalistik S.A de C.V, en la cual se lleva el proceso maquinado estampado, soldadura y ensamble, siendo una empresa TEAR 4.0 suministrando productos de diferentes composiciones. Las cuales son maquinadas, estampadas, soldadas y ensambladas por diferentes prensas y maquinarias, los cuales reciben un diferente tipo de mantenimiento. Dicho mantenimiento se encontraba estandarizado, pero se tomó la decisión de analizar el tipo de mantenimiento para mejorar dicho proceso con la finalidad de llevar un control y encontrar el punto óptimo en cada una de las máquinas y troqueles.

El problema se presentaba en el incremento de ciertos paros por mantenimiento , lo anterior al momento de entregar los lotes que el cliente requería, no estaban a tiempo, los problemas en los que se enfocó la investigación fue la mala planeación del mantenimiento predictivo , el cual es causado durante el proceso de producción en el área de estampado y soldadura, en el proceso dentro de las operaciones realizadas por cada número de parte, troqueles intermitentes así mismo es provocado por factores externos, por lo que fue necesario del apoyo de todos los departamentos y áreas de la empresa para obtener los resultados esperados.

Cabe mencionar que se obtuvo el apoyo del departamento de mantenimiento y de cada una de las áreas involucradas, con la finalidad de tener un mejor entendimiento de la causa por las cuales se presentaba este problema y conjuntamente generar una solución, por otro lado se contó con el apoyo de matricaria, quienes son los encargados de la limpieza y mantenimiento de cada uno de los troqueles utilizados en las máquinas.

## 4. Índice

2. Agradecimientos .....	1
3. Resumen .....	2
4. Índice .....	3
Índice de imágenes .....	4
<b>CAPÍTULO 2:</b> .....	6
Generalidades del proyecto.....	6
5. Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa .....	9
Capítulo 3.....	18
Marco Teórico.....	18
Capítulo 4:.....	52
Desarrollo.....	52
Capítulo 5:.....	81
Resultados .....	81
Capítulo 6:.....	87
Conclusiones .....	87
Capítulo 7:.....	89
Competencias Desarrolladas .....	89
Capítulo 8:.....	91
Fuentes de Información .....	91
Capítulo 9:.....	93
Anexos.....	93

## Índice de imágenes

Figura 1 Imagen de la empresa Metalistik .....	9
Figura 2 Logotipo de la empresa Metalistik .....	10
Figura 3 Piezas que produce Metalistik .....	10
Figura 4 Organigrama de la empresa Metalistik .....	13
Figura 5 Principales clientes de la empresa Metalistik.....	14
Figura 6 Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos .....	22
Figura 7 Esquemas de los componentes del OEE.....	25
Figura 8 Ejemplos de control visual.....	28
Figura 9 Continuación de los ejemplos de control visual .....	29
Figura 10 Las diez etapas del jidoka .....	33
Figura 11 Ejemplo de un auto chequeo .....	36
Figura 12 Matrices de auto calidad.....	38
Figura 13 Ciclo PDCA .....	39
Figura 14 Grafica de defectos en el área de soldadura .....	54
Figura 15 Grafica de defectos en el área de estampado .....	54
Figura 16 Grafica de número de paros por mes .....	55
Figura 17 Chek list .....	56
Figura 18 Chek list .....	57
Figura 19 HOE .....	59
Figura 20 HOE .....	60
Figura 21 HOE .....	61
Figura 22 Mal llenado de la OEE.....	62
Figura 23 Llenado correcto de la OEE.....	63
Figura 24 Llenado correcto de la OEE.....	64
Figura 25 Robot estación 1 .....	65
Figura 26 Robot estación 2 .....	66
Figura 27 Prensa M-11.....	66
Figura 28 Prensa M-15.....	67
Figura 29 Prensa M-08.....	67
Figura 30 Prensa M-09.....	68
Figura 31 Prensa M-10.....	68
Figura 32 Check list de mantenimiento.....	69
Figura 33 Bitácora digital de mantenimiento.....	70
Figura 34 Bitácora digital de mantenimiento.....	71
Figura 35 Bitácora digital de mantenimiento.....	72
Figura 36 Formato de la bitácora digital .....	72
Figura 37 Bitácora del TPM (mantenimiento productivo total).....	74



Figura 38 Bitácora de mantenimiento .....75

Figura 39 Plan de mantenimiento ..... 76

Figura 40 Plan de mantenimiento..... 77

Figura 41 Plan de mantenimiento..... 78

Figura 42 Accidente de pieza ..... 79

Figura 43 Tarjeta de señalización de mantenimiento.....80

Figura 44 Grafica de paros en los últimos meses ..... 82

Figura 45 Falla del mal hinten ..... 83

Figura 46 Mantenimiento a robot..... 84

Figura 47 Mal hinten sin falla..... 84

Figura 48 Registro del TPM (mantenimiento productivo total) ..... 85

Figura 49 Registro de mantenimiento..... 86

Figura 50 Check list..... 94

Figura 51 Check list..... 94

Figura 52 Check list..... 95

Figura 53 Check list..... 95

Figura 54 Check list..... 96



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# **CAPÍTULO 2: Generalidades del proyecto**

## 5. Introducción

La empresa Metalistik S.A de C.V, es una empresa que cuenta con 6 años de historia a nivel estatal, la cual es parte del corporativo EXCEL, buscando la satisfacción del cliente, mediante productos de la más alta calidad desde las materias primas para la elaboración de las piezas y el estampado de cada uno de ellas, desarrollando, mejorando e innovando los procesos con los que son maquilados dichos productos.

En planta Aguascalientes se tiene un mercado del 30% de exportación, por lo cual la empresa tiene certificaciones como; IATF 16949, ISO 901:2015, Empresa de sociedad anónima de capital variable, Industria limpia. Cumpliendo con los estándares de calidad que rigen las normas, más las características distintivas.

Es por ello, que en la planta Aguascalientes se desea planificar los mantenimientos que se aplicaran durante el año 2019 y disminuir los errores, ya que se tienen varios defectos tales como: en enfriamiento de las piezas, mantenimiento, tolerancias fuera de especificación, lo que se destaca en este proyecto fue análisis para detectar y desarrollar acciones enfocadas a la disminución de dichos defectos.

En el departamento de calidad se tienen una gráfica de los reclamos de los diferentes clientes, de los cuales uno de los más altos es la mala aplicación del mantenimiento preventivo, esto se refiere a las malas reparaciones del área de estampado y soldadura, por lo cual es importante controlarlo para obtener un mayor grado de calidad y reducir el defectivo en cada una de las piezas.

En planta Aguascalientes, cada uno de los departamentos tiene como objetivo principal reducir el defectivo provocado en cada área.



En el departamento de calidad cuenta con algunos defectos que se han estado presentando a lo largo de estos meses, y que están evitando incrementar las ganancias de la empresa, así como su rentabilidad en el estado.

El defecto de mala aplicación del mantenimiento y en no tener control de ello, es uno de los más elevados, ya que no solo es causado por operación, sino también por la parte técnica y funcionamiento de los troqueles, involucrando método de trabajo y mantenimiento de las máquinas.

Los defectos del área de producción que involucran directamente y son los más representativos son los siguientes.

El enfriamiento de las piezas es un defecto directo generado por los ajustes técnicos de los robots que se manejan en el área.

La mala aplicación del mantenimiento, es el segundo defecto más alto, por ser este defecto combinado, es decir, operacional y técnico se puede trabajar en su disminución y generar acciones rápidas.

Con todo lo anterior citado, a continuación, se muestra el procedimiento para dar solución a todos los errores, fallas o problemas existentes.

## 6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante

Historia de la empresa Metalistik S.A. de C.V.



*Figura 1 Imagen de la empresa Metalistik*

METALISTIK, empresa constituida en mayo del 2013, con aspiraciones muy ambiciosas y ordenadas desde su fundación, decide una vocación de colaborar en el sector automotriz en procesos de producción en serie, principalmente como TIER-Q 4.0 (a cualquier nivel de la capa de proveeduría con vocación hacia los principios de Industry 4.0).

En su inicio creó expectativas en 40 inversionistas que a través del fondo privado MEZQUITE CAPITAL PARTNERS, SAPI de CV han comprometido en el largo plazo recursos con los que opera hoy la empresa.

Debido a una modificación en la denominación comercial de la empresa Metal Precisión S.A. de C.V. se convierte en Metalistik S.A. de C.V. por lo que toda la documentación desarrollada para el Sistema de Gestión de Calidad Automotriz lleva a partir del 1 de octubre de 2013 esta nueva denominación.



*Figura 2 Logotipo de la empresa Metalistik*

Fabrica todo tipo de piezas metal-mecánicas para otras empresas que las utilizan para sub ensambles de interiores de automóviles principalmente, algunas de las piezas que se fabrican en Metalistik son las siguientes:



*Figura 3 Piezas que produce Metalistik*

### **Fechas importantes**

**2013:** Empresa de nueva creación que produce y entrega componentes estampados y mecanizados de altos volúmenes y tolerancias críticas. Mezquite Capital Partners invierte en Metalistik.

**2014:** Nuevas facilidades, relaciones comerciales en curso con casi el 100% del mercado local. Componentes automotrices SOP. Certificación ISO 9001: 2008.

**2015:** 700% de crecimiento desde 2014. Misión comercial a Italia y China. Nuevos equipos de estampado, mecanizado y metrología. TS16949 certificado.

**2016:** Misión comercial a Alemania. Alianza estratégica con un fabricante italiano de herramientas con más de 50 años de experiencia. Nueva instalación de fabricación de herramientas. Nuevo proceso de lavado ultrasónico.

**2017:** Misión comercial a Corea del Sur. SOP de componentes metálicos del reposabrazos Tiguan VW para el mercado global. Nuevo equipo de prensa de estampado y soldadura MIG. Certificado CLAUGTO.

**2018:** Modelo de M&A listo para ejecutar. Metalistik debería terminar el año con instalaciones en dos continentes. 9 clientes automotrices.

### **Misión**

Entregar en tiempo, costo y calidad, productos metálicos y servicios de ingeniería de alto valor agregado utilizando la mejor tecnología y procesos viendo por el futuro de nuestros empleados y comunidad y recompensar a nuestros accionistas para motivar la reinversión en el crecimiento de un Metalistik siempre más innovador y con mayor presencia comercial.

### **Visión**

Convertirnos en la empresa número uno, en la industria de la mecánica de metales, en comprender y ejecutar iniciativas de GLOBALIZACIÓN para nuestros clientes.

### **Política de Calidad:**

- En Metalistik nos comprometemos a producir partes metálicas.
- Trabajando de acuerdo a nuestro Sistema de Gestión de Calidad.
- Satisfaciendo las expectativas requeridas por nuestros clientes.
- Cumpliendo los objetivos de calidad de procesos y productos.
- Logrando la mejora continua.
- Aplicando las 5 “S” para minimizar desperdicios.
- Garantizando la integridad de personas, instalaciones y medio ambiente; y
- Maximizando la rentabilidad y competitividad.

### **Objetivos de Calidad:**

- Cero reclamos de cliente.
- PPM’s Global.
- Cero garantías globales.
- Implementación de las 5 “S” en planta.
- Cumplimiento de entregas al cliente.
- Desarrollo de Mejora continua en los procesos de planta.
- Satisfacción al cliente.

### Valores:

- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Respuesta-agilidad
- Alegría
- Gran lugar para trabajar
- Creatividad
- Integridad
- Compromiso

### Nuestro espíritu

Siempre cumpla con las expectativas del cliente, encienda su enfoque en el cliente. Camina tu discurso, para desarrollar autoridad y alcanzar un buen liderazgo.

- Sé confiable, para que todos siempre crean en ti.
- Sea frugal, para contribuir a que la empresa tenga precios competitivos.
- Sea ahorrativo, para aumentar la efectividad todos los días.
- Ir al límite, para que todos podamos lograr una mejora constante.
- Sé profundo, para obtener conocimiento real.
- Sea tenaz, insista en realizar una idea con éxito.
- Sea exhaustivo para poder anticiparse a los requisitos futuros.
- Ejecutar, para crear hechos y no palabras, y
- Sea un equipo, todos alcanzaremos la meta hasta que llegue el último.

Organigrama de la empresa Metalistik

# METALISTIK Organigrama Actual

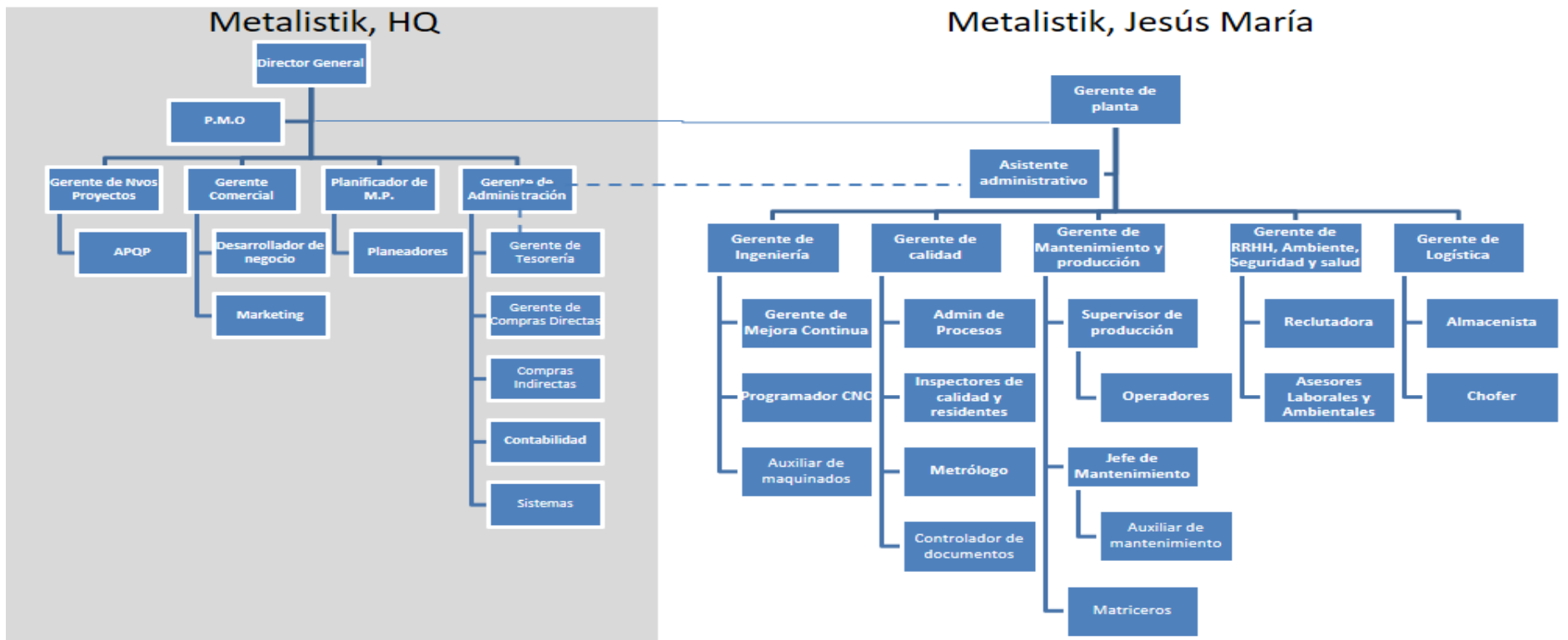


Figura 4 Organigrama de la empresa Metalistik

Las áreas en las que se desarrolla la empresa Metalistik son: Estampado, Celay (nueva área dónde se maquinan piezas), Soldadura (Ensamblado), Maquinados.

### Principales clientes

Los clientes a los que se les fabrican las piezas son: Celay, Clerprem, Donaldson, Flex, Filtran, Gestamp, Howa, Kinugawa, Maena, SJM, Unipres, BorgWarner.



Figura 5 Principales clientes de la empresa Metalistik



## 7. Problemas a resolver, priorizándolos

A continuación, se enlistan los problemas encontrados en la empresa Metalistik S.A de C.V., Planta Aguascalientes, en específico en el área de producción, los cuales afectan directamente al problema que es la mala aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) y las OEE (Eficiencia general de los equipos).

1. Mantenimiento no controlado
2. Los operarios no tienen conocimiento del TPM y las OEE
3. Control en la bitácora del TPM
4. Llenado de la OEE



## 8. Justificación

Metalistik S.A de C.V. es una empresa de clase nacional que busca siempre la satisfacción de sus clientes mediante productos que cumplan los más altos estándares de calidad, en cuanto a los materiales utilizados para su producción, de esta manera innovar y mejorar los procesos con los que son manufacturados dichos productos.

Por ende, este proyecto establece un mejor aprovechamiento de los recursos con los que cuenta actualmente la planta, para obtener un mayor grado de calidad y reducir los tiempos muertos, dándole a las maquinarias el debido mantenimiento para obtener una mejor eficiencia y calidad en el los productos.

La deficiencia en el llenado de las OEE representa un descontrol al momento de hacer el cálculo de lo producido por día, para ello es importante tener al personal capacitado, ya que es de vital importancia saber la vida útil y el rendimiento de las maquinas con las que se están trabajando para así mismo no forzar, ni producir grandes cantidades o sobre pasar el rendimiento de la máquinas.

Las piezas que son fabricadas en Metalistik en el estado de Aguascalientes representan un importante factor de ingresos, ya que es una planta de la cual el 100% de su producción es destinada para exportación a los países de Canadá y Estados Unidos.

Por lo que no existen productos clasificados como segunda calidad, de ahí la importancia de obtener un mayor rendimiento de los procesos actuales.

## 9. Objetivo (general y específico)

### Objetivo General:

Evaluación, estandarización y seguimiento de la filosofía del mantenimiento productivo total, en los procesos actuales en el área de producción, de la empresa Metalistik con el propósito de disminuir los defectos de la mala aplicación del TPM y las OEE.

### Objetivos Específicos:

- Establecer una programación para dar mantenimiento a las maquinas.
- Seguimiento de la filosofía del TPM.
- Llevar un control de la bitácora de mantenimiento preventivo



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 3

## Marco Teórico

### 3.1 ¿Qué es el TPM?

El TPM (Total Productive Maintenance) o Mantenimiento Productivo Total es una filosofía de trabajo originaria de Japón, la cual se enfoca en la eliminación de las pérdidas asociadas con las paradas de línea, la calidad y costos de mantenimiento o rotura de los equipos.

El TPM se basa, para lograr sus objetivos, en el mantenimiento autónomo, el cual se enfoca en la relación entre el operario u operador y la máquina, dándole a éste un sentido de responsabilidad sobre su equipo, permitiéndole realizar tareas de mantenimiento sencillas, como lubricación, control e inspección, entre otras, en vez de centrar todo el mantenimiento en un área o departamento específico.

El TPM se apoya, también, en la disciplina de todos los integrantes de la empresa, para lograr de esta forma un ambiente limpio y ordenado, y eliminar al máximo posible las pérdidas de mantenimiento, promoviendo además al ciclo de mejora continua.

Esto debe ser promovido por la alta gerencia determinando un comité directivo del TPM, que será el encargado de difundir la filosofía TPM dentro de la organización. Este comité es dirigido por un líder que debe velar por un cambio cultural dentro de la organización para la efectiva implementación del TPM.

### 3.2 Historia y evolución del mantenimiento hasta el TPM:

Hasta llegar al TPM hubo que atravesar tres fases previas. La primera de ellas es el mantenimiento reactivo o correctivo, el cual comenzó a principios del siglo XVIII y XIX durante la revolución industrial, con la aparición de las primeras máquinas. Este se basa exclusivamente en la reparación de averías o fallas cuando estas ocurren. Es la habitual reparación que se realiza a causa de una falla que obligó a detener el equipo o máquina.

Posteriormente, y como segunda fase de desarrollo, surgió alrededor de 1925 el concepto de mantenimiento preventivo, el cual tenía como objetivo evitar interrupciones en el proceso productivo. Esta metodología se enfoca en obtener, por sobre todo, la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción y estableciendo para ello funciones o actividades de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir averías antes de su ocurrencia.

En los años sesenta apareció lo que se denomina mantenimiento productivo, que constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El mantenimiento productivo utiliza los principios del mantenimiento preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del

equipo sin descuidar la fiabilidad y mantenibilidad del mismo.

Por último se llega al TPM, que comenzó a implementarse en Japón durante los años setenta en la empresa Nippon Denso (autopartista de Toyota Motor Company), esta fue una de las primeras en incorporar el mantenimiento preventivo en su planta. El Japan Institute of Plant Engineers (JIPE) apoyó y ayudó a Nippon Denso a desarrollar este modelo de mantenimiento.

Posteriormente el JIPE se transformaría en el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), organización líder y creadora de los conceptos TPM (1971). Esta organización tiene como objetivo dar soporte a la producción, reduciendo los riesgos y mejorando el OEE de las empresas manufactureras.

A medida que aumentaba la automatización también lo hacía la necesidad de personal de mantenimiento, debido a esto la gerencia decidió que el mantenimiento de rutina fuese llevado a cabo por los mismos operarios (esto dio lugar al mantenimiento autónomo, uno de los pilares del TPM).

La inclusión de este, logró que los operarios propusieran mejoras en los equipos, que a su vez dio lugar a la prevención del mantenimiento, que junto con el mantenimiento preventivo y las mejoras en mantenibilidad dieron origen al Mantenimiento Productivo Total. Este incorpora como se mencionó, una serie de nuevos conceptos como ser el mantenimiento autónomo y la implicación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios en planta, en alcanzar los objetivos propuestos por la empresa y la creación de una cultura propia que estimule el trabajo en equipo y eleve la moral del personal.

El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de los equipos.

El TPM ha tomado conceptos relacionados con el mantenimiento basado en el tiempo MBT y el mantenimiento basado en las condiciones MBC.

El MBT intenta planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, reemplazando en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento. Mientras que el MBC intenta planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operación correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

Seiichi Nakajima un alto funcionario del Japan Institute of Plant Maintenance, recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios.

**Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:**

1. Maximizar la eficacia del equipo.
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
3. Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
4. Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pérdidas” que restan eficacia a los equipos (Figura 6).



TABLA 7

Perdidas en equipos

Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos

Tipo	Perdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos.
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Figura 6 Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías.

El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual. El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el auto mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente.

En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. De una forma esquemática, el proceso de implantación TPM se puede desplegar en las siguientes fases:

### 3.3 Fases del proceso de implantación del TPM

#### Fase preliminar

En una fase preliminar es necesario modernizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.

#### Fase 1.- Volver a situar la línea en su estado inicial

El objetivo debe ser dejar la línea en las condiciones en las que fue entregada por parte del proveedor el día de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc.

#### Paso 2.- Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso

Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpie continuamente, sigue generando suciedad. Estas fuentes de suciedad hay que considerarlas como causas de un mal funcionamiento o anomalías de los equipos, aunque está claro que unas repercutirán más que otras en el rendimiento de las instalaciones.

#### Paso 3.- Aprender a inspeccionar el equipo

Para el proceso de implantación del TPM es fundamental que el personal de producción, poco a poco, se vaya encargando de más tareas propias de mantenimiento, hasta llegar a trabajar de forma casi autónoma. Para ello es imprescindible formación para transmitir los conocimientos necesarios a los operarios de la línea sobre el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Esta formación cada vez será más detallada y abarcará más tareas multidisciplinarias.

#### Paso 4.- Mejora continua

En este paso los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma, se



hacen cargo de las técnicas necesarias y proponen mejoras en las máquinas que afecten a nuevos diseños de línea. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta. En esta fase cobra vital importancia la determinación de las causas de averías para la cual se pueden utilizar las mismas técnicas de calidad total que se usan en SMED.

Una vez iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser auditada por el departamento de mantenimiento de cara a controlar los costes, comprobar que las actividades planificadas se han realizado y plantear objetivos para siguientes fases.

### **3.4 OEE (Overall Equipment Efficiency).**

En este punto conviene definir un sistema de indicadores accesible y fiable para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados y desviaciones respecto al objetivo de manera metódica y fiable. Indicadores como el rendimiento de la mano de obra, las horas dedicadas a trabajos urgentes, los costes de reparación o la disponibilidad son válidos para estos sistemas aunque en el entorno Lean cobra vital importancia e indicador numérico natural para el TPM, denominado Índice de Eficiencia Global del

Equipo, conocido como OEE (Overall Equipment Efficiency).

OEE es un indicador que se calcula diariamente para un equipo o grupos de máquinas y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si todo hubiera ido perfectamente, y las unidades sin defectos que realmente se han producido. Para la utilización de este indicador, se utilizan los índices de Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

OEE (Eficiencia Global de Equipos Productivos) =  $D \cdot E \cdot C$

El coeficiente de disponibilidad (D) es la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas. Para su cálculo se parte del tiempo disponible, también llamado tiempo de carga, que es el tiempo total de operación menos el tiempo muerto, planificado o necesario, tal como la interrupción del programa de producción, tiempos de descanso y reuniones diarias de taller.

El tiempo operativo es el tiempo de carga menos el tiempo que la máquina está parada debido a averías, preparaciones, ajustes, cambio de técnicas y otras paradas.

El coeficiente de eficiencia (E) mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las pérdidas por tiempos muertos, paradas menores y pérdidas por una velocidad operativa más baja que la de diseño.

Por último, el coeficiente de calidad (C) mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores.

Disponer de un OEE de, por ejemplo, 60% significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber fabricado, sólo ha producido 60. Este tipo de cálculo hace que el OEE se convierta en un examen severo. Por ejemplo, si los tres índices son del 90%, el OEE será 72,9%. En general, se considera que un muy buen OEE se situaría por encima del 85%. En la práctica, se acepta el establecimiento de objetivos distintos para cada índice, y así, por ejemplo, se podría plantear una disponibilidad del 90%, una eficiencia del 95% y un índice

**GRÁFICO 6**  
Esquema de los componentes del OEE



Figura 7 Esquemas de los componentes del OEE

de calidad del 99,9%, lo que representa un OEE del 85%.

El cálculo del OEE es interesante porque en un único indicador se evalúan todos los parámetros fundamentales de la producción industrial y constituye una de las claves del Lean. De acuerdo con lo expuesto, la mejora de la eficacia con la que trabajan los equipos y las instalaciones permite el incremento de la eficiencia de todo el sistema productivo. El valor numérico de la eficiencia global es un porcentaje que se determina con anterioridad a la introducción de mejoras para conocer el punto de partida del equipo cuya eficiencia se quiere incrementar. Este indicador permite valorar la progresión Lean a medida que se van introduciendo sucesivas mejoras. La importancia del indicador es tal que muchas consultoras/implantadoras Lean desarrollan toda su metodología alrededor de la explotación del OEE.

### 3.5 Control Visual

Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión.

En este sentido, el control visual se convierte en la herramienta Lean que convierte la dirección por especialistas en un dirección simple y transparente con la participación de todos de forma que puede afirmarse que es la forma con la que Lean Manufacturing “estandariza” la gestión.

Bajo la perspectiva Lean, estas técnicas persiguen mantener informado al personal sobre cómo sus esfuerzos afectan a los resultados y darles el poder y responsabilidad de alcanzar sus metas. Estas técnicas tienen relación con la importancia que en la metodología Lean tiene la motivación de los empleados a través de la información.

El control y comunicación visual tiene muchas ventajas, entre ellas la rápida captación de sus mensajes y la fácil difusión de información. En las empresas japonesas se considera el dialogo como una inversión muy importante para las compañías, pues gracias a los aportes de sus

integrantes se establece un proceso de aprendizaje, común y compartido, a partir de la experiencia y conocimiento de los mismos empleados. La motivación aumenta cuando el trabajador tiene la oportunidad de contribuir y recibir reconocimientos. Los tableros de gestión visual, o cualquier otro tipo de técnicas de comunicación visual, son excelentes espacios que sirven como marco metodológico para orientar el flujo de ideas y brindar un contexto de la situación a ser analizada.

El control visual incluye muchos métodos de aplicación, cada uno adecuado a diferentes objetivos o problemas de gestión. El siguiente cuadro expone un resumen de las diferentes técnicas de control visual que pueden darse en la planta de fabricación.

No hay razón para implantar todo lo que aparece en el esquema sino que hay que aplicar aquellas medidas que mejor se adapten a las particularidades del sistema, de las personas, y del estado de evolución de la empresa hacia la cultura Lean.



TABLA 8

## Ejemplos de Control Visual

### Control visual de espacios y equipos

- Identificación de espacios y equipos.
- Identificación de actividades, recursos y productos.
- Marcas sobre el suelo.
- Marcas sobre técnicas y estándares.
- Áreas de comunicación y descanso.
- Información e instrucciones.
- Limpieza.

### Documentación visual en el puesto de trabajo

- Métodos de organización: Hojas de instrucciones, estudios de tiempos/movimientos, planificación del trabajo, autoinspección, recomendaciones de calidad, procedimiento de seguridad.
- Recursos y tecnología. Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes, descripción de procesos y tecnologías.
- Productos y materiales. Especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetado, identificación de defectos comunes en materiales y productos.

### Control visual de la producción

- Programa de producción.
- Programa de mantenimiento.
- Identificación de stocks.
- Identificación de reprocesos.
- Identificación de trabajos en proceso (cargas, retrasos...).
- Indicadores de productividad.

Figura 8 Ejemplos de control visual



TABLA 8 (CONTINUACIÓN)

### Ejemplos de Control Visual

#### Control visual de la calidad

- Señales de monitorización de máquinas.
- Control estadístico de proceso (SPC).
- Registros de problemas.

#### Gestión de indicadores

- Objetivos, resultados y diferencias de indicadores de proceso.
- Gestión de la mejora continua.
- Actividades de mejoras.
- Sugerencias.
- Proyecto en marcha.

*Figura 9 Continuación de los ejemplos de control visual*

La implantación de cualquiera de los mecanismos de comunicación visual solo puede tener éxito con un cambio cultural en la fábrica. No sucede de la noche a la mañana el poder avanzar a un sistema de participación de la información. El punto de partida para la dirección y personal de supervisión es apoyar el proceso de participación en la información a la vez que se comunica a toda la compañía esta nueva perspectiva. En este sentido, para aumentar el éxito de su implantación se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- No empezar nunca un proyecto de comunicación visual sin primero verificar el compromiso de la compañía con unas pautas bien definidas y siguiendo los principios citados con anterioridad.

- No se debe nunca hacer una aproximación a la comunicación visual como una mera técnica. Si la dirección de una compañía no mantiene este concepto, la exposición pública de información no avanzará más allá del gesto sin contenido y el debate superfluo.
- Una vez que se han salvado los primeros escollos de relación entre dirección y posesión de información es posible empezar. Más allá del punto de partida, la comunicación visual llega a ser un verdadero aliado del proyecto cultural por su poder para estimular el diálogo y superar las barreras jerárquicas.
- La aplicación de un sistema de indicadores no consiste meramente en colocar gráficos de control de gestión en los lugares de trabajo. Más bien, se debe cambiar el Lean manufacturing modo de concebir el sistema de mediciones, enfatizando en los indicadores del proceso y descentralizando la adquisición, medición, presentación y análisis de los datos.
- La colocación de resultados en el dominio público requiere considerar los aspectos culturales del tipo de medición específica y la cultura del personal. Es necesario permitir a los usuarios participar en la creación de estándares, incrementar la cantidad de trabajo hecho por pequeños grupos y aumentar el contacto informal con la cadena jerárquica.
- Desarrollar un sistema de responsabilidades compartidas, especialmente entre los departamentos de producción y los funcionales (mantenimiento, instalaciones, ingeniería industrial, etc.).
- Reorientar las funciones de control de calidad hacia la observación de los hechos y la resolución de problemas en lugar de monitorizar a los individuos para buscar culpables.
- Fomentar la participación del personal de producción en proyectos de mejora en sus lugares de trabajo.



### 3.6 Jidoka

Jidoka es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o autonomización. Esta palabra, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el Lean Manufacturing. Bajo la perspectiva Lean, el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Dado que sólo se producirán piezas con cero defectos, se minimiza el número de piezas defectuosas a reparar y la posibilidad de que éstas pasen a etapas posteriores del proceso.

Con este sistema máquinas y operarios se convierten en un inspector de calidad. No hay distinción entre empleados de la línea (que fabrican los artículos) e inspectores de calidad (que comprueban la bondad de la fabricación). Las fases de inspección, si son necesarias, se realizan dentro de la misma línea y cada operario garantiza la calidad de su trabajo. En esta situación el énfasis se desplaza de la inspección para hallar defectos a la inspección para prevenir defectos. En otras palabras, se muestra más interés en controlar el proceso y menos el producto. Todas las unidades producidas deben ser buenas, no se permite el lujo de tener piezas defectuosas ya que no está prevista la producción de piezas adicionales.

La técnica Jidoka se puede aplicar de distintas maneras; en casi todos los casos depende de la creatividad aplicada para evitar que una pieza defectuosa siga avanzando en su proceso. Normalmente se identifican las técnicas Jidoka con sistemas de autonomización de las máquinas o con la capacidad (y autoridad) del operario de parar la línea.

Una máquina autonomizada es aquella que está conectada a un mecanismo de detención automático para prevenir la fabricación de productos defectuosos; de esta forma, se incorpora a las máquinas la inteligencia humana o un toque humano. La autonomización modifica también el sentido del uso de la máquina. Cuando trabaja normalmente no es necesario ningún operario; sólo cuando se para como consecuencia de una situación anormal requerirá de la atención del personal.

Como resultado, un solo trabajador podrá atender varias máquinas reduciéndose así el número de operarios e incrementando el rendimiento de la producción.

La figura 7 se muestra el esquema de los pasos progresivos y técnicas concretas que se pueden ir aplicando para alcanzar una autonomización completa en las máquinas.



La capacidad de parar la línea por parte del operario es un aspecto fundamental del Jidoka. Cada operario puede pulsar un botón para detener la producción cuando detecta defectos o irregularidades. Cuando el operario pulsa el botón, una señal (andon) indica el problema y alerta a todos los compañeros de la sección de las dificultades de la operación asignada al operario. Este sistema de luces, permite la comunicación entre los operarios. En la práctica funciona de la siguiente manera. Una luz verde significa que no hay problemas, una de color ámbar indica que la producción se está quedando atrás, como consecuencia de un problema, pero el operario que lo ha detectado se ve capacitado para resolverlo personalmente. Una luz roja indica la detección de un problema grave: el proceso se paraliza de manera que los compañeros y el propio encargado deben contribuir decididamente a encontrar una solución factible.

Un ejemplo que combina ambas técnicas es el utilizado en algunas factorías del sector del automóvil en donde los operarios caminan junto a una línea de montaje móvil, disponiendo de un tiempo limitado para ejecutar su trabajo. Si éste camina más allá de la distancia establecida, pisará una alfombrilla que activará un mecanismo que parará la línea de montaje. Pisar la alfombrilla significa que ha detectado un problema, causante del retraso en sus tareas. Cuando el mecanismo se activa y la línea se detiene, el encargado de sección junto con el operario tendrá un tiempo para resolver el problema y poner de nuevo la línea en marcha.



**TABLA 3**  
Las 10 Etapas de la autonomía (Jidoka)

Fase	Descripción	Carga Hombre/máq.
1	<b>Autonomación del proceso</b> Transferir esfuerzo de operario en esfuerzo de la máquina. Ejemplo: Atornillado automático.	Operaciones simultáneas operario/máq.
2	<b>Autonomación de sujetar</b> Sustitución de apriete manual por sistemas accionados mecánicamente. El operario solo carga el útil.	
3	<b>Autonomación de alimentación</b> Alimentación automática. El operario solo interviene para parar la alimentación en caso de errores.	
4	<b>Autonomación de paradas</b> El sistema de alimentación para correctamente la máquina al final del proceso. El operario puede abandonar el proceso o máquina.	Tareas de operario
5	<b>Autonomación de retornos</b> Finalizado y parado el proceso correctamente, el sistema retorna a situación de inicio sin ayuda del operario.	
6	<b>Autonomación de retirada de piezas</b> Finalizado el proceso y retorno, la pieza es retirada automáticamente de forma que la siguiente pieza puede ser cargada sin necesidad de manipular la anterior.	
7	<b>Mecanismos antierror (Poka-Yoke)</b> Para prevenir transferencia de piezas defectuosas al proceso siguiente se instalan dispositivos para detectar errores, parar la producción y alertar al operario.	
8	<b>Autonomación de carga</b> La pieza es cargada sin necesidad de operario. El proceso debe tener capacidad de detectar problemas y parar la operación.	Tareas máquina
9	<b>Autonomación de inicio</b> Completados los pasos anteriores la máquina debe empezar a procesar piezas de forma autónoma. Se deben prever problemas de seguridad y calidad.	
10	<b>Autonomación de transferencia</b> Se enlazan operaciones mediante sistemas de transferencia que eviten la intervención del operario.	

Figura 10 Las diez etapas del jidoka

Otro punto clave de las técnicas Jidoka es el sistema de autoinspección o inspección “a prueba de errores”, conocido como poka-yoke en japonés. Se trata de unos mecanismos o dispositivos que, una vez instalados, evitan los defectos al cien por cien aunque exista un error humano. En otras palabras, se trata de que “los errores no deben producir defectos y mucho menos aún progresar”. Los poka-yoke se caracterizan por su simplicidad (pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos), su eficacia (actúan por sí mismos, en cada acción repetitiva del proceso, con independencia del operario) y tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos.

El diseño de un poka-yoke debe partir de la base de que han de ser baratos, duraderos, prácticos, de fácil mantenimiento, ingeniosos y, preferiblemente, diseñados por los operarios.

### **3.7 Técnicas de calidad**

La garantía de alta calidad constituye un pilar extraordinariamente importante en el contexto de Lean manufacturing. La calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas “bien a la primera” y en todas sus áreas para alcanzar la plena satisfacción de los clientes, tanto externos como internos. El esfuerzo continuo mediante el despliegue de las técnicas de calidad es la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas. En esta situación cada empleado se convierte en un inspector de calidad, no habiendo distinción entre los operarios de la línea y el personal del departamento de calidad. De esta manera la reparación de los defectos no se realiza después de un largo tiempo de producción defectuosa, sino inmediatamente después de la localización de un problema. Sin embargo, la búsqueda de soluciones aplicables en cada caso industrial no es sencilla y en muchas ocasiones depende de la creatividad de las personas involucradas en los procesos de diseño, ejecución y control del proceso el evitar que una pieza defectuosa siga avanzando en su proceso. Para alcanzar estos objetivos, Lean Manufacturing propugna un uso intensivo de las técnicas de Calidad TQM (Total Quality Management), destacando entre todas ellas los chequeos de autocontrol, la Matriz de Autocalidad, 6 Sigma, el análisis PDCA y la implantación de planes cero defectos.

### Chequeos de autocontrol

Los autochequeos de calidad persiguen que el mismo operario que ejecuta las operaciones de fabricación se encargue de la inspección. Son un buen complemento en aquellos casos en que no es posible diseñar mecanismos anti-error que realicen un cien por cien de la inspección. Es un sistema muy eficiente aunque, a veces, puede ser difícil que los operarios tengan un espíritu crítico con su trabajo y sea necesario añadir otros sistemas de inspección. Los chequeos sucesivos pueden reducir la tasa de defectos a una quinta parte de la inicial en pocas semanas. Para ello, es indispensable fijar sólo dos o tres puntos de chequeo. Debe advertirse que, de entrada, la tasa de defectos aumentará ya que se detectarán defectos que antes pasaban inadvertidos. En el caso de que sea necesario realizar inspecciones de tipo sensorial (por ejemplo, rayado, calidad de la pintura, etc.), es conveniente colocar las muestras (aceptables y no válidas) junto a los puntos de control para hacer evidentes los límites aceptables. En la inspección sensorial tiene un papel relevante la visual, con la inestimable involucración de los operarios, lo que requerirá una labor de formación y cuatro fases:

1. Mostrar los estándares para facilitar la interpretación del campo visible y permitir el reconocimiento de anomalías que puedan exigir respuestas.
2. Desarrollar un sistema de respuesta que mantenga tres principios: transmisión de una retroacción rápida, colocar mensajes cerca y asegurar que la información se comparte dentro del grupo.
3. Registrar los problemas.
4. Observar más allá del propio entorno, ya que habitualmente se ha de ser consciente de las circunstancias externas al propio territorio.



	<b>Sistema de Administración de Calidad</b> <b>Autoinspección/Autocontrol</b>	<b>Página 1 de 23</b> <b>Revisión: 0</b> <b>Fecha: Enero, 2007</b>
--	--	--

## Autoinspección / Autocontrol

### Objetivos:

En el curso se explica el autocontrol y el Empowerment como un sistema de trabajo aplicable a todos los niveles de una organización, incluyendo directivos, mandos intermedios y personal operativo.

La intención es entender simple y claramente: ¿Qué es?, ¿Porqué se requiere?, ¿Cómo, Dónde y Cuándo funciona? Y ¿Quién lo aplica?, y finalmente, determinar y aplicar un modelo de autocontrol y empowerment propio y adecuado al puesto, área, departamento, empresa u organización en cuestión.

### Contenido:

1. Rutina de una Inspección.
2. La Autoinspección y sus Ventajas.
3. Criterios básicos para la Autoinspección.
4. Precauciones a tomar en la Autoinspección.
5. Secuencia para Integrar la Autoinspección.
6. El Autocontrol y sus Ventajas.
7. Criterios fundamentales para el Autocontrol.
8. Ciclo de Deming – **P**-Planear, **H**-Hacer, **R**-Revisar, **A**-Actuar.
9. Fundamentos del Empowerment.
10. Estrategia de Implementación del Autocontrol y el Empowerment.

<b>Nombre:</b>	<input style="width: 85%;" type="text"/>
Mis Objetivos del Evento:	
1	<input style="width: 85%;" type="text"/>
2	<input style="width: 85%;" type="text"/>
3	<input style="width: 85%;" type="text"/>
4	<input style="width: 85%;" type="text"/>

Figura 11 Ejemplo de un auto chequeo

### La Matriz de Autocalidad (MAQ).

La Matriz de Autocalidad (MAQ) es una herramienta de soporte a la calidad que permite visualizar “dónde” se producen los defectos en un proceso dado y “hasta quién llegan”. En la práctica se usa registrar los defectos con el objetivo de perseguir que se detecten allí donde se generan. En esta matriz se representan cada una de las fases de un proceso productivo en filas y columnas. En general, se incluyen dos columnas destinadas a proveedores: la primera para los externos (donde se reflejan las compras) y la segunda para los internos (que son las distintas secciones que aprovisionan la línea de montaje). Del mismo modo se incluyen dos filas para clientes finales: una para los de carácter externo y otra para los de carácter interno. La utilización de la MAQ se origina a partir de los datos de defectos anotados en las denominadas “Hojas de Registro de Defectos”. Al final de un turno de trabajo se recogen dichas hojas y se trasladan las anotaciones que figuran en las mismas y que representan los defectos detectados a la matriz de Autocalidad. Por ejemplo, en un proceso de fabricación de un determinado producto, el operario encargado de la realización de la fase final, en la que se controla el aspecto de la pieza, observa un exceso de pegamento en la zona interior de una pieza. La cola sobresale por encima del embellecedor lo que da lugar a que el producto sea defectuoso. Una vez detectado el problema, el operario retira la pieza y la coloca en un contenedor de color rojo, anotando seguidamente el defecto en la hoja de registro de defectos de la línea.





GRÁFICO 7

Matriz de autocalidad

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							Total ppm
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n	
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	—								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
	Total ppm								
		TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO					TOTAL PPM		

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

Figura 12 Matrices de auto calidad

Una vez introducidos todos los datos procedentes de las hojas de registro de defectos en la MAQ, se elabora un plan de acción para cada tipo de defecto. En este momento, las personas implicadas dejan de ser sólo los operarios, entran en escena el supervisor de la línea y el responsable de calidad. Estos últimos son los encargados de seleccionar los problemas más importantes empleando para ello un diagrama de Pareto, analizar dichos problemas y establecer un plan de acciones para paliarlos e incluso, si fuese factible, eliminarlos. El objetivo final de la matriz de autocalidad es detectar todos los defectos en la fase donde se generan o lo que es lo mismo, que los defectos aparezcan registrados en la diagonal principal. Otro de los objetivos perseguidos es el de no tener ningún incidente con el cliente, esto aparece identificado en la matriz, cuando en la fila de los clientes no se aparece registrada ninguna marca.

## Ciclo PDCA

Dentro de las técnicas de la calidad se considera que el análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo planificar-ejecutar-verificar-actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua, tanto en las mejoras drásticas o radicales como en las pequeñas mejoras: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos.

### GRÁFICO 8 Ciclo PDCA

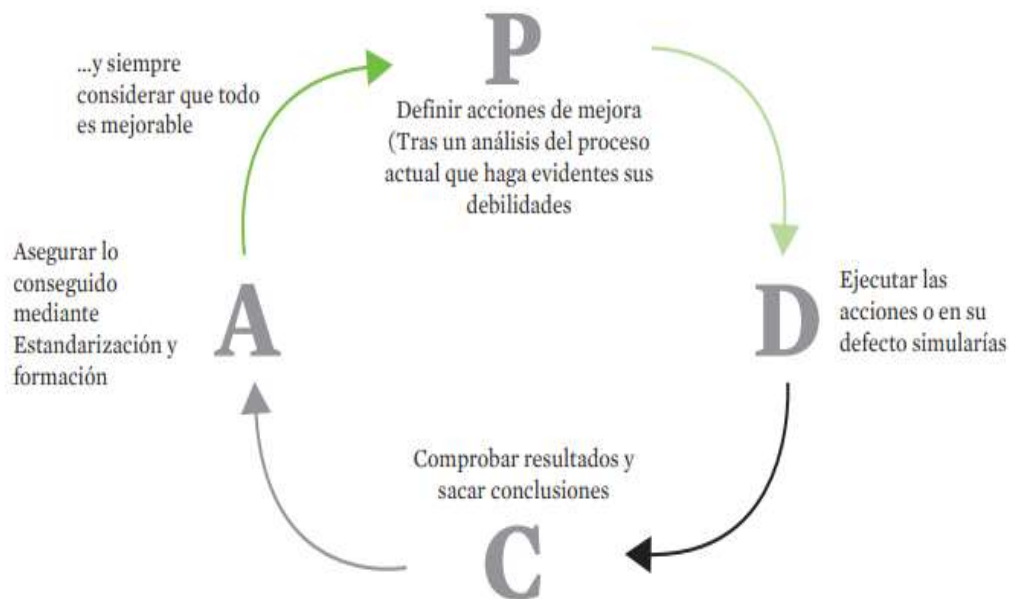


Figura 13 Ciclo PDCA



La metodología de aplicación del ciclo PDCA puede resumirse en los siguientes pasos:

- *Analizar la situación inicial.* Las técnicas que se utilizarán para el análisis inicial del lugar de trabajo dependerán del nivel de implantación de técnicas Lean. La herramienta a aplicar en el análisis inicial puede ser un cuestionario de satisfacción del operario y una visita al lugar de trabajo, tomando fotografías con la finalidad de mejorar el control visual.
- *Planificar y estudiar la viabilidad.* Una vez finalizado el análisis inicial se analizan los resultados obtenidos, se detectan los puntos susceptibles de mejora y las técnicas a utilizar. En esta fase, se crean los indicadores, se cuantifican sus valores iniciales y se definen los objetivos a alcanzar para poder valorar la evolución después de la implantación.
- *Seleccionar línea/área piloto.* Se elige una línea o área piloto para la mejora, valorando la viabilidad económica y técnica, así como el cumplimiento de los estándares de la calidad. En caso de que las mejoras no sean viables se buscarán otras posibilidades.
- *Implantación inicial en línea piloto.* Después de seleccionar una línea piloto se implantan todas las mejoras utilizando las técnicas Lean más adecuadas para cada situación particular.
  - *Formar al personal.* Una vez implantadas las mejoras se realiza la planificación de la formación de todo el personal con el fin de incrementar su capacitación y motivación.
- *Verificar la efectividad de las mejoras.* Se vuelven a utilizar las técnicas definidas para evaluación inicial con el fin de volver a obtener nuevos valores de los indicadores y, de esa manera, ver si se han logrado los objetivos propuestos. De no ser así se investigarán las causas y se volverán a realizar nuevas propuestas. Si los resultados cumplen los objetivos definidos se procederá a una estandarización de las mejoras y las técnicas para su mantenimiento.
- *Planificar el trabajo en el resto de líneas o áreas de producción.* Las mejoras estandarizadas en la línea piloto se implementarán en el resto de la línea de empresa.

## Cero defectos

El objetivo final de aplicar cualquier herramienta de la calidad es la obtención de cero defectos bajo una perspectiva que englobe los cinco elementos clave de la de las fabricas: operarios, materiales, máquinas, método e información (5M +1I).

Un plan global para lograr los cero defectos que utilice las técnicas Lean que han sido expuestas hasta ahora podría desplegarse a partir de las siguientes acciones:

- *Entrenamiento básico (Personas)*. Las personas son la raíz de muchos errores y defectos. Se debe asegurar un buen fundamento con entrenamiento básico que incluya temas tales como el rol global de las personas en las fábricas, la calidad y la importancia del seguimiento de estándares.
- *Entrenamiento en habilidades múltiples (Personas)*. Muchos defectos son resultados de la falta de conocimientos. Los operarios intentan voluntariosamente fabricar productos libres de defectos pero la falta de algunos conocimientos y habilidades pueden hacer difícil para ellos descubrir los defectos. Cuanto más entrenamiento y formación, mayores serán las posibilidades de que los operarios puedan sumir con efectividad el autocontrol.
- *Control visual (Información)*. En muchas ocasiones las empresas recogen gran cantidad de información sobre defectos para realizar análisis cuantitativos que quedan archivados si mayor uso. Este funcionamiento tienen poco sentido si la información no se examina y comparte con los trabajadores. Los datos analíticos conviene ser expuestos en forma de representación gráfica que ayude a los trabajadores a explorar el significado de los datos.
- *Inspección preventiva (Materiales)*. La inspección aguas abajo (en procesos posteriores) tienen poca capacidad para evitar la producción de artículo defectuosas. La mejor prevención de defectos es la que detecta y corrige los errores antes de que se produzcan los defectos. Esta clase de control solo puede obtenerse combinando las operaciones productivas e inspección en el mismo lugar.
- *Mecanismos anti-error (Máquina)*. La autonomación con toque humano significa crear máquinas con la característica de detectar fallos y de forma automática y debe convertirse en pieza clave para lograr cero defectos en la línea.
- *Mantenimiento preventivo (Máquina)*. Es necesario garantizar que los equipos de fábrica están en perfectas condiciones operativas para lo cual es necesario que los operarios

aprenden las pautas diarias de mantenimiento que necesitan los equipos basándose en las técnicas TPM.

- *Producción en flujo (Método)*. El mejor modo de descubrir defectos es usar el producto tan pronto se ha fabricado. La producción en flujo de una sola pieza permite a los trabajadores hacer justamente eso.
- *Operaciones estándares (Método)*. Donde quiera que encontremos operarios que piensan “no sé realmente el mejor modo de hacer esto”, o, “es demasiado para mi decidir cómo debe hacerse esto”, podemos estar seguros que encontraremos productos defectuosos. La estandarización de los procesos y operaciones se convierte el elemento clave para asegurar que los operarios siempre realizan las operaciones de la forma más eficaz.
- 5S. Ninguna de las acciones anteriores funcionará a plena efectividad a menos que se establezca previamente una implantación eficaz de las 5S que, como se ha comentado, se convierte el primer cimiento sobre el que empezar aplicar principios y técnicas Lean.

### Seis Sigma

Seis Sigma ha ido evolucionando desde su mera aplicación como herramienta de calidad a ser incluida dentro de los valores clave de algunas empresas, como parte de su filosofía de actuación Lean. En realidad no es una herramienta sino una nueva técnica que adquiere su máxima efectividad cuando se combina con Lean Manufacturing. Aun partiendo de esta premisa, se ha optado por incluirla dentro de las técnicas Lean para intentar clarificar sus diferencias ya que es muy frecuente encontrar alusiones recientes al Lean Seis Sigma (LSS). Seis Sigma es una metodología de mejora de procesos o productos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, que persigue reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de Seis Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier fallo que en un producto o servicio no logre cumplir los requisitos del cliente. Utiliza técnicas estadísticas para la caracterización y el estudio de la variabilidad de los procesos. El valor Seis Sigma tiene relación con la desviación típica estándar de la distribución normal por lo que 6 Sigma equivale a una tasa de eficiencia del 99,99966%. En estas condiciones requiere de método científico y de expertos, ya que busca actuar sobre las causas raíz de la variabilidad. Para ello utiliza técnicas estadísticas y no estadísticas en un proceso de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Introducir Mejoras y Controlar (DMAIC). Mientras que Lean Manufacturing actúa sobre los despilfarros de las actividades de

producción de una manera rápida, Seis Sigma afronta el análisis de las causas para evitar su repetición. Lean Seis Sigma es algo más que un programa de mejora convencional. Los programas Lean Seis Sigma exigen una mayor dedicación (en algunos casos, y para algunas personas, a tiempo completo), se centran en problemas concretos para cuya elección se realizan estudios de viabilidad económica, utilizan técnicas potentes de recogida y análisis de datos, y exigen un inequívoco compromiso de la dirección. Todo ello encaminado a que las acciones de mejora se reflejen finalmente en beneficios en el balance económico de la empresa.

El conocimiento de los principios Seis Sigma es la mejor forma de conocer el contenido y alcance de este sistema:

- ✓ Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización.
- ✓ Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye personal a tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por Seis Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora.
- ✓ Formación y acreditación. Cada uno de los actores del programa de Seis Sigma requiere de una formación específica. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, conocido como curriculum Black Belt con diferentes niveles de progresión y capacitación; campeón, maestro cinta negra, cinta negra y cinta verde.
- ✓ Orientada al cliente y enfocada a los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de Seis Sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. En base a ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos.
- ✓ Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología. Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados.
- ✓ Se apoya en una metodología robusta. Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos. La metodología Seis Sigma es una iniciativa a realizar a largo plazo, basada en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos con el fin de crear

una nueva cultura en toda la organización.

### 3.8 Sistemas de participación del personal

Los sistemas de participación del personal (SPP) se definen como el conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar eficientemente todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de las empresas. Estos sistemas tienen como objetivo común la identificación de problemas o de oportunidades de mejora para plantear e implantar acciones que permitan resolverlos, de aquí que son pieza fundamental en el proceso de mejora continua propugnado por el Lean Manufacturing. Sobre el papel, los sistemas de participación le dan al personal la oportunidad de expresar sus ideas relativas a diferentes aspectos de las actividades desarrolladas en la organización. Su puesta en marcha no es sencilla ya que la implicación del personal es uno de los temas más controvertidos en las empresas y su éxito suele ser escaso. El problema radica en la poca importancia que muchas veces se le ha otorgado al individuo dentro del sistema.

- La implicación personal se consigue con trato directo y el establecimiento de técnicas que se ocupen particularmente del individuo. Para ello, el sistema Lean de mejora continua establece las prioridades en el lanzamiento de las mismas en función de su trascendencia: Seguridad en el trabajo. La premisa principal es garantizar la seguridad de todos los trabajadores a partir de buenas normas y mecanismos de control.
- Condiciones de trabajo. La creación de un buen ambiente de trabajo comienza por establecer unas condiciones de trabajo satisfactorias que inviten a emprender el camino a la mejora.
- Formación. El crecimiento profesional personal motiva e implica para sentirse partícipe del conjunto y asumir los objetivos de la empresa como propios.
- Comunicación personal. Una comunicación frecuente, clara y directa de los trabajadores con los superiores jerárquicos, de forma personal, elimina dudas y conflictos que pueden entorpecer el avance de la mejora.
- Participación en la mejora. La experiencia de cada uno de los trabajadores es uno de los mayores valores de la empresa. Se deben crear mecanismos para incitar ideas de mejora, tanto a nivel individual como colectivo.

- Implicación de todos. Finalmente la implicación de todo el personal, desde los directivos hasta los operarios, creará el vínculo necesario para la sostenibilidad del sistema.

En estas condiciones, los sistemas de participación pueden suponer evidentes ventajas para las empresas:

- La mejora de las relaciones y la comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización.
- El fomento de la creatividad y de la conciencia de grupo frente a la conciencia individual, lo que supone una mejor integración en la estructura organizativa.
- El incremento de la motivación del personal. Dentro del pensamiento Lean, los sistemas de participación de personal más usados son los grupos de mejora y los sistemas de sugerencias.

Grupos de mejora En el entorno Lean, los proyectos de implantación, mejora y mantenimiento del sistema se organizan a través de diferentes tipologías de grupos cuya solidez se basa en la implicación gracias a su participación activa y a las técnicas puestas a su disposición:

- Equipos de mejora (equipos Kaizen). Equipos de seis a ocho miembros que abordan la resolución de problemas específicos o el despliegue de nuevas técnicas. Son equipos multidisciplinares formados por personas de diferentes niveles de responsabilidad y departamentos. Están adiestrados en técnicas de análisis y resolución de problemas y en técnicas específicas para la búsqueda y eliminación de “desperdicios”. La creación de grupos Kaizen permite gestionar, de forma activa, el conocimiento depositado en todas las personas de la organización. Bajo la perspectiva “la situación actual nunca es la mejor de las posibles”, estos grupos trabajan para conseguir mejoras.
- Grupos autónomos de producción (GAP). Grupos de personas que trabajan en un área determinada, organizando el trabajo orientado a los procesos y que persiguen en todo momento la mejora continua. Estos grupos son decisivos a la hora de pilotar la implantación inicial de técnicas Lean en un área determinada de la fábrica. Posteriormente, una vez implantadas y estabilizadas, son decisivos a la hora de mantener el sistema y perseguir el control y la mejora continua de los resultados (costes, calidad, entregas y personal).

Las características que diferencian estos grupos Lean de las iniciativas tradicionales de equipos o reuniones de resolución de problemas, son las siguientes:

- Disponen de estructuras definidas de soporte operativo que están a su disposición para el desarrollo de sus acciones de mejora.
- Utilizan la gestión visual como soporte al sistema. La gestión visual se refleja en todas las actividades de los equipos tales como control de indicadores, técnicas de implicación del personal, seguridad, formación (polivalencia), ideas de mejora, condiciones de trabajo, estándares de calidad o informaciones de buenas prácticas de otros equipos Lean.
- Pertenecen a una estructura perfectamente jerarquizada y definida que deja claras las reglas para la comunicación y gestión que facilitan de forma ágil y eficiente la toma de decisiones.
- Disponen de un sistema perfectamente definido de reuniones según los diferentes niveles jerárquicos. Este sistema se traduce en un Mapa de Reuniones de Planta que establece tipo de reuniones, cadencia, participantes, agenda y objetivos.
- La metodología de las reuniones está también perfectamente definida en todos sus aspectos: actas, preparación previa, tiempo controlado.

### Programas de sugerencias

Los programas de sugerencias están dirigidos a aprovechar todo el potencial individual de los empleados mediante la canalización de sus sugerencias. Una sugerencia es toda idea que suponga una modificación, simplificación, o mejora de los métodos de trabajo, tanto administrativos como productivos, y cuya consecuencia es una reducción de costes. Una sugerencia debe incluir una situación previa (“el antes”) y una situación propuesta (“el después”) de modo concreto y claro ya que no pueden admitirse sugerencias idealistas o genéricas como plantear la “mejora del sistema de comunicación de la empresa”.

En principio, las sugerencias deben enfocarse hacia los siguientes temas:

- Mejora de la calidad y de los procesos productivos y administrativos.
- Ergonomía y seguridad de los puestos de trabajo.
- Reutilización y aprovechamiento de materiales.
- Eliminación de cualquier tipo de despilfarro.



- Ahorros de energía, horas máquina, gastos generales, etc.

Los sistemas de sugerencias se han considerado tradicionalmente los primeros programas de mejora, sin embargo, no siempre han alcanzado éxito por las siguientes razones:

- El programa se desarrolla más como una entidad independiente que como parte de un enfoque global dirigido a la mejora continua.
- La mayor parte de la organización no comparte la idea de que a mayor número de sugerencias, mejor moral del personal y mejor rendimiento.
- Las personas que formulan las sugerencias no son las mismas que las aplican.
- El proceso de evaluación es complejo y lento quizás porque, al intentar que sea justo y exacto, se burocratiza demasiado.
- Los éxitos no se comparten con el personal. Los participantes no reciben estímulo ni información sobre resultados y se piensa que el sistema no es importante para la dirección.
- No se ha formado lo suficiente a los operarios ni a los líderes del proceso de mejora continua, ni se ha verificado que estos líderes sirvan para extender el sistema.
- Existe una falta de voluntad en la organización, especialmente en la dirección, para mejorar el programa de sugerencias y hacer que funciones de forma efectiva.
- No se ha establecido un procedimiento de presentación de sugerencias y tampoco se ha previsto un formato estándar de seguimiento de las sugerencias.

En general, los medios más comunes para difundir el programa de sugerencias son: la información general a los empleados, a través de la Intranet o el boletín interno de la empresa, los cursos de formación y los anuncios de premios y recompensas.

### 3.9 Heijunka

La técnica Heijunka y el Kanban, objeto de explicación en el siguiente apartado, son las técnicas que suponen el paradigma de la producción Lean. Surgidas de manera específica en la industria del automóvil suponen el máximo grado de compromiso con la filosofía JIT y son técnicas que necesitan de entornos específicos para su aplicación, tanto en lo relativo a los productos, como en los procesos y disponibilidad de medios. Heijunka es la técnica que sirve para planificar y

nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo. Evidentemente, esta herramienta no es aplicable si hay nula o poca variación de tipos de producto. La gestión práctica del Heijunka requiere un buen conocimiento de la demanda de clientes y los efectos de esta demanda en los procesos y, a su vez, exige una estricta atención a los principios de estandarización y estabilización. Los pedidos de los clientes son relativamente constantes si se consideran en promedio dentro de un período suficientemente grande de tiempo, pero son impredecibles si se analizan con un rango de tiempo pequeño y fuera de un programa pactado. En el primer caso, las variaciones de la producción se deben al propio proceso (planificación, tamaño de los lotes, incidentes, oportunidades de negocio, etc.).

En el segundo caso, es la aplicación extrema del tamaño unitario del lote lo que lleva a las empresas a intentar el ajuste instantáneo de la demanda, soportando todas las variaciones de los pedidos. A través de una producción continua nivelada, suavizada y en pequeños lotes, se logra producir con el mínimo nivel de despilfarro posible. Para la aplicación del Heijunka existen una serie de técnicas que, integradas en su conjunto, permiten obtener un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que proporciona unas ventajas muy significativas desde el punto de vista de la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente. Estas técnicas son:

- Usar células de trabajo.
- Flujo continuo pieza a pieza.
- Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo).
- Nivelar el mix y el volumen de producción.

### Usar células de trabajo

Uno de los primeros pasos en la puesta en marcha de un sistema Lean es la creación de flujo en la planta, lo que lleva a un layout orientado al producto. En este tipo de distribución las estaciones de trabajo se sitúan una al lado de la otra siguiendo las fases del proceso productivo y el producto avanza a medida que se hacen las operaciones correspondientes.

De esta forma se crea una secuencia eficiente que permite un movimiento continuo y suave de las materias primas para elaborar productos de principio a fin. El diseño que mejor cumple los requerimientos básicos de la gestión Lean es la denominada “célula flexible” (o de trabajo), que responde al concepto de flujo de actividades muy cercanas y que adopta la forma física de “U”.

Lo esencial de la distribución en U es que la entrada y la salida de una línea se encuentran en la misma posición.

El flujo continuo transforma varios procesos que trabajan de forma independiente en una celda de trabajo conjunta donde todos los procesos van ligados uno después del otro. Cada celda se diseña para producir una familia de partes o una cantidad limitada de familias de partes. Una familia de partes es un grupo de piezas o subconjuntos del producto principal que poseen similitudes en la forma geométrica y el tamaño, o en las fases de fabricación. La celda incluye equipo especial de producción y técnicas y soportes personalizados para optimizar la producción de las familias de partes.

En esta situación, cada celda se convierte en una fábrica dentro de la fábrica.

A la hora de diseñar células de células se hacen necesarios ciertos requerimientos:

- Identificar familias de productos, a menudo utilizando tecnología de grupos.
- Contar con personal capacitado y flexible.
- Disponer de personal de apoyo o empleados imaginativos y flexibles para establecer las células de trabajo iniciales.
- Diseñar sistemas anti error en cada estación de la célula.

La adopción de células permite obtener unas ventajas muy significativas en la eficiencia del sistema:

- ✓ Mejor cumplimiento de los requisitos establecidos por el cliente, en calidad y plazos.
- ✓ Reducción del inventario en proceso ya que la célula de trabajo se establece para proporcionar un flujo equilibrado de maquina a máquina.
- ✓ Reducción en el espacio de la planta ya que se necesita de menos espacio entre las máquinas para el inventario en proceso.
- ✓ Menor inventario de materias primas y productos terminados, porque con menos trabajo en proceso se agiliza el movimiento de materiales.
- ✓ Mayor uso de equipo y maquinaria debido a una mejor programación y el flujo más rápido.

### 3.10 Tipos de Mantenimiento

#### **Mantenimiento:**

Se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.

El objetivo de mantenimiento es asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones con respecto de la función deseada, dando cumplimiento además a todos los requisitos del sistema.

#### **Mantenimiento correctivo**

Este mantenimiento consiste en corregir los errores del equipo conforme vayan apareciendo por el uso y el desgaste. Pueden ser planificados, cuando ese desgaste se ha previsto y en el plan de mantenimiento ya se tiene en cuenta. O no planificado, cuando el defecto ocurre en un momento inesperado o antes de lo previsto.

#### **Mantenimiento preventivo**

Consiste en una intervención sistemática del equipo, aunque este aun no haya dado señales de desgaste o error. Se tiene en cuenta las vulnerabilidades de la maquinaria y los materiales y se planea el mantenimiento en el momento oportuno para no llegar a necesitar una reparación seria. Requiere un buen plan de mantenimiento.

#### **Mantenimiento Predictivo**

Este es uno de los tipos de mantenimiento que más requiere de correcto plan de mantenimiento. Hace un análisis constante del equipo para poder descubrir se las variables de la maquinaria cambian y predecir las averías y los errores antes de que se produzcan.

Para poder adoptar este tipo de mantenimiento, antes es necesario hacer mediciones del equipo, algunas variables a tener en cuenta son vibración, consumo de energía, temperatura, etc. Una vez que se conocen los parámetros normales, pueden verse variaciones en ellos lo que puede indicar un posible problema en el equipo.

#### **Mantenimiento cero horas u overhaul**

Consiste en tareas y procedimientos que dejan la máquina a cero horas de funcionamiento. Esto quiere decir que, bien cuando ya está comenzando a bajar el rendimiento del equipo o bien cuando todavía funciona a la perfección, se sustituyen todos los componentes necesarios hasta que tiene el mismo desgaste por el uso que si fuera totalmente nueva. Es uno de los tipos de mantenimiento industrial que sirven para asegurarse de alargar la vida útil del equipo a largo plazo y de forma controlada.

### **Mantenimiento en uso**

Este es uno de los tipos de mantenimiento industrial de más baja intervención. Normalmente lo suelen hacer los usuarios del equipo o personal de baja cualificación. Consiste en simples tareas de prevención, como una limpieza adecuada o una observación sobre defectos visibles.

### **Mantenimiento autónomo**

El mantenimiento autónomo, es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación de TPM, está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspecciones, lubricaciones, limpieza, intervenciones menores, etc. Estas actividades se realizan siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios los cuales deben de ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo de operación.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 4: Desarrollo

## 11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

A continuación, se adentrará al lector a los puntos principales de la metodología o desarrollo del proyecto, en los cuales se especifican las fallas y se muestran los porcentajes de las mismas, así como algunos aspectos generales que se analizaron con la finalidad de mejorar lo propuesto.

1. Análisis de la situación actual de la empresa, en el área de estampado y soldadura
2. Capacitar al personal sobre el TPM y las OEE
3. Diagnóstico de los tipos de mantenimiento que se están aplicando en la empresa
4. Evaluar los tipos de mantenimiento para saber cuál es el tipo de mantenimiento que se debe de aplicar
5. Creación de la bitácora
6. Seguimiento de bitácora
7. Mejoras en las actividades realizadas

### **Análisis de la situación actual de la empresa en el área de estampado y soldadura**

Primero se tuvo a bien identificar la oportunidad de mejora del proceso estudiado (defectos en el área de estampado y soldadura), a continuación, se muestra los errores y porcentajes de incidencia de los mismo, y el análisis actual de la empresa.

Actualmente en la empresa Metalistik en el área de estampado y soldadura se tienen con frecuencia muchos paros, por diversos factores que afectan al proceso, para ello se realizó una toma de muestras de las piezas producidas en el área de estampado y soldadura.

Con los datos obtenidos se realizó una gráfica con los defectos con más incidencia dentro del proceso de producción.



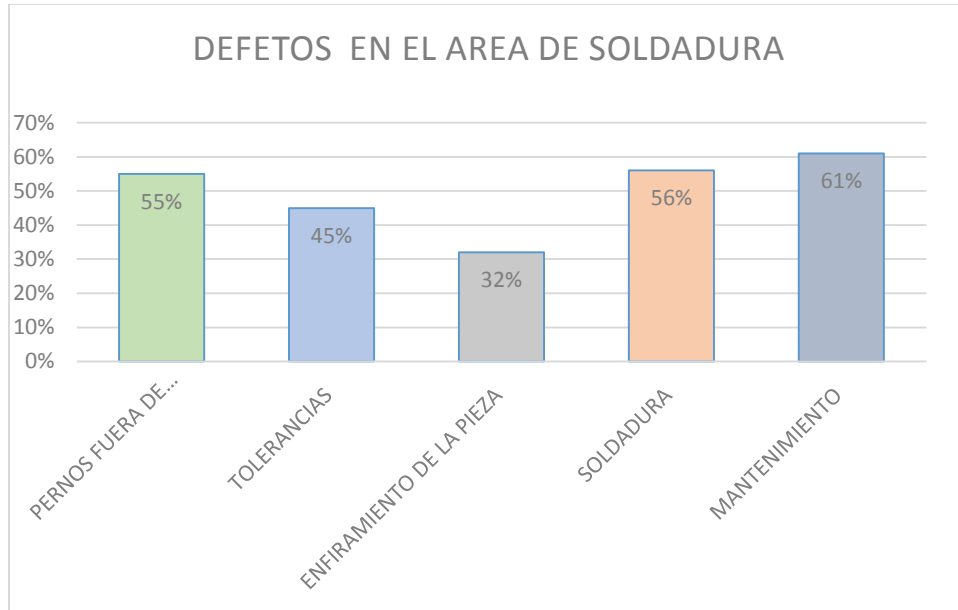


Figura 14 Grafica de defectos en el área de soldadura

Dentro del análisis que se realizó en el área de soldadura en la gráfica se puede observar que el defecto que más se presenta durante el proceso es el de mantenimiento con un 61%, esto se debe a varios factores que se presentan el proceso tales como: el mal acomodo de las pizas al momento de ser soldadas, el mantenimiento que le dan al robot no es el adecuado.

Con los datos ya obtenidos podremos determinar qué tipo de mantenimiento es más conveniente para el robot.

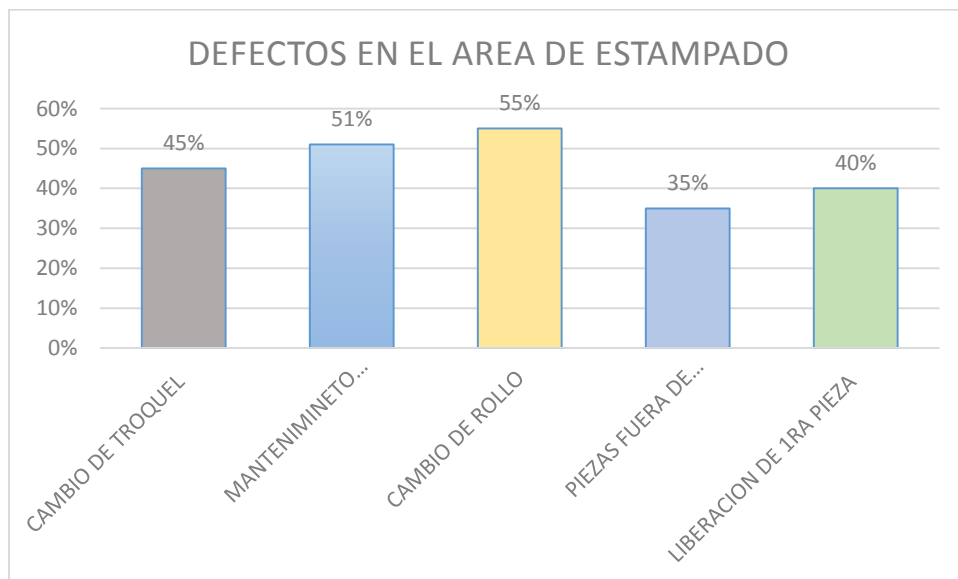


Figura 15 Grafica de defectos en el área de estampado

En el área de estampado se tomaron algunos datos sobre los defectos que se presentan durante un proceso, en los cuales el 55% es representado por el cambio de rollo que es donde más tiempo tarda el montacargas. En segundo lugar se presenta el mantenimiento por cambio de punzones el cual representa un 51% lo cual es significativo dentro del proceso, lo cual indica que el mantenimiento que se está aplicando a las maquinas no ha sido el adecuado, o lo hacen de manera muy rápida, por lo tanto se hará una check list para evaluar el mantenimiento de las máquinas y así de esa manera mejorar el proceso de mantenimiento y tener un control sobre ello.

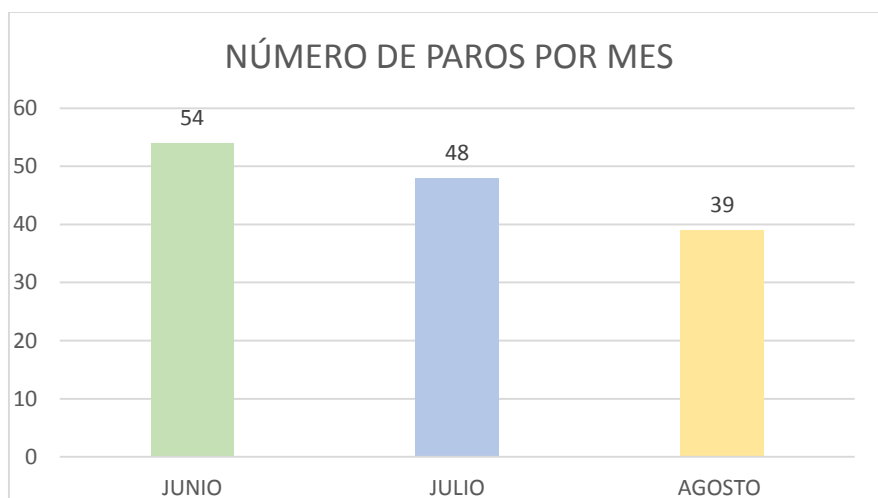


Figura 16 Grafica de número de paros por mes

Dentro del análisis se realizó el registro de los paros por mantenimiento que se han presentado en los últimos meses, se puede observar que en los últimos dos meses bajaron los paros, ya que se estuvieron haciendo observaciones a cada uno de los operarios que realizan el mantenimiento. Para ello se realizó una chek list que a continuación se muestra.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TROQUELES							METALISTIK	
TROQUEL	GS 5775/6	OPERACIÓN		60				
M A N T E N I M I E N T O D E T R O Q U E L	ACCION	SI	NO	REFACCIONES UTILIZADAS	COMENTARIOS	RESPONSABLE	FECHA	
	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES O BUJES ENBALADOS	X					Alejandra Rodríguez	16/02/2019
	LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	X						
	AJUSTE DE TORNILLERIA (HOMBRO O SUCESION)	X						
	VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	X						
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS PUNZONES	X						
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANÓMETROS)	X						
	VERIFICACION DE PULIDO (RADIO O ANGULO)	X						
	INSPECCION DE CORREDERAS	X						
	INSPECCION DE LEVAS	X				Lubricación y limpieza		
LUBRICACION DE TROQUEL	X							
INSPECCION DE ESTACIONES DE EMBUTIDO	N/A							

Figura 17 Chek list



	B	C	D	E	F	G	H	I	J
4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TROQUELES							METALISTIK	
5									
6									
7									
8	GS 5775/6	OPERACIÓN			60				
9									
10	<b>ACCION</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>REFACCIONES UTILIZADAS</b>			<b>COMENTARIOS</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FECHA</b>
11	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES O BUJES ENBALADOS	X						Oswaldo Valadez	19/07/2019
12									
13									
14	LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	X							
15									
16									
17	AJUSTE DE TORMILLERIA (HOMBRO O SUCESION)	X							
18									
19									
20	VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	X							
21									
22									
23	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS PUNZONES	X							
24									
25									
26	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANÓMETROS)	X							
27									
28									
29	VERIFICACION DE PULIDO (RADIO O ANGULO)	N/A							
30									
31									
32									
33	INSPECCION DE CORREDERAS	X							
34									
35									
36	INSPECCION DE LEVAS	X					Lubricación y limpieza		
37									
38									
39	LUBRICACION DE TROQUEL	X							
40									
41									
42	INSPECCIÓN DE ESTACIONES DE EMBUTIDO	N/A							
43									
44									

Figura 18 Chek list

## **Capacitar al personal sobre el TPM y las OEE**

Anteriormente en la empresa Metalistik entraba personal sin tener capacitación, lo cual causaba que los operarios llenar los reportes mal o no tenían idea de cómo se llenaba tal reporte, tampoco tenían el conocimiento del TPM ni que tenían que parar la maquina por cierto tiempo para hacerle el mantenimiento debido esto causaba conflicto al momento de realizar el mantenimiento en área de estampado y robots.

De esta forma la alta gerencia se dio cuenta del problema que ocasionaba el no tener al personal bien capacitado, para ello se realizó una capacitación tanto para el personal como para los operarios. Se realizó una HOE sobre el llenado del TPM y las OEE, esto con la finalidad de que los operarios comprendieran como es que se debe de llevar el registro correcto de los formatos.



1	METALSTIK					
2	<b>HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR (SECUENCIA)</b>					
3						
4	OPERACIÓN: RENDIMIENTO MAQUINA O EQUIPO		PROCESO: LLENADO DE LA OEE	DEPARTAMENTO: PRODUCCION	NO. DE PARTE : XXXXXX	
5						
6						
7						
8	No.	PASO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (seg)	AYUDA VISUAL	HERRAMIENTA/EQUIPO
9	1	LLENADO DE LA PRIMER COLUMNA	<p>1.1 MAQUINA: EN ESTE APARTADO SE DEBE PONER EL NUMERO DE LA MAQUINA , EJEMLO: M-06</p> <p>1.2 MES: SE COLOCA EL MES EN EL CUAL ES LLENADO EL FORMATO</p>			
10						ASEGURAR EL CORRECTO LLENADO DE LOS FORMATOS
11						

Figura 19 HOE

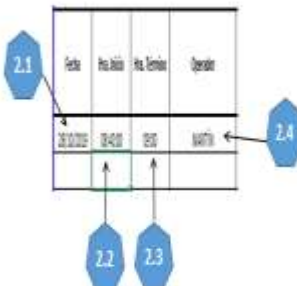
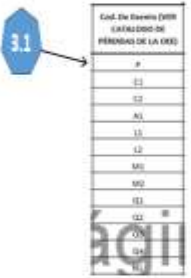
12 13 14	2 LLENADO DE LAS PRIMERAS 4 FILAS	<p>2.1 FECHA: SE DEBE DE PONER LA FECHA EN EL CUAL SE HACE EL REGISTRO</p> <p>2.2 HORA DE INICIO: SE COLOCA LA HORA EN QUE INICIO</p> <p>2.3 HORA DE TERMINO: SE COLOCA LA HORA EN QUE TERMINO</p> <p>2.4 OPERADOR: NOMBRE DEL ENCARGADO DE LA OPERACIÓN</p>		ASEGURAR UNA BUENA COLOCACION DE LOS DATOS
15 16	3 LLENADO DE CODIGOS DE EVENTOS	<p>3.1 SELECCIONAR EL CODIGO SEGÚN SE PRESENTEN LOS EVENTOS: *P* PRODUCCION *C1* CAMBIO DE TROQUEL *C2* CAMBIO DE BOBINA *A1* AVERÍA DE MÁQUINA CORTO *L1* DESABASTO DE MATERIAL *L2* DESABASTO DE EQUIPO YACÍO *M1* AJUSTE DE TROQUEL *M2* MANTENIMIENTO DE TROQUEL *W1* LIBERACION DE PIEZA *B3* MALA CALIDAD *B4* RETRABAJO *N1* LANZAMIENTO DE NUEVO PRODUCTO</p>		EVITAR ACCIDENTE (CORTE EN CUALQUIER PARTE DEL CUEP)

Figura 20 HOE



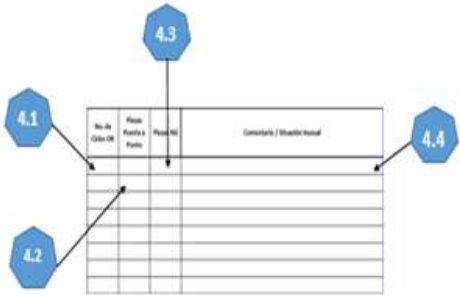

18	4 LLENADO DE LOS ULTIMOS APARTADOS	4.1 NO. DE CICLOS OK: SE ANOTAN LOS CICLOS QUE ESTAN BIEN						
19		4.2 PIEZAS NG: SE COLOCA EL NUMERO DE PIEZAS QUE NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES DEL CLIENTE						
20		4.4 COMENTARIOS: SE ESCRIBEN LOS EVENTOS SUCEDIDO DURANTE LA OPERACIÓN						
21	TIEMPO CICLO							
22			OBSERVACIONES	CONTROL DE CAMBIOS			HOE NO.:	
23				Nº	REVISIÓN	DESCRIPCIÓN		CHA DE REVISIÓN
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								

Figura 21 HOE

**SOLDADURA**

NOMBRE DEL ALUMNO				NOMBRE DEL PROFESOR				FECHA			
MATERIA				NOMBRE DEL ALUMNO				NOMBRE DEL PROFESOR			
<b>METALISTAS</b>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nota: Al momento de la entrega de la OEE se debe haber cumplido con los requisitos de la materia.  
 (para largo)

Figura 22 Mal llenado de la OEE



SECTOR DE CONTROL DE PRODUCCIÓN										METALISTIK		SOLDADURA		
SECTOR DE CONTROL DE PRODUCCIÓN										METALISTIK		SOLDADURA		
FECHA	HRS. TRAB.	HRS. OEE	OPERARIO	VAL. DE OPERARIO	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)	VAL. DE OPERARIO (HRS. OEE)
15/01/20	7:45	7:15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15/01/20	7:45	7:30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15/01/20	7:45	7:30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15/01/20	7:45	7:30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15/01/20	7:45	7:30	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Figura 23 Llenado correcto de la OEE



Fecha	Act. Acad.	Act. Extra	Temas	Calificación	Observaciones	Materiales	Herramientas	Módulo
13.08.20	12.35		Soldadura	7.5				
20.08.20	12.35		Soldadura	8.5				
27.08.20	12.35		Soldadura	8.5				

Figura 24 Llenado correcto de la OEE

### **Diagnóstico de los tipos de mantenimiento que se están aplicando en la empresa**

Actualmente en la empresa se manejan diferentes tipos de mantenimiento para las diferentes máquinas y robots. Para ello se hará un diagnóstico de los tipos de mantenimiento que aplican para cada una de las máquinas y robots.

En términos generales, el mantenimiento que se aplica para las máquinas y robots es el mantenimiento preventivo: que es aquel que consiste en una intervención sistemática del equipo, aunque este aun no haya dado señas de desgaste o error. Se tiene en cuenta las vulnerabilidades de la maquinaria y los materiales y se planea el mantenimiento en el momento oportuno para no llegar a necesitar una reparación seria. Requiere un buen plan de mantenimiento.

A continuación se presentan las imágenes de cada uno de las máquinas y los robots que se tienen en la empresa Metalistik.



*Figura 25 Robot estación 1*





Figura 26 Robot estación 2



Figura 27 Prensa M-11



Figura 28 Prensa M-15



Figura 29 Prensa M-08





Figura 30 Prensa M-09



Figura 31 Prensa M-10

Es importante destacar que cada uno de las máquinas y robots que se manejan en la empresa metalista tienen diferentes funciones por lo tanto se hará una evaluación del mantenimiento que se está aplicando al equipo. De esta manera podremos saber si el mantenimiento que se está aplicando es el adecuado o se necesita cambiar.



## Evaluar los tipos de mantenimiento para saber cuál es el tipo de mantenimiento que se debe de aplicar

Con lo mencionado anteriormente el tipo de mantenimiento que se utiliza para cada una de las máquinas y robots es el preventivo por lo tanto se realizó un check list para evaluar el mantenimiento aplicado actualmente.



PLAN DE MANTENIMIENTO MENSUAL		METALISTIK			
SISTEMA	ACCION	SI	NO	REFACCIONES UTILIZADAS	OBSERVACIONES
ELECTRICO	REVISION DE FUSIBLES	X			
	LIMPIEZA DEL SISTEMA ELECTRICO	X			
	LIMPIEZA DE MOTOR PRINCIPAL	X			
	REVISION DE CABLES	X			
	REVISION DE BOTONERAS	X			
MECANICA	REVISION DE PIEZAS DE DEBGASTE	X			
	REVISION DE BANDAS	X			
	REVISION DE TRINQUETE	X			

Figura 32 Check list de mantenimiento

En cada una de las maquinas se realizó un check list del mantenimiento aplicado lo cual se llegó a la conclusión de que el mantenimiento aplicado ha sido el adecuado, ya que cumple con los aspectos que necesita cada una de las máquinas.

Por lo tanto se seguirá aplicando el mantenimiento preventivo el cual es el más adecuado para las máquinas y es el que más cumple con los requerimientos.

## Creación de la bitácora digital

Siguiendo con el desarrollo de este proyecto sabemos que es de suma importancia tener un control sobre el mantenimiento recibido en cada una de las máquinas, así de esta manera será más fácil detectar cuáles maquinas han recibido mantenimiento y cuales otras les hace falta mantenimiento. Para ello se realizó la bitácora digital, ya que antes se tenía solo el llenado de las hojas de los TPM pero no se tenía en si un registro ni control, solo llenaban las hojas por cumplir. Sabemos que una bitácora de mantenimiento es un archivo en el cual se lleva un registro diario, semanal o mensual de las tareas que se realizan en los equipos, es una instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de mantenimiento en la planta, es una descripción detallada del trabajo.

A continuación se presenta la bitácora digital

1	<b>bitacora de mantenimiento</b>											
2	fecha de emision: 15. Octubre. 2019		Fecha Revision: 18.Octubre. 2019									
3	codigo: RG-MA-64-BITACORA MANTENIMIENTO		Revision: 01									
4	<b>MAQUINA</b>	<b>EQUIPO(S)</b>										
5												
6	M-01	<a href="#">TORNO MIYANO 1</a>										
7												
8	M-02	<a href="#">TORNO MIYANO 2</a>										
9												
10	M-03	<a href="#">TORNO TAKISAWA</a>										
11												
12	M-04	<a href="#">TORNO G&amp;R</a>										
13												
14	M-05	<a href="#">CENTRO MAQUINADO G&amp;R</a>										
15												
16	M-06	<a href="#">PRENSA 60 T BLISS</a>										
17												
18	M-07	<a href="#">PRENSA 45 T V&amp;O PRESS</a>										
19												
20	M-08											
			INICIO	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	M-08	M
LISTO												

Figura 33 Bitácora digital de mantenimiento



20	M-08								
21		<a href="#">PRENSA 200 SUTHERLAND</a>							
22	M-09								
23		<a href="#">PRENSA 250 VERNON</a>							
24	M-10								
25		<a href="#">PRENSA 450 BLOW</a>							
26	M-11								
27		<a href="#">PRENSA 125 TON SCHULER</a>							
28	M-12								
29		<a href="#">TORNO CNC TONGTAI</a>							
30	M-13								
31		<a href="#">CMV TM 2P</a>							
32	M-14								
33		<a href="#">MAQUINA CORTE POR HILO EDM MARCA HL</a>							
34	M-15								
35		<a href="#">PRENSA SEYI 300 TON</a>							
36	M-16								
37		<a href="#">ROTOVIBRADORA HAMMOND</a>							
38	M-18								
39		<a href="#">ALIMENTADOR PARA VERNON M 09</a>							
40	AU 04								
41		<a href="#">ALIMENTADOR PARA SUTHERLAND M 08</a>							
		<b>INICIO</b>	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07

Figura 34 Bitácora digital de mantenimiento



40	AU 04	<a href="#">ALIMENTADOR PARA SUTHERLAND M 08</a>															
41																	
42	M-20	<a href="#">ALIMENTADOR DE BARRA G&amp;R</a>															
43																	
44	M-21	<a href="#">CMM-MITUTOYO</a>															
45																	
46	M-22	<a href="#">ESMERIL MATRICERIA</a>															
47																	
48	M-23	<a href="#">FRESADORA CONVENCIONAL BRIDGEPORT</a>															
49																	
50	M-24	<a href="#">TORNO CONVENCIONAL MONARCH</a>															
51																	
52	M-25	<a href="#">RECTIFICADORA SATURNO</a>															
53																	
54	M-26	<a href="#">COMPRESOR DEVAIR 15 HP</a>															
55																	
56	M-27	<a href="#">COMPRESOR 3 HP MILWAUKEE</a>															
57																	
58	M-28	<a href="#">MONTACARGAS BAOLI 4,000 Kg</a>															
59																	
60	M-29	<a href="#">LIJADORA</a>															
61																	
		<b>INICIO</b>	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	M-15
<b>LISTO</b>																	

Figura 35 Bitácora digital de mantenimiento

RG-MA-04-BITACORA MANTENIMIENTO (3) - Microsoft Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Registro de acciones sobre maquinaria y equipo

Registro de acciones sobre maquinaria y equipo							
2	Nombre del Equipo	TORNO		Refacciones críticas	Observaciones sobre refacciones críticas		
3	Marca	MIYANO				METALISTIK	
4	Capacidad						
5	Potencia de motor hp						
6	Función	roscar, cortar, trapecial					
7	Frecuencia de mantenimiento preventivo	Mensual					
8	TORNO MIYANO 1						
9	Fecha	Tipo de mantenimiento	Area	Tipo de mantenimiento	Refacciones utilizadas		Responsable
10						Proximo mtto	
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

INICIO M-01 M-02 M-03 M-04 M-05 M-06 M-07 M-08 M-09 M-10 ... LISTO

Figura 36 Formato de la bitácora digital

Se creó un formato de registro para llevar un control sobre el mantenimiento que reciben cada una de las máquinas y robots para ello cada uno de ellos tiene su propio formato de registro el cual se presenta el figura bitácora de mantenimiento.

### **Seguimiento de bitácora digital**

Dando continuidad con la bitácora digital se implementó el llenado de la cada uno de los registros conforme se iba realizando el mantenimiento a cada uno de las máquinas y robots.

Se presentara las imagines de la bitácora digital con los datos de los mantenimientos realizados.



MANTENIMIENTO PRODUCTIVO HALTER 10 - Microsoft Excel

Registro de acciones sobre troqueles								
Número de parte	3384	Refacciones críticas			Observaciones sobre refacciones críticas	Compo		
		Componente	Identificación	Proveedor				
Cliente	Clerprem	Punzón		MDL		PUNZON		
Operación de troquel	T0 Progresivo	Matriz		Interno		PUNZON		
Prensa titular	SEVI	Cilindros de Nitrogeno				PUNZON		
Prensa suplente	Yangli					CILINDRO		
Fecha	Responsable	Solicitante	Golpes última comida	Golpes acumulado	Tipo de mantenimiento	Intervención	Tiempo de intervención (horas)	
04/01/2019	Jose Enrique Sanchez	Producción	22,300	22,300	Preventivo	Revisión General	1	
17/01/2019	Jose Enrique Sanchez	Producción	21,100	43,400	Preventivo	Inspección y cambio de partes	1	Cambio de
01/02/2019	Juan Enrique Sanchez	Producción	21,800	65,200	Preventivo	Ajuste de tornillería	1	tornillo nueva+A/
09/02/2019	Juan Enrique Sanchez	Producción	2260	67,400	Preventivo	Revisión general	1	
11/02/2019	Juan Enrique Sanchez	Producción	21,100	67,400				
15/02/2019			3660	71,060				
22/02/2019			3622	74,682			1	
23/02/2019			2266	77,167				
26/02/2019			2266	79,433				

Figura 37 Bitácora del TPM (mantenimiento productivo total)



MANUTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINA 10 - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
18	25/02/2019			2295	79,452				
19	04/03/2019	Juan Enrique Sanchez	Produccion	5333	84,785	Preventivo	Revision general	1	
20	06/03/2019			1690	86,465				
21	11/03/2019			3798	90,165				
22	13/03/2019	Alejandro Rodriguez	Produccion	4302	94,267	Correctivo	Punzon en mal estado	1	
23	26/03/2019	Alejandro Rodriguez	Produccion	6281	100,546	Correctivo	Troquel para retrabajo	1	
24	23/03/2019	Alejandro Rodriguez	Produccion	20,200	120,748	Correctivo	Inspección y cambio de partes	1	Rectificación Punzon
25	29/03/2019	Juan Enrique Sanchez	Produccion	21,100	141,848	Preventivo	Rectificación de Matriz	2	
26	02/04/2019			1297	143,145				
27	11/04/2019			650	143,795				
28	11/04/2019			650	144,445				
29	24/04/2019			790	145,225	Preventivo	Revision general	1	Ajuste de pu
30	25/04/2019			1690	146,825				
31	29/04/2019			800	147,625				
32	02/05/2019			3521	151,146				
33	06/05/2019			805	151,751				
34	06/05/2019	Juan Enrique Sanchez	Produccion	4123	155,874	Preventivo	Revision general	1	Cambio de r
35	14/05/2019			5628	161,502				
36	16/05/2019	Juan Enrique Sanchez	Produccion	2760	164,262	Preventivo	Inspección y cambio de partes	1	Cambio de r
37	17/05/2019			1274	165,536				
38	22/05/2019			930	166,466				
39	31/05/2019			3451	169,917				

Figura 38 Bitácora de mantenimiento

Con esto podemos llegar a la conclusión de que es importante tener un control sobre los mantenimientos realizados a las máquinas, robots y troqueles.



## Mejoras en las actividades realizadas

Para mejorar el control del mantenimiento se actualizo el plan de control de mantenimiento preventivo para todos los equipos incluyendo troqueles, punzones, avellanado, máquinas y robots.

Se sigue dando continuidad al llenado de la bitácora conforme se aplica el mantenimiento al equipo de trabajo. Se presentara el plan de mantenimiento preventivo ya actualizado y el llenado de las bitácoras.



ETALISTIK		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TROQUELES													
DEPTO DE MANTENIMIENTO			Mantenimiento												
Elaborado por Ing Humberto Morales			Aprobado por Ing Héctor Vega Navarro												
PLAN CORRESPONDIENTE AL AÑO DE 2019															
REFERENCIA	Nº PART	OPERACION	FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO (HORAS)	JANERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
MOLIN	001004	3	10.000	P											
		20	0.000	P											
FRANJA	001006	3	10.000	P											
		3	10.000	P											
BARRA	001005	PROGRESO	0.000	P											
		PROGRESO	0.000	P											
SPINER	001007	PROGRESO	0.000	P											
		PROGRESO	0.000	P											
MÁQUINA	001008	3		P											
		3		P											

Figura 39 Plan de mantenimiento





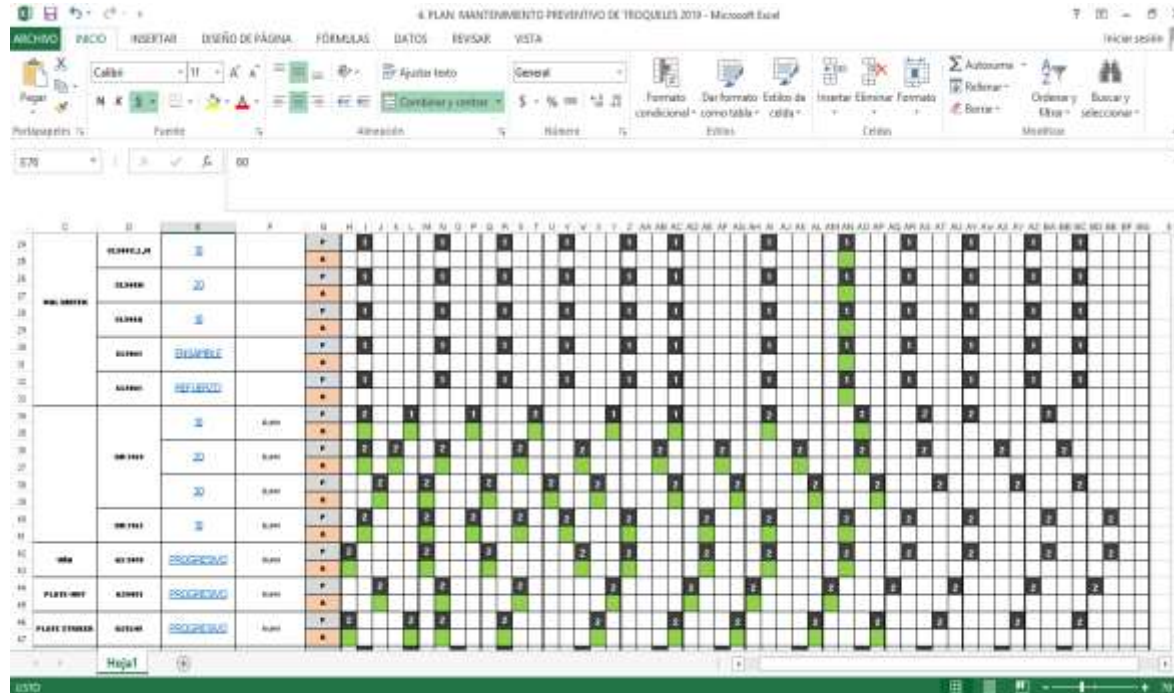


Figura 41 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento tiene como objetivo el mejoramiento de la efectividad de las máquinas y los instrumentos de trabajo (troqueles, avellanadores, machuelos, entre otros). Nos ayuda con las tareas necesarias y definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada mantenimiento.

Con el plan de mantenimiento es más fácil saber cuándo le toca mantenimiento a cada una de las máquinas, en caso de que el departamento de producción o calidad requiera de algún mantenimiento antes de lo planeado se hace un pedimento para poder realizarlo. Para ello se actualizo el formato que se tenía anterior mente.

Ya que hace 2 meses se presentó un problema, una de las máquinas que estaba en Mantenimiento fue pérdida pro uno de los operarios el cual no sabía que estaba en mantenimiento, por al momento de prender la maquina sale disparando un pieza la cual provoco un agujero en la pared de lado derecho de donde se encontraba la máquina.

Para ello se crear una tarjetas de paro por mantenimiento, de esta forma los operarios se darán cuenta de cundo uno maquina esta en mantenimiento y cual no y así evitar cualquier tipo de accidentes dentro del área de trabajo.



*Figura 42 Accidente de pieza*



*Figura 43 Tarjeta de señalización de mantenimiento*

Es de suma importancia tener tarjetas que señalen cuando las máquinas están en mantenimiento y así evitar accidentes. Cada uno de los encargados de dar mantenimiento a las maquinas cuentan con su propio gafete el cual es una ayuda visual para saber cuándo una maquina esta en mantenimiento y quien es el responsable de darle el mantenimiento.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 5: Resultados

## 12. RESULTADOS

A continuación, se adentrará al lector a los puntos finales del proyecto, en los cuales se especifican los logros y resultados obtenidos después de la realización del proyecto, así como algunos aspectos que podrían ser tomados en cuenta para ser desarrollados en un futuro que pudiesen mejorar lo obtenido.

Con la creación de la bitácora y el seguimiento del plan de mantenimiento se obtuvo como resultado la reducción de paros en estos últimos 3 meses, a continuación se muestran las graficas con los numero de paros sé que presentaron en los últimos 3 meses.

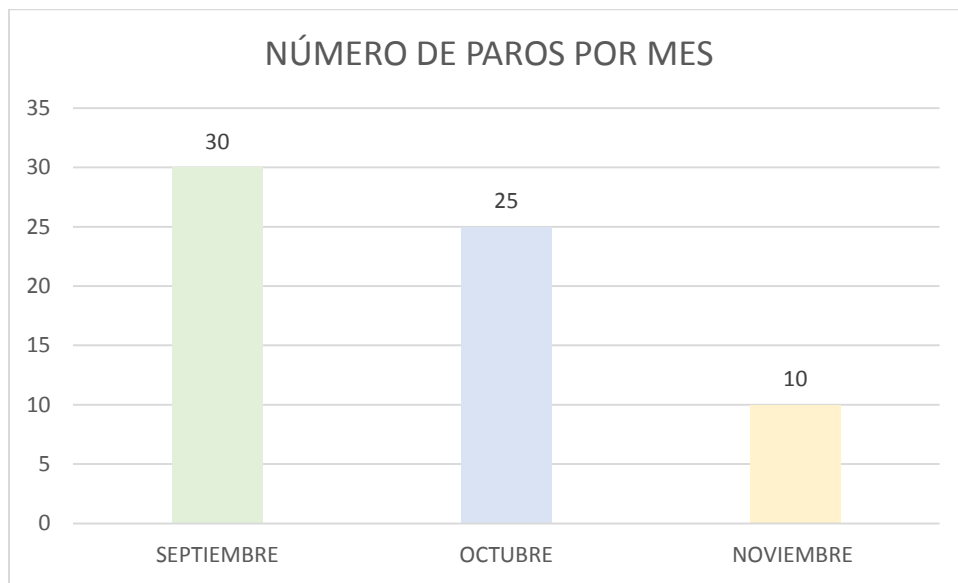


Figura 44 Grafica de paros en los últimos meses

Como se puede observar en las grafica se redujeron los paros en los últimos 3 meses, lo cual es muy significativo ya que se está llevando a cabo el plan de mantenimiento preventivo lo cual ayuda para tener control de los mantenimientos realizados.

Otro factor importante es el modo de falla que se tenía en el Mal hinten, el cual al momento de pasar a la estación 2 de soldadura se le hacía un agujero como se muestra en la siguiente imagen



*Figura 45 Falla del mal hinten*

De esta manera pudimos detectar que si no tiene un registro de los mantenimientos ya aplicados será más difícil la aplicación del mantenimiento preventivo ya que si no se tiene ninguna bitácora o algún plan de mantenimiento será complicado dar mantenimiento a cada una de ellas.

Cuando se después de a verse aplicado el mantenimiento preventivo a los robots los resultados fueron los siguientes:

- Se redujo el número de piezas NG
- Se lograron terminar los ro pack que se tenían que producir
- Salió el producto terminó en tiempo y forma
- Se redujeron los paros por mantenimiento
- Aplicación de limpieza en el área de trabajo (soldadura)

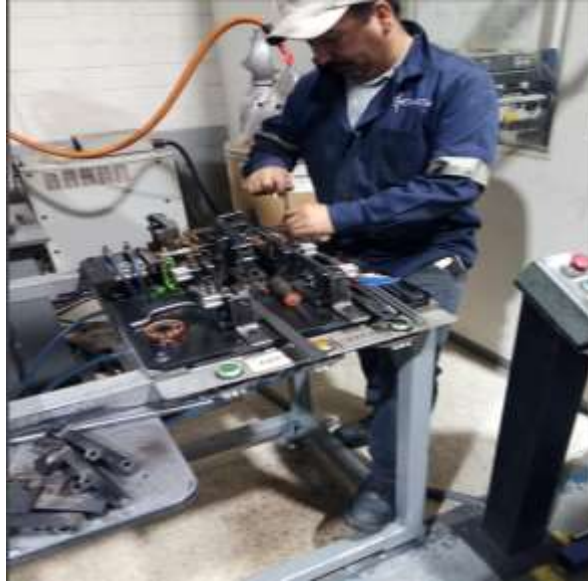


Figura 46 Mantenimiento a robot



Figura 47 Mal hinten sin falla



Como podemos observar en la figura 46 se muestra una pieza ok, después de a ver aplicado el mantenimiento preventivo al robot.

Como resultados se obtuvo la creación de la bitácora digital, ya que anteriormente se hacia el llenado de una hoja que solo se llamaba, pero nadie tenía control sobre esos documentos. Para ello fue creada la bitácora para llevar un control de los mantenimientos aplicados, así de esta manera poder reducir los costos por mantenimiento y los paros.



*Figura 48 Registro del TPM (mantenimiento productivo total)*

Como se puede observar en la figura 48 los registros solo se dejaban en el escritorio, cuando querían saber la fecha en la cual se realizó el mantenimiento era muy difícil ya que las hojas se perdían y o no las entregaban.



Registro de acciones sobre maquinaria y equipo						
Refacciones críticas		Observaciones sobre refacciones críticas	Otras refacciones			FOTOGRAFÍA
Identificación	Proveedor		Componente	Identificación	Proveedor	
Principal	GP Electromecan	1.5 KW, 1700 RPM, 220 VCA, 3 Fases (Común con M-42, M-43)	Acete N° 30	Monogrado		
Armo	Mathema					
switch	Fusibles Proteco	CMV-1030				
perador	GP Electromec					
cos NC	GP Electromec	ZBE-101 (marca Schneider)				
cos NA	GP Electromec	ZBE-102 (marca Schneider)				
200						
Horas acumuladas	Registro de mantenimiento	Intervención	Tiempo de intervención (horas)	Refacciones cambiadas		
210	Enero	Preventivo	1			
310	Febrero	Preventivo/Correctivo	1	Botón de paro		
430	Marzo	Preventivo	1			
510	Abril	Preventivo	1			
550	Mayo	Preventivo	1			
590	Junio	Preventivo	1			

Figura 49 Registro de mantenimiento

Con la ayuda de la bitácora es más fácil tener un control del mantenimiento en cada una de las maquinas, troqueles y robots. Cada número de maquina tiene su propia bitácora clasificada por meses, con el plan de mantenimiento actualizado es más fácil llevar a cabo el mantenimiento para cada una de ellas.

Esto ha sido de mucha ayuda tanto para el departamento de mantenimiento como lo es de compras, ya teniendo el plan de mantenimiento es más fácil hacer la solicitud de compra de los materias necesarios para efectuar el mantenimiento en las maquinas. Se evitan tener paros por mantenimiento y así mismo el nivel de piezas NG reduce.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 6: Conclusiones

### 13. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

Utilizando el plan de mantenimiento preventivo, para reducir los paros por mantenimiento y mejorar los procesos involucrados en la etapa de producción.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total), son un grupo de herramientas pensadas para realizar mantenimiento preventivo a las máquinas por parte de los empleados, el objetivo es tratar de minimizar los tiempos de parada por averías o fallos de los equipos.

Como primera consecuencia de un proyecto TPM, los operarios deben asumir las primeras tareas del mantenimiento de las máquinas, además de tratar de conservar de forma óptima los equipos. Los beneficios del Lean TPM son las cero averías, mínimas paradas de la línea, mayor calidad en los productos, y mayor productividad en la producción

Para ello fue de suma importancia la realización de la bitácora digital, ya que con ello se obtuvo un mejor control sobre el mantenimiento realizado a cada una de las prensas y robots, para obtener una mayor eficiencia en los procesos.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 7:

## Competencias Desarrolladas

#### 14. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS

Se dio seguimiento al TPM (mantenimiento productivo total), para mejorar la eficiencia de las prensas, herramientas estadísticas para poder detectar las posibles fallas en el área de estampado, soldadura y maquinado.

Y así mismo realizar la medición de los avances en cada una de las etapas del proyecto, verificando porcentualmente los paros por mantenimiento aplicado a cada uno de las prensas.

Se desarrollan ayudas visuales, graficas de control para medición y el desarrollo de hojas de operación estándar que son las que se cambiaron para poder obtener los resultados requeridos.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**EDUCACIÓN**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 8:

## Fuentes de Información



1. Armando Muñoz. (2005). TPM: Mantenimiento Productivo Total. 2012, de Herramientas Lean Manufacturing Sitio web: <https://leanmanufacturing10.com/tpm-mantenimiento-productivo-total>
2. BLANN, Dale. Caso de estudio sobre TPM. [en línea], Marshall Institute. [ref. mayo de 2013] Disponible en web: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/caso-de-estudio-sobre-tpm/>
3. Centro para la Excelencia del TPM, [en línea] Apsoluti Group S.E., Barcelona, España. [ref. junio 2013] Disponible en la web: <http://www.ceroaverias.com/>
4. KURATOMI, Ishiro. Mantenimiento planificado. [en línea], Barcelona España [ref. junio del 2013].
5. Maite Trijueque. (2008). TIPOS DE MANTENIMIENTO. 2018, de INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Sitio web: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
6. **(Villanueva, 2009)**





TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



EDUCACIÓN  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

# Capítulo 9: Anexos



MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TROQUELES							METALISTIK
TROQUEL	GS 5756	OPERACIÓN		SE			
	ACCIÓN	SI	NO	REFACCIONES UTILIZADAS	COMENTARIOS	RESPONSABLE	FECHA
M A N T E N I M I E N T O	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES O BUES EMBALADOS	II			Fotos del material	Alejandro Rodríguez	06/02/20
	LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	II					
	AJUSTE DE TORNERERA (HOMBRO O SUJESION)	II					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	II					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS PUNZONES	II					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANÓMETROS)	II					
	VERIFICACION DE PULIDO (RADIO O ANILLO)	II					
	INSPECCION DE CORREDDAS	II					
	INSPECCION DE LEVAS	II				Lubricación y limpieza	

Figura 50 Check list

TROQUEL	GS 5756	OPERACIÓN		SE			
	ACCIÓN	SI	NO	REFACCIONES UTILIZADAS	COMENTARIOS	RESPONSABLE	FECHA
M A N T E N I M I E N T O	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES O BUES EMBALADOS	II			Fotos del material	Alejandro Rodríguez	06/02/20
	LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	II					
	AJUSTE DE TORNERERA (HOMBRO O SUJESION)	II					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	II					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS PUNZONES	X					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANÓMETROS)	II					
	VERIFICACION DE PULIDO (RADIO O ANILLO)	X					
	INSPECCION DE CORREDDAS	II					
	INSPECCION DE LEVAS	II				Lubricación y limpieza	
LUBRICACION DE TROQUEL	X						
INSPECCION DE ESTACIONES DE EMBUTIDO	NA						

Figura 51 Check list



MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TROQUELES							METALISTIK
TROQUEL	GS 5175/6	OPERACIÓN	60				
	ACCIÓN	SI	NO	REFACCIONES UTILIZADAS	COMENTARIOS	RESPONSABLE	FECHA
M A N T E N I M I E N T O	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES O BUJES ENBALADOS	X				Mojinda Pacheco	19/02/2019
	LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	X					
	AJUSTE DE TORILLERIA (HOMBRO O SUCESION)	X					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	X					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS PUNZONES	X					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANOMETROS)	X					
	VERIFICACION DE PULIDO (RADIO O ANGULO)	X					
	INSPECCION DE CORREDERAS	X					
	INSPECCION DE LEVAS	X			Lubricación y limpieza		
	LUBRICACION DE TROQUEL	X					
INSPECCION DE ESTACIONES DE EMBUTIDO	N/A						

Figura 52 Check list

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TROQUELES							METALISTIK
TROQUEL	GS 5175/6	OPERACIÓN	60				
	ACCIÓN	SI	NO	REFACCIONES UTILIZADAS	COMENTARIOS	RESPONSABLE	FECHA
M A N T E N I M I E N T O	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES O BUJES ENBALADOS	X				Enrique Sánchez	09/03/2019
	LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	X					
	AJUSTE DE TORILLERIA (HOMBRO O SUCESION)	X					
	VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	X			Afilado de matrices		
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS PUNZONES	X			Afilado de Punzonar		
	VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANOMETROS)	X					
	VERIFICACION DE PULIDO (RADIO O ANGULO)	X					
	INSPECCION DE CORREDERAS	X					
	INSPECCION DE LEVAS	X			Lubricación y limpieza		
	LUBRICACION DE TROQUEL	X					
INSPECCION DE ESTACIONES DE EMBUTIDO	N/A						

Figura 53 Check list



		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TROQUELES				METALISTIK	
TROQUEL	GS 57536	OPERACIÓN	60				
	ACCIÓN	SI	NO	REFERENCIAS UTILIZADAS	COMENTARIOS	RESPONSABLE	FECHA
1	VERIFICACION DE TAZAS Y POSTES DE BULES DIBALADOS	<input checked="" type="checkbox"/>				Enrique Sánchez	19/06/2018
2	<b>M A N T E N I M I E N T E</b>						
3		LIMPIEZA INTERNA DEL TROQUEL	<input checked="" type="checkbox"/>				
4		AJUSTE DE TORNILLERIA (HOMBRO O SUJESION)	<input checked="" type="checkbox"/>				
5		VERIFICACION DE ESTADO DE LAS MATRICES	<input checked="" type="checkbox"/>			Releer	
6		VERIFICACION DE ESTADO DE LOS FUNDONES	<input checked="" type="checkbox"/>			Releer	
7		VERIFICACION DE ESTADO DE LOS RESORTES O CILINDROS (MANÓMETROS)	<input checked="" type="checkbox"/>				
8		VERIFICACION DE FLUIDO (PACIO O ANGILO)	<input checked="" type="checkbox"/>				
9		INSPECCION DE CORREDEFAS	<input checked="" type="checkbox"/>				
10		INSPECCION DE LEÑAS	<input checked="" type="checkbox"/>			Lubricación y limpieza	
11		LUBRICACION DE TROQUEL	<input checked="" type="checkbox"/>				
12	INSPECCION DE ESTACIONES DE DIBITIDO	NR					

Figura 54 Check list

### Cronograma de actividades

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Análisis de la empresa Matalistik en el área de estampado, maquinado y soldadura.					
Recolección de datos del TPM (mantenimiento productivo total)					
Recolección de datos de las OEE (eficiencia general de los equipos)					
Establecer políticas y objetivos para el TPM					
Realizar graficas de defectos en el área de soldadura y estampado					
Crear gráficos de control en el área de soldadura y estampado					
Evaluar los tipos de mantenimiento para cada una de las prensas					
Diseño de la bitácora digital					
Creación de la bitácora digital					
Capacitación al personal sobre las OEE					
Llenado de la bitácora digital					
Seguimiento de la bitácora digital					