

# Aumento de productividad en actividades de TPM en el área de estampado utilizando la metodología Kaizen del TPS

Vargas Reyes, Juan Pablo

2021

---

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/5145>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto  
Presidencial del 3 de abril de 1981



## **AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN ACTIVIDADES DE TPM EN EL ÁREA DE ESTAMPADO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA KAIZEN DEL TPS**

DIRECTORES DEL TRABAJO  
DR. JUAN CARLOS CISNEROS ORTEGA  
DR. EMILIO ROYO VÁZQUEZ

ELABORACION DE TESIS  
que para obtener el Grado de  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN MANUFACTURA AVANZADA

Presenta

**JUAN PABLO VARGAS REYES**

Puebla, Pue.

2021



Contenido	
Introducción .....	6
1.1 Antecedentes. ....	7
1.2 Delimitación del proyecto. ....	8
1.3 Planteamiento del problema. ....	9
1.4 Objetivo general. ....	10
1.5 Objetivos específicos. ....	10
Estado del arte. ....	11
2.1 La industria automotriz. ....	11
2.2 La industria automotriz en México. ....	12
2.3 Nacimiento de la industria automotriz en México e inicio de operaciones. ....	13
2.4 Importancia de la firma del TLCAN. ....	14
2.5 Competitividad de la industria automotriz en México .....	16
2.5.1 Posición geográfica. ....	16
2.5.2 Infraestructura. ....	16
2.5.3 Acuerdos comerciales. ....	17
2.5.4 Transferencia de tecnología. ....	17
2.5.5 Mano de obra calificada. ....	18
2.6 Perfil estratégico. ....	18
2.6.1 Desarrollo de proveedores locales. ....	18
2.6.2 Sistemas de calidad efectivos. ....	19
2.6.3 Diversificación de las exportaciones. ....	19
2.6.4 Sistemas de producción. ....	20
2.6.5 Diversificación en las inversiones. ....	20
2.6.6 Desarrollo del mercado local con producción nacional. ....	21
3.1 Sistema de producción Toyota (TPS). ....	22
3.1.1 Introducción. ....	22
3.1.2 Historia del sistema de producción Toyota. ....	22
3.1.3 Justo a Tiempo. ....	24
3.1.4 Ventajas del TPS. ....	26
3.1.6 Desperdicios TPS. ....	29
3.1.7 Filosofía Kaizen. ....	33
3.1.8 Para qué sirve el método Kaizen. ....	34

3.1.9 Técnicas de la filosofía Kaizen. ....	34
3.1.9.1 Las 5's.....	34
3.1.9.2 Ciclo PDCA o círculo Deming. ....	36
3.1.9.3 Los 5 por qué. ....	37
3.1.9.4 Retrospectivas. ....	37
3.1.9.5 El método Kanban. ....	38
3.1.10 Beneficios del método Kaizen. ....	38
3.1.11, 7 pasos para implementar Kaizen.....	38
Paso 1. Seleccionar el ámbito de aplicación para la metodología Kaizen. ....	38
Paso 2. Crear un equipo multidisciplinario de trabajo.....	39
Paso 3. Recolectar y analizar datos. ....	39
Paso 4. Gembutsu y Gemba (ir y ver). ....	39
Paso 5. Buscar contramedidas.....	39
Paso 6. Evaluación de los resultados obtenidos con el método Kaizen. ....	39
Paso 7. Seguimiento de resultados a corto, mediano y largo plazo. ....	39
4.1 Productividad. ....	40
4.1.1 Factores que aumentan la productividad. ....	40
5.1 TPM .....	44
5.1.1 Tipos de mantenimiento. ....	44
Mantenimiento preventivo: .....	44
Mantenimiento autónomo:.....	45
Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen: .....	45
Mantenimiento planificado o progresivo: .....	46
Mantenimiento de áreas soporte:.....	46
6.1 Estampado. ....	48
6.1.1 Introducción. ....	48
Historia:.....	48
Estampado en caliente: .....	49
Estampado en frío: .....	49
7.1 Metodología.....	51
7.1.1 Medir.....	52
7.1.3 Mejorar. ....	67
7.1.4 Controlar. ....	78

8.1 Resultados.....	80
9.1 Conclusión.....	81
10.1 Recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	83
Índice de Ilustraciones.....	85

## Introducción

La mejora continua en una empresa es un proceso estructurado en el que participan los miembros de una organización con la finalidad de perfeccionar su rendimiento operativo. Entre sus objetivos, busca analizar y corregir errores, así como reforzar los aciertos para beneficiar a los clientes, los empleados y la misma compañía.

El origen de la mejora continua proviene de la filosofía japonesa del método Kaizen; que se basa en el principio de entregar mejores resultados día con día. Es un progreso habitual que ha permitido la renovación de bienes o servicios en todo el mundo.

Adoptar esta filosofía conlleva muchos beneficios como la disminución de tiempos no productivos y desperdicio de recursos, así como aumentar la productividad y eficiencia de la empresa en general, con el objetivo de generar satisfacción total a los clientes.

*Pregúntate si lo que estás haciendo hoy te acerca al lugar en el que quieres estar mañana. (Walt Disney).*

## 1.1 Antecedentes.

La planta ensambladora automotriz cuenta con diversos procesos que fueron adoptados de sus plantas hermanas ubicadas en el continente europeo, esto con el objetivo de homologar los estándares existentes.

El proceso de estampado de piezas forma parte de la cadena de fabricación y suministro de componentes, los cuales tienen como objetivo la construcción de la carrocería que al final se convertirá en un vehículo.

Es de suma importancia poder contar con procesos robustos los cuales garanticen la calidad en el conformado de los componentes, ya que estos deben cumplir con requerimientos milimétricos para que se puedan unir entre sí al igual que se hace con un rompecabezas.

Se debe cuidar la calidad no solo dimensional, sino también superficial; es decir, todo aquello que el cliente pueda percibir de forma visual.

El personal que trabaja en esta área debe contar con habilidades visuales, que ayuden a percibir de forma rápida algún defecto en los componentes, al igual debe tener un sentido del tacto muy desarrollado, el cual pueda sentir toda irregularidad en la superficie de las piezas.

Los materiales con los que se trabaja de igual forma son sumamente complejos en su formabilidad, ya que al tratarse de una empresa que fabrica vehículos de alta gama tiene entre su catálogo componentes ferrosos y no ferrosos.

Al querer aumentar la productividad y con ello reducir costos haciendo más con menos, la empresa requiere buscar nuevas estrategias que ayuden a reducir todo aquello que no agregue valor al producto, implementando metodologías que ayuden a eliminar tiempos de espera, optimizar recorridos, generar orden y limpieza en el área de trabajo (5'S), realizar estándares, reducir movimientos innecesarios y realizar el balanceo de operaciones y/o líneas.

La productividad es un factor sumamente importante para que la organización alcance el éxito, es por ello por lo que se entiende que una baja productividad puede generar altos costos de producción, lo que se traduce como pérdida económica para la empresa.

## 1.2 Delimitación del proyecto.

La presente investigación se enfocará en analizar la línea de producción del área de estampado, en la planta automotriz de autos de lujo ubicada en el estado de Puebla, con el fin de aumentar la productividad, diseñando un estándar que ayude a reducir el tiempo utilizado en la ejecución del TPM.

Las fechas comprendidas para llevar a cabo el proyecto comprende los periodos de agosto del 2019 a diciembre del 2020.

La línea de producción del proceso de estampado y su estándar de TPM será evaluada junto con áreas auxiliares como:

- Mantenimiento.
- Ingeniería industrial.
- Mejora continua.
- Producción.
- Calidad.
- Seguridad industrial.

El objetivo de contar con un grupo multi disciplinario es, tener el punto de vista de cada área y con ello poder generar un proceso más robusto desde todas las perspectivas.

Se realizará el comparativo de los KPI's (Key Performance Indicator) establecidos al inicio del proceso y a final de este, con el objetivo de tener una visión clara de los alcances y la efectividad del estudio.

El proyecto se realizará desde el análisis de todas las actividades y tareas realizadas por el operador dentro del área de trabajo basado en la metodología Kaizen (mejora continua),

en donde nos centraremos en la identificación y eliminación de desperdicios, así como en el balanceo de actividades y la implementación de filosofías como las 5's.

El objetivo es poder reducir al menos un 25% el tiempo utilizado en cada ciclo de TPM.

Este proyecto se basa en la metodología del Toyota Production System (TPS), así mismo nos basamos en la estructura del DMAIC, la cual servirá como base para darle un orden al proyecto, aunque cabe señalar que esta investigación no está enfocada en un análisis estadístico del proceso.

### 1.3 Planteamiento del problema.

Hoy en día la alta competencia demanda a las organizaciones poder contar con un alto nivel de productividad y con ello volverlas más competitivas y poder permanecer dentro del mercado. La compañía debe tener muy claro los objetivos y saber hasta dónde se quiere llegar con el cumplimiento de estos.

Cuando se carece de objetivos o no se tiene bien definida la meta a alcanzar, la empresa está destinada al fracaso, ya que la organización no cuenta con aspectos claros de su funcionamiento; como, ¿Hacia dónde se dirige?, ¿Cuál es la visión?, ¿Cómo proceder? y el ¿Qué? y ¿Cómo? hacer las cosas.

Al no contar con objetivos y metas claras, así como procesos o estándares bien definidos se corre el riesgo de utilizar los recursos de forma desmesurada, lo cual puede traer consigo altos índices de desperdicios en las áreas productivas. Los desperdicios son aquellas actividades que no generan o agregan valor al producto, lo que se traduce en alza de costos de fabricación, lo cual contribuye directamente a la reducción o baja de productividad.

Una empresa que no controla sus desperdicios, y que no adopta medidas para prevenir o eliminar sus causas, está destinada a generar productos con fallas con altos costos de fabricación, además traerá consigo baja productividad.

Para poder lograr el máximo uso y aprovechamiento de los recursos es necesario llevar a cabo un diagnóstico y análisis de las áreas con la finalidad de conocer su situación actual. La manera más adecuada para llevar a cabo lo antes descrito es realizar un diagnóstico de valor que permita tener una visión más acertada de la condición actual del área y con ello poder tener una idea más clara del o las áreas de oportunidad para mejorar y con ello aumentar la productividad.

#### 1.4 Objetivo general.

Aumentar la productividad en línea de estampado aplicando la metodología de mejora continua (Kaizen) en las actividades de TPM de acuerdo con el TPS (sistema de producción Toyota).

#### 1.5 Objetivos específicos.

- Realización de evaluación de situación actual del TPM.
- Dividir y clasificar las actividades de TPM.
- Identificar y eliminar desperdicios.
- Replantear las estrategias para aumentar la productividad.
- Generación de matriz de cualificación para personal operativo.
- Implementar medios de apoyo para los colaboradores.

*El único hombre que no se equivoca es el que nunca hace nada (Goethe).*

Estado del arte.

## 2.1 La industria automotriz.

En el siglo XX se llevó a cabo el desarrollo de la industria básica la cual tuvo un impacto sumamente importante en la economía de las naciones. El vehículo automotor fue el invento que trajo consigo una revolución importante para que esto se diera.

Aquellas compañías o países que dieron origen a la creación de este invento, no se imaginaron la importancia que a mediano y largo plazo traería consigo, ya que hoy en día se conoce la gran importancia y sobre todo la dependencia que se tiene.

En países como México se ha vuelto tan crucial la fabricación de este producto, ya que es uno de los bienes que genera mayores ingresos financieros, ya que no solo en este país sino en todos aquellos donde se tenga establecida alguna fabrica se puede saber sobre los éxitos y beneficios que trae consigo, en resumen, la carrera industrial mundial, desde su inicio ha tenido más éxitos que fracasos. [1].

El desarrollo de las diversas marcas que hoy conocemos, en los diversos continentes y países fue lo que generó una alta competencia entre los fabricantes.

En el año 1908 nace la armadora General Motors, una de las empresas más competitivas, una de las más fuertes del mundo, igual que la corporación de Chrysler, que nació en 1925 en Detroit. Para 1939, la industria estadounidense ya había vendido un millón 727 mil vehículos, a través de sus concesionarios correspondientes a 25 mil empresas. [1].

México por su parte se ha visto beneficiado en la fabricación de vehículos, ya que su posicionamiento geográfico, su mano de obra calificada y los costos de fabricación, hacen al país bastante atractivo para los inversionistas, sin embargo, la producción nacional no ha sido lo suficientemente competitiva para poder llevar a cabo la fabricación de autos propios, es decir, automóviles que sean 100% mexicanos.

Durante algún tiempo, el automóvil fue considerado un artículo que brindaba a su propietario cierto estatus ante la sociedad, ya que su alto costo significaba que solo aquellos acaudalados pudiesen hacerse de alguno de ellos.

En los años 50, la cantidad de vehículos que circulaban a nivel mundial rondaba los 78 millones, es entonces cuando el auge de la industria automotriz japonesa comenzó a surgir generando un alta competencia a los Estados Unidos.

En 1998 la cantidad de vehículos automotores registrados en los Estados Unidos rondaba los 210 millones, 71 millones más en Japón, 45 en Alemania, 35 en Italia, 32 en Francia, 30 en Reino Unido, 20 en España, 17 en Canadá, 18 en Brasil y 14 millones en México. [1].

En 2019 de la producción total mundial anual, de 97 mil 187, a China le corresponde un poco más de 28%. Hoy la producción de la industria automotriz mundial se encuentra como sigue:

#### **Producción de vehículos automotores**

	<b>2018</b>	<b>2019</b>	
	Volumen	Volumen	%
Mundo	95,635	91,787	100
China	27,809	25,721	28.02
EU	11,315	10,880	11.85
Japón	9,729	9,684	10.55
Alemania	5,120	4,661	5.08
India	5,175	4,516	4.92
México	4,101	3,987	4.34

*Tabla 1, principales productores de vehículos automotores en el mundo. Fuente, la Jornada.*

## **2.2 La industria automotriz en México.**

El desarrollo de la industria automotriz en México se basa en una serie de sucesos y transformaciones basados en la globalización del sector a nivel internacional. En México y en otras naciones manufactureras se considera un pilar económico sumamente importante, debido a la gran cantidad de empleos que esta genera, no solo por las plantas armadoras establecidas, sino por la cantidad de empresas de proveeduría de componentes.

El sector automotriz en México se ha considerado como una piedra angular en el desarrollo industrial del país, por lo que desde su origen cuenta con programas específicos de desarrollo que al paso de los años han quedado enmarcados dentro de lo que se conoce como "Decretos automotrices", los cuales son emitidos por el gobierno federal y tienen por objeto la regulación de la producción y ventas; esto incluye limitaciones al número de empresas terminales, restricciones a la participación de la inversión extranjera en las empresas de autopartes y algunas prohibiciones como:

- i) La importación de vehículos
- ii) La importación de partes que eran producidas localmente y
- iii) La producción de autopartes en las empresas terminales, además de las cuotas de contenido local en los automóviles [2]

### 2.3 Nacimiento de la industria automotriz en México e inicio de operaciones.

La industria automotriz en México data del año 1925, con la instalación de las líneas de ensamble de la compañía Ford, donde su desarrollo en los Estados Unidos se hacía cada vez mayor. Posteriormente en 1935 llega quien posteriormente se convertiría en el mayor fabricante de vehículos en el nivel mundial: General Motors, en tanto que en 1938 inicia operaciones Automex que posteriormente se convertiría en Chrysler. Todas ellas centraron su actividad operacional en el montaje de vehículos destinados al mercado local que anteriormente satisfacía su demanda con importaciones.

Algunos de los aspectos que tuvieron los fabricantes norteamericanos para trasladar su fabricación a territorio mexicano fueron, la reducción de costos de producción, el bajo costo de transportación, la mano de obra calificada y los salarios pagados, así como las expectativas de un mercado factible de monopolizar.

La característica principal en todas las plantas automotrices era que se trabajaba con un nivel de productividad relativamente bajo, resultado de mínimas inversiones y falta de infraestructura. Es hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando el gobierno orienta

sus esfuerzos hacia la industrialización del país; ya para 1950 México da un giro en su estructura económica hasta ese entonces dependiente de la agricultura y adquiere un enfoque pleno hacia el desarrollo industrial.

#### 2.4 Importancia de la firma del TLCAN.

En el periodo comprendido entre los años 1990 y 1993 se lleva a cabo uno de los eventos más importantes en el país el cual ayudó con la consolidación de la industria, buscando adecuarse a los nuevos objetivos de la política industrial y de comercio exterior de ese entonces, el gobierno del presidente Salinas emitió un nuevo decreto en diciembre de 1989. En éste se entendía claramente que, para poder competir dentro del esquema de globalización de la industria, era necesario modernizar el sector para lo cual un proceso de desregulación económica, así como una aceleración en el ritmo de las inversiones se hacían inminentes. Buscando como punto final elevar los niveles de eficiencia, productividad y tecnología en los niveles internacionales.

La nueva reglamentación conocida como Decreto para la modernización y promoción de la industria automotriz<sup>3</sup> autorizaba la importación de vehículos nuevos por primera vez desde 1962, siempre y cuando la industria terminal mantuviera un saldo positivo en su balanza comercial. Esta situación hizo que más del 15% de los vehículos que se vendieran en México entre 1991 y 1992 fueran importados, cifra que alcanzó un nivel del 20% en 1993.

Las compañías recibieron concesiones fiscales por el equivalente al 30% de sus inversiones, en tanto que se fortaleció de igual forma a la industria de autopartes al fijarse que como mínimo los vehículos fabricados en territorio nacional debían incluir al menos el 36% de sus componentes fabricados localmente, permitiendo excepciones en los vehículos de exportación [3].

Aunque si bien es cierto que antes de la firma del TLCAN el mercado automotriz estadounidense estaba abierto a las importaciones provenientes de México con tarifas arancelarias sumamente bajas: 2.5% en promedio en automóviles y 3% en autopartes, es

con la entrada en vigor del citado tratado el primer día de enero de 1994 cuando el sector comienza a tener un proceso de transformación mayor totalmente alejado del proteccionismo que lo había caracterizado para adecuarse a las necesidades de consumo de un mercado en expansión; los acuerdos sobre el sector automotriz jugaron un papel muy relevante durante las negociaciones del acuerdo global, ello en virtud de que representaba tanto para México como Estados Unidos y Canadá el sector más grande en cuanto a intercambio económico. Según cita Moreno Brid (1996) con datos obtenidos del departamento de comercio de los Estados Unidos en 1993: en 1992 el 65% de las exportaciones estadounidenses de vehículos y autopartes fueron a parar a México (6.8 billones de dólares) y Canadá (23.7 billones de dólares).

Sin lugar a duda con la firma del TLCAN el sector automotriz ha sido uno de los más activos, el Producto Interno Bruto (PIB) específico en México subió en promedio en un 8.8 % entre 1998 y 1999. La desregulación gradual del sector a partir de 1994 hasta hacerse total a partir del 2004 ha creado oportunidades de negocios para compañías del exterior y ello está obligando a los fabricantes de autopartes instalados en el territorio nacional a elevar la calidad y disminuir los costos de producción de sus productos con el fin de mantener y/o incrementar sus negocios después del año 2003, para lo cual deben cumplir los requerimientos de los mercados de exportación [4]

Se puede decir que la industria terminal en un inicio y la de autopartes después, pasaron de un proceso de ensamble y poca integración productiva a una fase de mayor integración y evolución tecnológica. Junto con este proceso de industrialización del sector se desencadenó una serie de cambios, desde la reconfiguración geográfica de la producción hasta la adopción de nuevas tecnologías que impactaron en la organización productiva del trabajo y en todo el sistema de proveedores que abastecen a esta industria [4]

En el año 2003, la administración encabezada por el presidente Vicente Fox publicó el decreto para el apoyo de la competitividad de la industria terminal y el impulso al desarrollo del mercado interno de vehículos automotores, el cual estando consciente el gobierno federal de la apertura y la entrada en vigor de las desregulaciones aplicables en esta

industria contraídas por México en el contexto internacional las cuales incluyen las contenidas en el acuerdo de libre comercio con la CEE (comunidad económica europea), además de las ya discutidas enmarcadas dentro del TLCAN reconoce la necesidad de crear nuevos mecanismos que propicien el incremento de la competitividad del sector automotriz, buscando entre otras cosas, el fortalecimiento del mercado interno.

## 2.5 Competitividad de la industria automotriz en México

Pese al bajo crecimiento de esta industria y las grandes amenazas que representa la incursión de países emergentes en la misma, hoy en día México basa su competitividad en los siguientes elementos:

### 2.5.1 Posición geográfica.

Estados Unidos es sin lugar a duda el mayor consumidor de vehículos y partes relacionadas a nivel mundial, por lo que México es un centro estratégico, tanto de manufactura como de distribución para todas aquellas naciones interesadas en acceder al mercado estadounidense. El país cuenta con importantes puertos de acceso tanto en el Océano Pacífico como en el Golfo de México.

### 2.5.2 Infraestructura.

Las plantas armadoras de vehículos ubicadas en territorio mexicano operan por debajo de su capacidad instalada, lo cual aunado a los planes de reestructura anunciados por General Motors y Ford en el que se contempla el cierre de plantas en Estados Unidos, las convierte en la primera opción para incrementar sus volúmenes de producción y seguir abasteciendo ese mercado. En tanto que, por el lado de las compañías de origen japonés, la posibilidad de que incrementen sus niveles de producción es inminente a raíz del éxito comercial que están teniendo sus productos tanto en Estados Unidos y Canadá, así como en Centro y Sudamérica.

Los parques industriales ubicados sobre todo en el bajío y en el norte de México juegan un papel relevante en la búsqueda de ventaja competitiva, en virtud de las importantes inversiones convertidas en tecnología de producción realizadas durante la década de los noventa y principios de este siglo, además de la infraestructura ferroviaria y carretera que la comunica tanto con el centro, como con el norte del país. Las plantas automotrices ubicadas en el norte de México se han caracterizado por su desarrollo intensivo de sistemas flexibles, que obedecen a una estrategia de competencia y abastecimiento mundial, más que a una orientación hacia el mercado doméstico del que se han encargado las plantas ubicadas en el centro del país [4].

### 2.5.3 Acuerdos comerciales.

México se vuelve atractivo a las inversiones del exterior debido a que las plantas instaladas en territorio nacional cumplen con las reglas de origen de los acuerdos con Norteamérica y Europa; además de que representa una ventaja para la exportación al tener acuerdos comerciales en otras regiones, principalmente Centro y Sudamérica, elemento de gran atracción debido a la firma del Tratado de Libre Comercio con Japón.

### 2.5.4 Transferencia de tecnología.

Por muchos años, las plantas de manufactura instaladas en territorio nacional han probado el uso eficiente de las tecnologías utilizadas alrededor de las operaciones, donde se mantiene un adecuado balance entre tecnología de punta y sistemas tradicionales de producción adaptados.

Los centros de producción en México han logrado igualar e incluso superar los estándares de calidad de las plantas de origen, muestra de ello son las plantas de Nissan en Aguascalientes, de General Motors en Silao, de Daimler–Chrysler en Ramos Arizpe y de Ford en Hermosillo.

### 2.5.5 Mano de obra calificada.

La importancia económica de este sector y la alta dependencia de tecnología de los países de origen han fomentado el desarrollo de mano de obra calificada que va mucho más allá de los operarios directos de las líneas de producción. México cuenta con personal suficientemente experimentado en planeación, calidad, producción y diseño; muchos de ellos capacitados en el extranjero por las mismas compañías automotrices durante la década de los noventa. Situación que, ante el encarecimiento de estas actividades en los países de origen, representa una ventaja competitiva de singular importancia.

### 2.6 Perfil estratégico.

El actual escenario mundial en el que se desarrolla la industria automotriz obliga a que se haga un fortalecimiento y/o replanteamiento de las estrategias a seguir, dirigidas a alcanzar niveles de competitividad internacional, para lo cual el involucramiento activo de todos los actores es inminente. Gobierno y organizaciones privadas tienen que trabajar de manera conjunta con el fin de poner en marcha sistemas que alineados estratégicamente lleven al país al logro de este objetivo.

Las líneas estratégicas por seguir deben orientarse en los siguientes aspectos:

#### 2.6.1 Desarrollo de proveedores locales.

Las organizaciones que a la fecha fabrican componentes automotrices en México deben establecer cadenas de suministro de segundo y tercer nivel mediante el establecimiento de contratos a largo plazo, extendiendo a todo lo largo los mismos sistemas de calidad que se utilizan en los proveedores de primer nivel de la misma forma en el que las compañías de

la industria terminal lo han hecho extensivo hacia ellos como un medio para el aseguramiento de la calidad.

#### 2.6.2 Sistemas de calidad efectivos.

Por más de veinte años, las organizaciones productivas en México y principalmente las automotrices, se han enrolado en el proceso de certificar sus sistemas de calidad con base en las normas ISO 9000, lo cual prácticamente se ha convertido en un requerimiento primordial de la industria automotriz. Sin embargo y pese a que los procesos de certificación se han cumplido, son pocas las organizaciones que han logrado elevar sus niveles de calidad, en virtud de que estas certificaciones se han quedado solo en el papel, al cumplirse el protocolo enmarcado dentro de las normas ISO 9000, pero no se han reflejado en los productos que salen de las líneas de producción en forma importante. El problema descrito es más notorio en la industria de autopartes que en la industria terminal, en razón principal de que las compañías armadoras ya utilizaban sistemas de calidad específicos en sus países de origen, que se hicieron extensivos en sus plantas de ultramar.

La administración de las organizaciones debe centrar sus esfuerzos en implantar sistemas de calidad efectivos que logren llevar a la práctica la afirmación de que calidad es el equivalente a productividad relacionando en forma directa los beneficios de los sistemas de calidad con el incremento de la rentabilidad.

#### 2.6.3 Diversificación de las exportaciones.

La plataforma de exportación que hasta la fecha mantiene una dependencia directa del mercado en Norteamérica, principalmente en el rubro de la industria terminal debe diversificar sus destinos.

Si bien es cierto que los acuerdos de libre comercio con la CEE y Japón representan una ventaja a compañías de ese origen para exportar a Estados Unidos, la presencia de marcas

europas y asiáticas en América Latina es muy fuerte, por lo que este mercado es una opción estratégica para incrementar las exportaciones.

#### 2.6.4 Sistemas de producción.

El modelo de producción global al que varias plantas se movieron durante la década de los noventa representa una alta dependencia al éxito de un vehículo, dadas las condiciones actuales de diversificación del mercado, destinar plantas exclusivamente a la producción de un solo modelo resulta no ser la mejor opción. Las empresas de la industria terminal deben continuar estableciendo sistemas de manufactura flexible, que les permitan afrontar los cambios en los requerimientos del mercado con la opción de poder fabricar diferentes modelos de vehículos indistintamente.

La situación no es la misma en la industria de autopartes, donde lo que se debe perseguir es la especialización de los fabricantes, que en la mayoría de los casos diversificaron tanto su producción que hoy en día no pueden competir internacionalmente.

El nuevo paradigma de producción flexible exige entre otras cosas: flexibilidad de la fuerza de trabajo, descentralización de funciones y procesos ajenos a la columna vertebral de las operaciones, promoción de la subcontratación, mejora continua, relación de la empresa con su entorno; además de la formación de redes entre las grandes, medianas y pequeñas empresas por medio de la utilización de sistemas informáticos, estrecha cooperación tecnológica, capacitación, planeación de la inversión y la producción [5].

#### 2.6.5 Diversificación en las inversiones.

Si bien es cierto que las inversiones en centros de producción generan beneficios considerables para la actividad económica, mismas que deben continuar, México debe dar el siguiente paso al buscar flujos de capital para la instalación de centros de investigación, ingeniería y/o pruebas. El encarecimiento en el costo de la mano de obra sobre todo

especializada tanto en Europa occidental como en Estados Unidos está obligando a las grandes transnacionales a mover sus actividades de soporte de ingeniería fuera de sus países de origen; para lo cual el fortalecimiento de los sistemas educativos del país es requerido.

#### 2.6.6 Desarrollo del mercado local con producción nacional.

El fortalecimiento del mercado interno es básico para el crecimiento de la industria automotriz, la flexibilidad en los sistemas de producción de las plantas en México debe emplearse de una u otra forma para poder ofrecer una cartera de productos variable y a precios competitivos, sustituyendo de manera considerable la importación de vehículos que se viene comportando en forma ascendente desde la última década.



Ilustración 1, distribución de plantas automotrices en territorio mexicano.

*Lo que importa verdaderamente en la vida no son los objetivos que nos marcamos, sino los caminos que seguimos para lograrlo (Peter Bamm).*

### 3.1 Sistema de producción Toyota (TPS).

#### 3.1.1 Introducción.

La industria japonesa ha revolucionado al mundo con su metodología basada en Lean Manufacturing, la cual tiene como objetivo principal el poder llevar a cabo la reducción de los desperdicios, así como el ahorro de los recursos de la empresa.

Hoy en día esta metodología es de las más usadas en muchas de las compañías a nivel mundial, esto a pesar de que han pasado muchos años desde que fue desarrollada.

Una vez que se implementa el sistema de producción Toyota se aprovechan mejor los recursos de la empresa, la razón es que se optimizan los procesos de la cadena de producción, lo que permite reducir los gastos de la compañía.

#### 3.1.2 Historia del sistema de producción Toyota.

La mejora continua se ha convertido en una filosofía básica en las organizaciones, sobre todo en aquellas que buscan ir más allá, con el fin de ser más competitivas en el mercado mundial.

En el sistema de producción Toyota (TPS), se encuentran incluidas diversas herramientas que conforman lo que se conoce como manufactura esbelta (Lean Manufacturing), la cual es fundamentan dentro de la industria automotriz.

Tres personajes fueron fundamentales en la creación e implementación de la metodología Toyota (TPS), Sakichi Toyoda, Kiichiro (hijo de Sakichi), y Taiichi Ohno.

En 1903 Sakichi Toyoda desarrollo un telar que podía llevar a cabo la detección de un hilo roto y detener el proceso, fue entonces que surgió la filosofía del sistema de la eliminación completa de todos los residuos, buscando métodos más eficientes en la producción basados en el telar automático. Esta idea más tarde se convertiría en uno de los dos pilares del TPS.

En 1937 Sakichi Kiichiro hijo de Sakichi Toyoda fundo la empresa Toyota Motor Corporation, y desarrolló su propia filosofía complementaria basada en la metodología de “justo a tiempo”, la cual se convertiría en el segundo pilar del sistema TPS. Kiichiro visito plantas de la compañía Ford, con la finalidad de conocer sobre el uso y puesta en marcha de las líneas de montaje en serie.

Después de la segunda guerra mundial, se vieron en la necesidad de fabricar vehículos, es entonces cuando Eiji el primo más joven de Kiichiro se convirtió en el presidente de Toyota Motor Manufacturing, quien le encargo la tarea al ingeniero Taiichi Ohno de aumentar la productividad [6].

La gran crisis del petróleo en el año de 1973 fue precedida por una importante recesión, la cual tuvo una gran afectación a gobiernos, negocios y en general a la sociedad en todo el mundo.

En 1974 la economía en Japón llego a verse severamente afectada, hasta niveles de cero crecimientos, en la cual muchas de las empresas del país se vieron sumamente afectadas.

A pesar de la crisis en la empresa Toyota Motor se consiguió mantener sus ingresos, durante los años 1975 – 1977 a pesar de la reducción de beneficios.

El amplio margen diferencial entre ella y las demás empresas hizo que la gente se preguntara qué ocurría en Toyota. Con anterioridad a la crisis del petróleo, cuando hablaba a la gente de la tecnología productiva y del sistema de producción de Toyota, no parecían mostrar demasiado Interés. Sin embargo, tras la reducción de las altas tasas de crecimiento, se observó que era realmente obvio el hecho de que un negocio ya no podía ser rentable gestionado mediante el sistema convencional de producción en serie americano que durante tanto tiempo había sido de utilidad. Los tiempos habían cambiado. Al principio, después de la Segunda Guerra Mundial, nadie podía imaginar que el número de coches fabricados aumentaría hasta el nivel actual. Durante varias décadas, América había reducido los costos mediante la fabricación en serie de unos pocos modelos de coches. Era un estilo de trabajo puramente americano, pero no japonés. El problema y la pregunta era ¿cómo reducir costes mediante la fabricación de pequeñas cantidades de muchos modelos

de coches? Así, durante un período de 15 años, a partir de 1959-60, Japón experimentó un extraordinario y rápido crecimiento económico. A consecuencia de ello, la producción en serie al estilo americano se utilizaba todavía con efectividad en muchos sectores. No obstante, en Toyota ya se contaba con una clara imitación del sistema americano la cual podía resultar peligrosa. ¿Sería posible fabricar de forma barata muchos modelos en pequeñas cantidades? De esta forma el principal objetivo del sistema de producción Toyota fue fabricar muchos modelos en pequeñas cantidades [7].

### 3.1.3 Justo a Tiempo.

La base del sistema de producción de Toyota se enfoca en la eliminación completa del excedente, los dos pilares necesarios que sustentan el sistema son:

- Justo a tiempo.
- Automatización, o automatización con un toque humano.

[7]

Justo a tiempo se refiere a que, en un proceso continuo, las piezas requeridas para el ensamble deben incorporarse a la cadena de montaje en el momento de ser requeridas y solo en la cantidad necesaria. Una empresa que adopte este procedimiento puede aproximarse o alcanzar el cero stock.

Desde el punto de vista de la gestión de producción, esta es una situación ideal. Sin embargo, con un producto fabricado a base de miles de piezas, como lo son los automóviles, los procesos implicados son bastantes.

Una variación en la previsión, un error en un documento administrativo, productos defectuosos ya trabajos repetitivos, problemas con el equipo, absentismo, etc., son algunos de los incontables problemas. Un problema surgido al principio del proceso siempre dará lugar a un producto defectuoso al final del proceso. Esto detendrá la cadena de producción o modificará el plan, tanto si nos gusta como si no.

Si ignoramos dichas situaciones y se considera únicamente el plan de producción en cada proceso, podremos fabricar piezas sin tener en cuenta los procesos subsiguientes, esto dará lugar a los desperdicios. Por un lado, tendremos piezas con errores y por otro enorme stock de piezas que no se necesitan de forma inmediata. Esto reducirá la productividad y la rentabilidad.

Aún peor, no habrá distinción alguna entre situaciones normales y anormales en cada línea de montaje. Cuando se produzca un retraso en la corrección de una situación anormal, un exceso de trabajadores habrá fabricado un exceso de piezas, situación que no se corregirá con rapidez.

Por consiguiente, con la utilización del procedimiento del justo a tiempo en la fabricación, de forma que cada proceso reciba el componente adecuado que necesita, cuando lo necesita y en la cantidad en que lo necesita, los métodos de dirección convencionales no parecen funcionar adecuadamente.

En la producción de automóviles, el material se divide en piezas, y cada pieza se va uniendo con otras piezas al estilo de un rompecabezas, las cuales al final forman una pieza unitaria conocido como ensamble. Este proceso continúa hasta la última cadena de montaje. El material avanza desde los primeros procesos hacia los últimos, formando la carrocería del coche.

Pensemos en el proceso invertido. Un proceso final se dirige hacia un proceso de inicio para recoger sólo la pieza correcta en la cantidad necesaria y en el momento concreto en que se necesita. En este caso, ¿no será lógico que el proceso inicial sólo fabricará el número de piezas retiradas? Por lo que se refiere a la comunicación entre los diferentes procesos, ¿no sería suficiente indicar claramente qué se necesita y la cantidad requerida?

Este sistema de indicación se conoce como Kanban (tarjeta o letrero) y se utiliza para controlar el volumen de producción, es decir, la cantidad requerida. Este es el principio de la idea.

El Kanban sirve como orden de retirada, orden de transporte o entrega o como orden de trabajo. Una de las reglas es no se puede fabricar o recoger material sin una orden Kanban, así mismo se requiere que las mercancías siempre cuenten con un Kanban.

Una de las normas del Kanban indica que el 100% de los productos deben ir libres de defectos hacia el siguiente proceso. La última norma del Kanban indica que se debe llevar a cabo la reducción de Kanban.

El Kanban siempre debe moverse junto con las mercancías necesarias y por ello se convierte en una orden de trabajo para cada proceso. De esta manera ¿, el Kanban podrá prevenir el exceso de producción, el mayor de los desperdicios en la producción.

#### 3.1.4 Ventajas del TPS.

1.- Menor Costo: Consiguiendo colocar en el mercado productos de bajo costo unitario fabricándolos, por ejemplo, con sistemas de producción y distribución altamente productivos, invirtiendo en equipos especializados que permitan la producción en masa.

2.- Mayor Calidad: Mediante el diseño de productos fiables y fabricando artículos sin defectos. Llegando a conseguir el binomio marca-calidad.

3.- Mejor Servicio: Asegurando los compromisos de entrega de los productos tanto en cantidad como en fecha y precio. Dando unos niveles de asistencia post venta adecuados.

4.- Mayor Flexibilidad: Siendo capaces de adaptarse a las variaciones de la demanda, a los cambios en el mercado, en la tecnología, modificando los productos o los volúmenes de producción.

5.- Innovación: Desarrollando nuevos productos, nuevas tecnologías de producción, nuevos sistemas de gestión.

6.- Producir lo que la clientela desea y cuando lo desea y no producir para constituir almacenes de productos terminados o intermedios.

7.- Tener plazos muy cortos de fabricación y gran flexibilidad para poder responder a los deseos de la clientela.

8.- Saber fabricar cuando es necesario- sólo cantidades muy pequeñas de un tipo dado de pieza. Es preciso para ello apartarse de la fabricación por lotes importantes y de la noción de "cantidad económica", lo que impone cambios rápidos de herramientas y una distribución en planta de las fábricas que permita el encadenamiento de las operaciones relativas a una misma pieza o un mismo producto.

9.- Producción o compra estrictamente las cantidades inmediatamente necesarias.

10.- Evitar las esperas y las pérdidas de tiempo, lo que impone, en particular, la renuncia a un almacén centralizado, así como a la utilización de medios de manutención comunes a varios puestos de trabajo.

11.- Aportar los materiales, las piezas y los productos al lugar en que son necesarios, en lugar de almacenarlos en depósitos donde no sirven a nadie ni pueden utilizarse.

12.- Consecución de una alta fiabilidad de los equipos. Para que una máquina no pueda producir una pieza más que cuando resulte necesaria para la etapa siguiente del proceso de fabricación, es preciso que la máquina no se averíe en ese preciso momento.

13.- Mayor gestión de la calidad de la producción. Si las piezas llegan en el momento oportuno y en la cantidad requerida, pero no son de buena calidad, lo único que puede hacerse es rechazarlas y detener la producción en las fases siguientes del proceso.

14.- Adquisición únicamente de productos y materiales de calidad garantizada, para que no detengan la producción.

15.- Incremento de agilidad, y mejor seguimiento del mercado.

16.- Aumento de la productividad y reducción de los costos de producción.

17.- Ganancia de espacio y mejora de la eficiencia.

18.- Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.

- 19.- Reducción del 75 al 95% en plazos y stocks.
- 20.- Incremento de un 15 a un 35% en la productividad global.
- 21.-Reducción del 25 al 50% de la superficie utilizada.
- 22.-Disminución del 75 al 95% de los tiempos de cambios de herramientas.
- 23.-Reducción del 75 al 95% de los tiempos de paro de las máquinas por averías o incidencias.

### 3.1.5 Desventajas del TPS.

Por otro lado, este sistema a pesar de ser tan innovador para las industrias trajo consigo aspectos negativos a considerar, las principales desventajas de este sistema que pueden afectar a una empresa son:

- 1.-El peligro de problemas, retrasos y de suspensiones por falta de suministros, que pueden causar retrasos y suspensiones de la línea productiva e impactar en los gastos negativamente.
- 2.-Limita la posibilidad de reducción de precios de compra, si las compras son de bajas cantidades.
- 3.-La carencia de inventarios ya que, si existe alguna contingencia de pedidos, no se tiene un inventario de seguridad para poder cumplir con estos, lo que provoca una pérdida del cliente.
- 4.-Indispensable que tanto los proveedores como los clientes y empresas con las que se tenga relación manejen este mismo sistema de inventarios ya que de no ser así, dicho sistema no cumpliría con sus objetivos y no funcionaría.
- 5.-Aumento en los costos improductivos por excesos de producción, en la fabricación de productos defectuosos.
- 6.-Resistencia al cambio. [6]

### 3.1.6 Desperdicios TPS.

Se entiende como desperdicio todo aquello que genere un desaprovechamiento o derroche de los recursos con lo que se cuenta dentro de la organización. Ejemplo de ellos son: materia prima, maquinaria, equipos, tiempo, así como el espacio dentro de las áreas productivas, sin dejar de lado a la mano de obra.

Sobre producción:

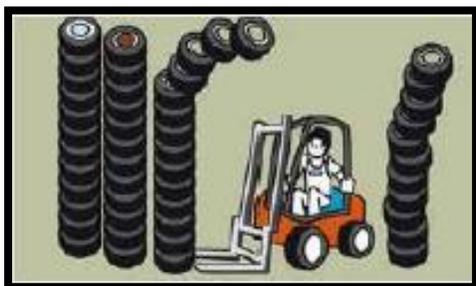
Se refiere al producir mayor cantidad de bienes o artículos de los cuales el cliente requiere. Este tipo de acciones conducen a un serio problema por los altos costos que trae a la organización.



*Ilustración 2, sobre producción. Fuente APS, TC.*

Sobre inventario:

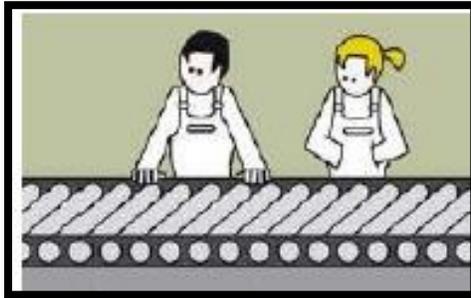
Se refiere a contar con excesivo material o artículos en almacenamiento, los cuales representan recursos desaprovechados ya que no tienen rotación.



*Ilustración 3, sobre inventario. Fuente APS, TC.*

Retrasos por paros o esperas:

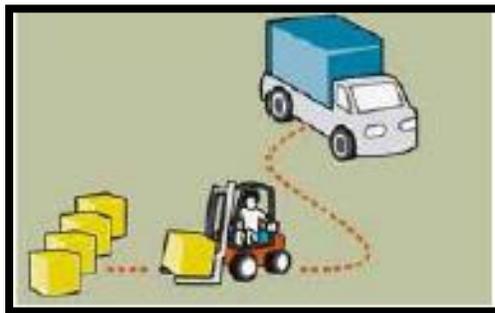
Este tipo de desperdicio genera pérdida de tiempo debido a que se requiere esperar a que alguna actividad sea concluida para poder dar paso a las siguientes. Ejemplo de esto: balanceo de actividades, tiempo maquina no aprovechado, etc.



*Ilustración 4, tiempos de espera. Fuente APS, TC.*

Transporte:

Cuando un componente o artículo se requiere enviar o desplazar del punto A al punto B, existen pérdidas de tiempo y con ello disminución de la productividad, lo cual se traduce a menor cantidad de artículos elaborados o producidos.



*Ilustración 5, transporte. Fuente APS, TC.*

### Movimientos innecesarios:

Cuando se tiene una deficiencia en la definición de las actividades, una mala distribución de los insumos o estaciones de trabajo, el operador requerirá mayor desplazamiento en su estación de trabajo, lo cual consumirá gran cantidad de tiempo.



*Ilustración 6, movimientos innecesarios. Fuente APS, TC.*

### Reprocesos o retrabajos:

Cuando se realizan reprocesos o retrabajos se tienen pérdidas de tiempo, ya que se consumen recursos destinados a la atención de otros bienes o artículos, con el riesgo de poder dañar y generar desechos.

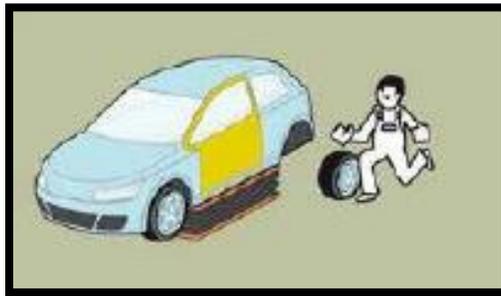


*Ilustración 7, retrabajos. Fuente APS, TC.*

### Rechazos, fallas y defectos:

Cuando no se llevan a cabo las acciones de forma correcta, se tiene una alta probabilidad de generar fallas y por ende rechazos, los cuales deberán ser apartados, evaluados y en su

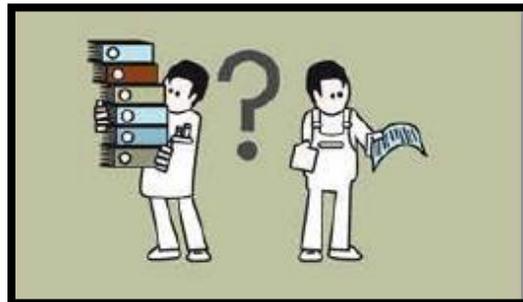
caso re TRABAJADOS. Cuando dichos rechazos, fallas y/o defectos no son aprobados, en algunos de los casos pueden generar desechos y por ende altos costos a la organización.



*Ilustración 8, rechazos, fallas y defectos. Fuente APS, TC.*

Talento humano:

Se debe aprovechar la creatividad de los colaboradores, ya que ellos son quienes tienen el mayor conocimiento de la operación, y son ellos quienes pueden proponer los cambios y mejoras.

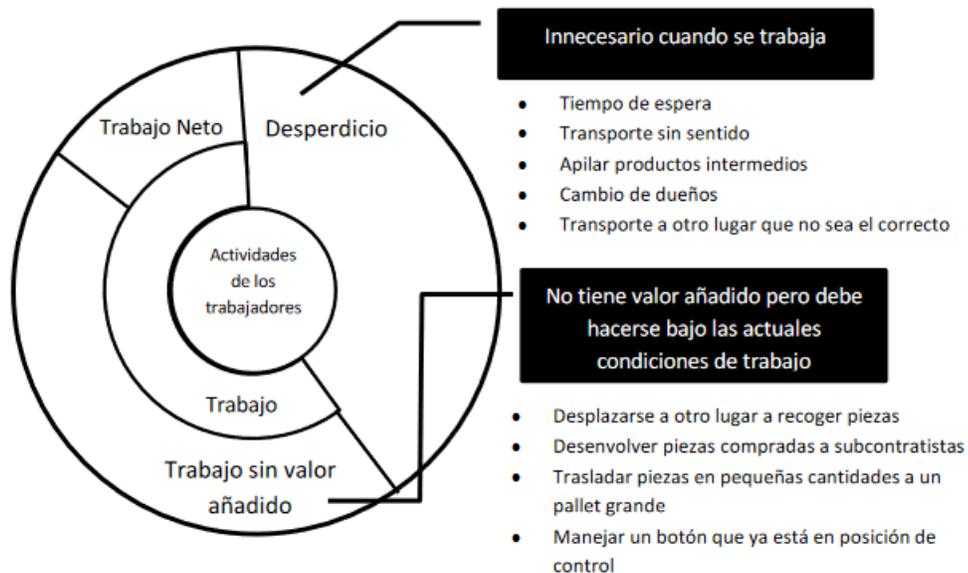


*Ilustración 9, talento humano. Fuente APS, TC.*

Cuando pensemos en la eliminación absoluta de los desperdicios, deberemos tener en cuenta los siguientes puntos:

1. La mejora del rendimiento tendrá sentido sólo cuando vaya ligado a la reducción de costes. Para conseguirlo, debemos empezar produciendo únicamente lo necesario con la mano de obra mínima.
2. Observemos el rendimiento de cada operario y de cada línea. Después analicemos a los operarios como un grupo, y el rendimiento de la planta en su totalidad (todas las líneas). Este rendimiento deberá ser mejorado en cada paso y, al mismo tiempo,

para la totalidad de la planta como una unidad. Por ejemplo, durante el conflicto laboral de 1950 debido a la reducción de mano de obra y con el boom de la seguridad del negocio con la guerra coreana, Toyota luchó contra el problema de como incrementar la producción sin incrementar la mano de obra [7].



*Ilustración 10, sistema de producción Toyota, como entender la función de fabricación. Fuente El sistema de producción Toyota Taiichi Ohno 1991.*

### 3.1.7 Filosofía Kaizen.

El método Kaizen es una filosofía de mejora continua la cual puede ser aplicada a cualquier ámbito de la vida. Muchas compañías la utilizan debido a sus grandes beneficios, cuando se aplica de forma correcta.

La metodología del Kaizen está basada en la idea de pequeñas acciones, las cuales son realizadas de forma organizada y continua, con el fin de alcanzar objetos muy importantes.

El método Kaizen se originó en Japón, después de la segunda guerra mundial, como consecuencia de la fuerte crisis social y económica que se vivía en aquel entonces en dicho país. Para competir con las grandes empresas de países europeos y estadounidenses, el

gobierno de Japón comenzó a utilizar métodos estadísticos para controlar la calidad de los procesos.

La aplicación de la filosofía Kaizen supero todas las expectativas y, en poco tiempo, las empresas niponas se convirtieron en líderes del mercado a nivel global.

El termino Kaizen, es derivado de la unión de dos palabras japonesas: Kai y Zen, las cuales traducidas al castellano significan cambio y mejor, lo cual se interpreta como mejora continua.

### 3.1.8 Para qué sirve el método Kaizen.

El objetivo de la filosofía Kaizen es alcanzar metas y objetivos de forma gradual y controlada, con la ayuda de la eliminación de pérdidas de tiempo originadas por una mala gestión de los procesos productivos.

### 3.1.9 Técnicas de la filosofía Kaizen.

Aplicar el método Kaizen en las empresas es más sencillo de lo que en realidad parece, ya que esta metodología prioriza la realización de pequeños cambios cotidianos antes de introducir innovaciones radicales y repentinas.

Entre las técnicas que destacan tenemos las 5's del Kaizen, el circulo Deming PDCA, la metodología del 5 por qué y el Kanban.

#### 3.1.9.1 Las 5's.

Las 5S del método Kaizen toman su nombre de cinco palabras japonesas, las cuales tiene como inicio la letra S: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke. Esta metodología se inició en

Toyota, en la década de los 60's, con el objetivo de lograr lugares de trabajo más organizados, limpios y productivos. [8]

Las 5's no son otra cosa sino 5 pasos elementales a dar para implementar la metodología Kaizen en la organización:

- Seiri (clasificar): basada en la diferenciación entre lo útil y lo inútil, con el objetivo de contar únicamente con lo necesario y eliminar todo aquello que no se requiere.
- Seiton (organizar): Una vez que se depuro todo aquello que, si se requiere, el paso a seguir es asignar un nombre y una ubicación fija, a todo aquello que, si se requiere, con el objetivo de tener todo a la mano, para minimizar los tiempos de búsqueda.
- Seiso (limpiar): mantener el espacio de trabajo limpio nos ayuda a poder visualizar de una manera más rápida todo aquello que está mal. Sobre todo, ayuda mejorar el bienestar de los trabajadores, reduce el riesgo de accidentes y mejora la calidad de los productos.
- Seketsu (estandarizar): cuidar la higiene personal para evitar la aparición de suciedad y desorden. Como consecuencia se busca el bienestar de los trabajadores y el aumento de la productividad.
- Shitsuke (disciplina): fomentar la autodisciplina, para que los trabajadores conviertan en hábito el empleo de la filosofía Kaizen y adopten las 5S tanto en el trabajo como en su hogar.

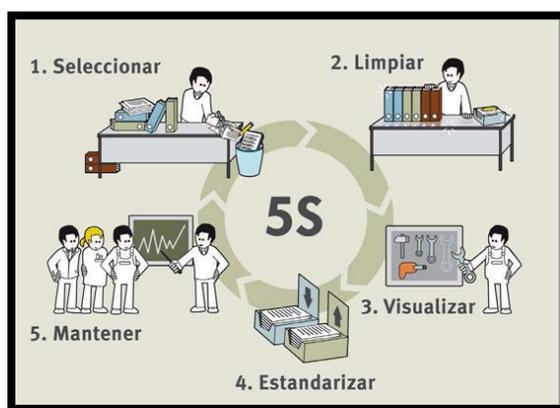


Ilustración 11, las 5's, Fuente APS, TC.

### 3.1.9.2 Ciclo PDCA o círculo Deming.

La filosofía Kaizen se apoya en un sistema de cuatro pasos, el cual es conocido como círculo PDCA, por sus siglas en inglés:

- **Plan (planificar):** consiste en llevar a cabo un análisis del estado que se encuentra nuestra empresa, o en su caso del área en cuestión y de esta forma fijar metas claras y alcanzables.
- **Do (hacer):** implementar un plan definido con base a un calendario de ejecución donde se prioricen las actividades a realizar.
- **Check (comprobar):** analizar el grado de cumplimiento de los objetivos fijados, con la finalidad de identificar ineficiencias y poder llevar a cabo correcciones de los errores detectados. Entre las herramientas para llevar a cabo el control tenemos, el Pareto, listas de chequeo y los KPI's.
- **Act (actuar):** aplicar las medidas correctivas correspondientes y estudiar los resultados con la finalidad de crear un nuevo plan de acción, más eficiente y productivo.

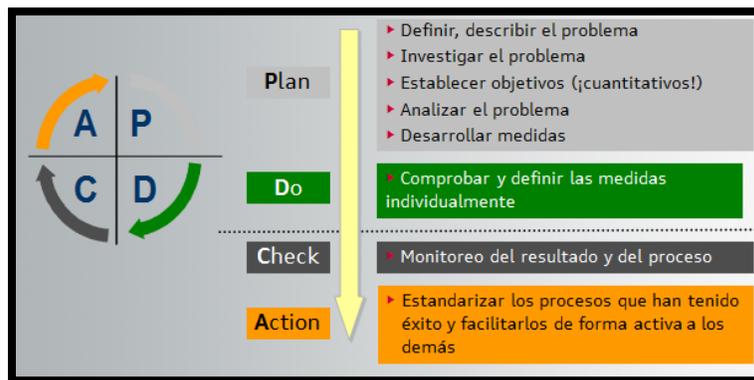


Ilustración 12, círculo DEMING. Fuente APS, TC.

### 3.1.9.3 Los 5 por qué.

Responde al principio fundamental de método, según Masaaki Imai: descubrir el origen de los problemas para alcanzar una solución duradera [8].

Se requiere preguntar en 5 ocasiones por qué.

- ¿Por qué?

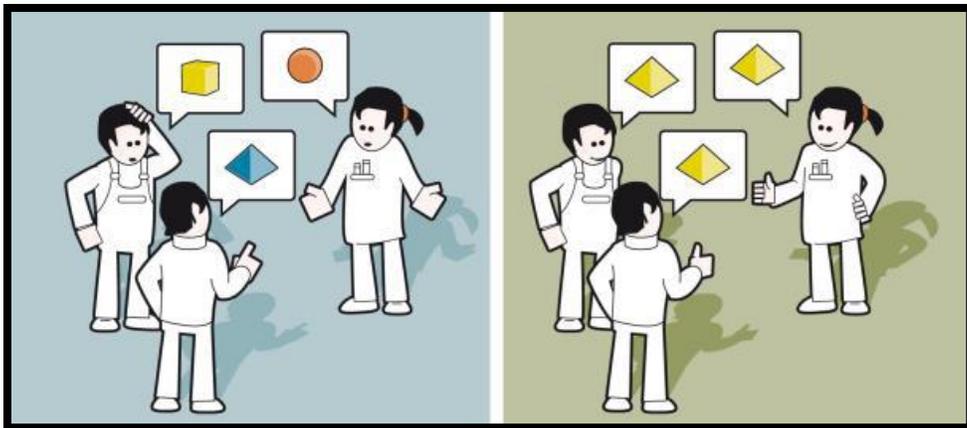


Ilustración 13, los 5 por qué. Fuente APS, TC.

### 3.1.9.4 Retrospectivas.

Las reuniones stand-up son un claro ejemplo de esta metodología ágil. El equipo hace un repaso de las tareas que ha hecho en los últimos días, explica su estado y cuenta los próximos pasos y si hay algún problema en el que puedan intervenir sus compañeros.

### 3.1.9.5 El método Kanban.

Es una técnica visual que se basa en el "justo a tiempo", es decir, proporcionar la información necesaria en el momento oportuno y no sobrecargarlos con información inútil o que no necesitan todavía (ver sección 3.1.3).

Gracias a las técnicas anteriormente descritas podemos definir qué método Kaizen tiene una función estratégica encaminada a mejorar continuamente la calidad de las empresas y los procesos de estas.

### 3.1.10 Beneficios del método Kaizen.

- Eliminación de procesos inútiles y repetitivos.
- Incremento de la productividad.
- Incremento de la satisfacción y el reconocimiento de los trabajadores.
- Mayor retención del talento.
- Aumento del compromiso de los trabajadores.
- Potenciación de la competitividad de la empresa.
- Incremento de la satisfacción de los clientes.
- Resolución rápida de errores y problemas.
- Disminución de la cantidad de accidentes laborales.
- Mejor adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Capacidad para adaptarse a los cambios que se generan en el mercado.

### 3.1.11, 7 pasos para implementar Kaizen.

Paso 1. Seleccionar el ámbito de aplicación para la metodología Kaizen.

Cualquier trabajador dentro de la organización, sin importar su nivel, debe ser capaz de expresar su opinión y brindar ideas de mejora.

Paso 2. Crear un equipo multidisciplinario de trabajo.

Cuanto más diverso sea el equipo, más creativas y variadas serán las aportaciones en ideas de sus integrantes.

Paso 3. Recolectar y analizar datos.

Recolectar datos del área en cuestión, con el objetivo de tener un panorama bastante amplio de la situación pasada, presente y futura, y una vez obtenidos analizar detalladamente el comportamiento de estos.

Paso 4. Gembutsu y Gemba (ir y ver).

Verificar en piso, todos aquellos problemas que se hayan detectado a través del análisis de datos.

Este principio fue desarrollado por Taiichi Ohno, principal impulsor del sistema de producción de Toyota. Según Ohno, tras detectar cualquier problema es indispensable “ir al campo de batalla”, hablar con las personas involucradas y no dejar nunca de mostrar respeto por sus capacidades y esfuerzos [6].

Paso 5. Buscar contramedidas.

Con esta acción se busca la elaboración de un calendario o plan de ejecución adecuado. El calendario o plan debería incluir fechas de implementación claras y concisas, así como la asignación de un responsable a cada contramedida.

Paso 6. Evaluación de los resultados obtenidos con el método Kaizen.

Análisis por medio de informes y gráficos. Si los resultados de la evaluación no son satisfactorios, el equipo debe volver a realizar los pasos anteriores hasta encontrar una solución más adecuada.

Paso 7. Seguimiento de resultados a corto, mediano y largo plazo.

Evaluar constante mente los resultados de las acciones aplicadas, y en caso de ser favorables, deben ser aplicadas a casos futuros.

*Esto no significa que sea imposible que el sol brille, hay que tomar el camino hacia la luz, no hacia la oscuridad (Roger Waters).*

## 4.1 Productividad.

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. De igual forma puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos. Cuando menor tiempo se utiliza más productivo es el sistema.

En realidad, la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de productos finales.

### 4.1.1 Factores que aumentan la productividad.

Aumentar la productividad debe ser una estrategia fundamental para cualquier empresa, ya que permite conseguir ingresos, crecimiento y posicionamiento. Para ello es imprescindible medir y monitorear de forma continua la actividad mediante los indicadores de productividad (KPI's) [9].

Técnicas para aumentar la productividad:

1. Estudio y mejora de los métodos de trabajo: reducir la fatiga, diseñando puestos de trabajo ergonómico [10].



*Ilustración 14,  
ergonomía. Fuente APS,  
TC.*

2. Estudio y reducción de tiempos: realizar estudios de MTM (Methods Time Measurement) para optimizar los movimientos durante el trabajo [10].



Ilustración 15, análisis MTM. Fuente APS, TC.

3. Estandarización de operaciones: definir las actividades de cada puesto de trabajo, facilitando el rápido aprendizaje y la flexibilidad del entrenamiento [10].



Ilustración 16, estandarización de operaciones. Fuente APS, TC.

4. Orden y limpieza: las áreas productivas deben mantenerse con un estándar de 5's, para disminuir desperdicios por búsqueda y acomodo de materiales [10].



Ilustración 17, las 5'S. Fuente APS, TC.

5. Balanceo de operaciones: analizar los puestos de trabajo para reducir tiempos muertos y operaciones que no agregan valor [10].



*Ilustración 18, balanceo de cargas de trabajo. Fuente APS, TC.*

6. Eliminación de desperdicios: eliminar toda actividad que no agregue valor al producto [10].



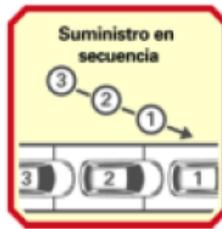
*Ilustración 19, los 9 desperdicios. Fuente APS, TC.*

7. Capacitación flexible: división de grupos de trabajo para que los técnicos y operarios puedan trabajar en diferentes puestos de trabajo, así evitar faltas por ausencias, enfermedades e incapacidades [10].



*Ilustración 20, capacitación en puestos de trabajo. Fuente APS, TC.*

8. Estabilizar la producción: planear la producción dependiendo de la demanda, evitando sobreproducción o falta de producción [10].



*Ilustración 21,  
estabilización de línea  
de producción. Fuente  
APS, TC.*

*La esperanza es un estimulante vital muy superior a la suerte (Friedrich Nietzsche).*

## 5.1 TPM

El TPM (Total Productive Total) surgió como un sistema destinado a lograr la eliminación de las llamadas “seis grandes pérdidas” con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo.

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real que puede resumirse en: capacidad de producir con seguridad, calidad y rentabilidad. Esta visión primaria llevó a las empresas a centrar sus esfuerzos de mejora y con ello los recursos en la función de producción. [11] El principal objetivo del mantenimiento es verificar y reparar desperfectos de forma rápida y a bajo costo.

A lo largo del tiempo el mantenimiento dejó de ser visto como un mal necesario para convertirse en una actividad relevante para las metas y objetivos en las organizaciones. Con esto muchas empresas se han visto beneficiadas, ya que con la ayuda de esta metodología han podido predecir y/o corregir situaciones que podrían llevar a pérdidas monetarias.

El TPM normalmente suele relacionarse con el departamento del mantenimiento, sin embargo se puede aplicar a cualquier otra área y con la participación de todos los niveles en la empresa se podría conseguir el éxito de esta.

Para conseguir un flujo de cero defectos se requieren altos niveles de capacidad de proceso que permitan la reducción o eliminación de inspección, de retrabajos o simplemente de paradas del sistema productivo y esto lo puede proporcionar el TPM.

### 5.1.1 Tipos de mantenimiento.

**Mantenimiento preventivo:**

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con la finalidad de reducir los costos de mantenimiento. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del

comportamiento de la maquinaria que posee, con el objetivo de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

Mantenimiento autónomo:

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su Propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

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

Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen:

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen impacto directo en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

Mantenimiento planificado o progresivo:

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Mantenimiento de áreas soporte:

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos y con la más alta calidad.

Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

Entrenamiento:

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.

- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

Entre las actividades fundamentales de Mantenimiento y Calidad está establecer las condiciones del equipo que garanticen un rendimiento con cero defectos de calidad, basado en el concepto de mantener perfecto el equipo para conseguir la calidad de los productos. Esta condición se analiza en series de tiempo comprobando que los valores están dentro de los establecidos como estándar para prevenir defectos [11]

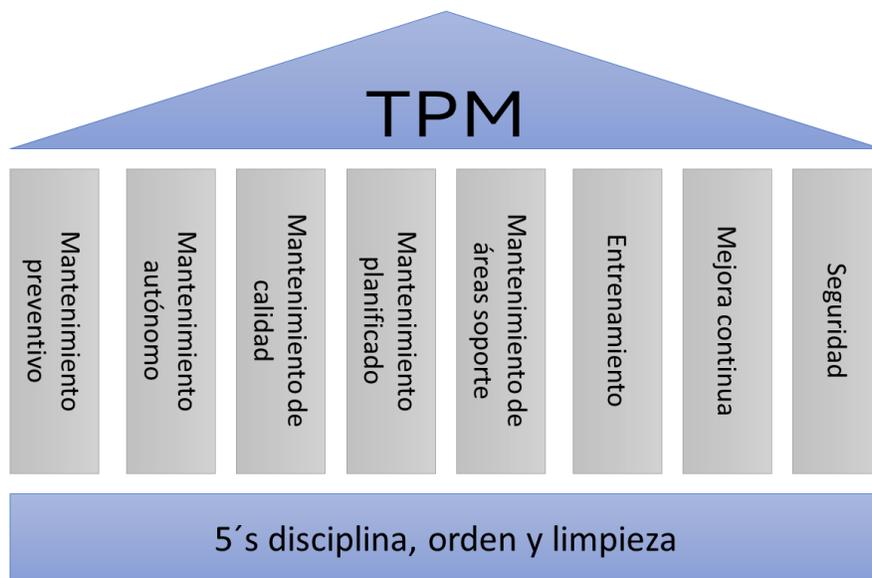


Ilustración 22, pilares del TPM. Fuente, elaboración propia del alumno.

*Sólo puede ser feliz siempre el que sepa ser feliz con todo (Confucio).*

## 6.1 Estampado.

### 6.1.1 Introducción.

El proceso de estampado consiste en llevar a cabo el moldeado de una chapa de acero o aluminio ejerciendo presión sobre la misma, este se realiza con una gran cantidad de peso, por una maquina conocida como prensa, y en la mayoría de los casos por bloques o herramientas llamados troqueles.

Este tipo de proceso es una de las tareas de mecanizado más comunes que existen, y normalmente se lleva a cabo en procesos continuos, es decir, para producir gran volumen de componentes.

#### Historia:

Una de las formas más comunes para trabajar con los aceros es por medio de prensado o troquelado, como comúnmente se conoce. Este tiene como principio, el aplicar fuerza sobre una placa metálica, con el objetivo de llevar a cabo el moldeado de esta.

La primera prensa que existió fue el mismo ser humano y el primer troquel fue un martillo, con el cual se golpeaba el acero para conformarlo.

En primera instancia el material a forjar debía ser sometido a altas temperaturas para que tomara cierta maleabilidad y conformabilidad y con ello ser trabajado con mayor facilidad.

La resistencia del metal forjado es un poco mayor a la del estampado, sin embargo, el proceso es mucho más tardado y la diferencia en el resultado no es mucha. Por ello, los autos Ford eran muy populares y su creador tuvo que ceder. El estampado agilizaba el proceso y mantenía los costos bajos. Con ello logró satisfacer la demanda existente por parte de quienes querían sus carros. [12]

Desde los inicios de su historia, el estampado se puede usar para todo lo que imagines que involucra presión:

- La deformación con planchas y otras máquinas, da forma al metal, según los moldes que se utilicen.
- El troquelado o punzonado se usa para cortar o hacer agujeros en el metal.
- La embutición se usa para obtener cuerpos huecos.

Estampado en caliente:

Es el proceso donde la pieza o componente a estampar debe ser sometida a una temperatura mayor de recristalización con el objetivo de evitar deformarlo sin incrementar su acritud.

Entre los beneficios que se tienen son:

- Mayor modificación a la forma de la pieza de trabajo.
- Menor cantidad de esfuerzos requeridos para llevar a cabo la deformación de material.
- Se tiene opción para trabajar con materiales que suelen fracturarse cuando se trabajan en frío.
- No ocurren endurecimientos de partes debido a los procesos de trabajo.

Desventajas:

- No son aptas para componentes visibles debido a su acabado superficial.
- Suelen tener pérdidas por la deformación elástica y contracción térmica. Por lo que se recomienda una mayor dimensión.

Estampado en frío:

Este tipo de proceso se realiza con una menor temperatura que el estampado en caliente, por lo tanto, su temperatura de recristalización es menor. En este caso el grano se deforma durante el proceso, obteniendo anisotropía en la estructura microscópica.

Este tipo de estampado se aplica a chapas de acero de menor espesor.

Las principales operaciones de estampado en frío son:

- Troquelado: generación de punzonados (agujeros), corte o acuñación.

- Embutición: Se obtienen cuerpos huecos a partir de una chapa plana.
- Deformación por flexión: Curvado de chapa, plegado o enrollado.

Entre los beneficios que se tienen son:

- Mayor precisión.
- Menores tolerancias.
- Mejor acabado superficial.
- Mayor dureza de las partes.

Desventajas:

- Mayor fuerza de prensado.
- Mayor riesgo de obtener deformaciones.
- Roturas por el aumento de tensión.
- Reducción de la ductilidad.

*La Educación es el pasaporte hacia el futuro, el mañana pertenece a aquellos que se preparan para él en el día de hoy (Malcolm X).*

## 7.1 Metodología.

Existen una amplia gama de metodologías para la mejora continua, una de ellas es el DMAIC; esta metodología pertenece al Lean Six Sigma (Seis Sigma) la cual tiene como objetivo mejorar procesos, además se trata de un proceso que se puede repetir de forma constante para estar continuamente evolucionando y mejorándolo. El TPS es la base para llegar a una producción esbelta (Lean Manufacturing) dentro de una compañía. A continuación, se explican los pasos del DMAIC para darle lógica estructural al proyecto:

**Definir (Define):** Definir cuál es el problema que queremos resolver. La definición es fundamental para establecer KPI's que nos permitan tener un mejor conocimiento de la situación actual.

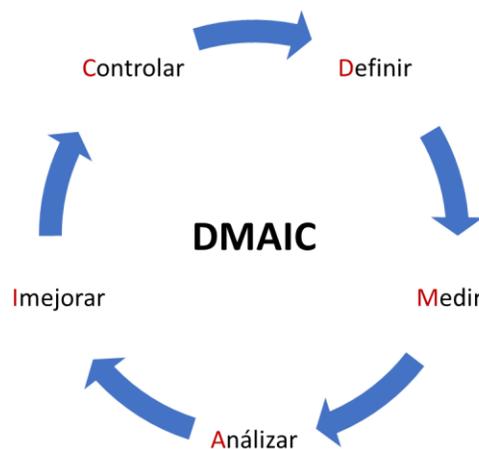
**Medir (Measure):** Establecer métricos apara conocer la situación actual.

**Analizar (Analyze):** Analizar la información para poder corregir el problema y mejorar los KPI's.

**Mejorar (Improve):** Aplicar las acciones necesarias para mejorar la situación actual.

**Controlar (Control):** Realizar un control para asegurar que los KPI's se cumplen.

El diagnóstico y la propuesta de mejora del proyecto se llevarán a cabo de acuerdo con la metodología antes mencionada, con el objetivo de ser transparente en cada etapa de mejora, sin considerar análisis estadístico, ya que el proyecto en cuestión no involucra dichos datos.



*Ilustración 23, metodología DMAIC. Fuente, elaboración propia del alumno.*

### 7.1.1 Medir

Para realizar el diagnóstico de la situación actual del área en cuestión, es de suma importancia conocer el valor que se le agrega al producto durante el proceso de fabricación. Con el objetivo de encontrar desperdicios ocultos.

Que es el análisis de valor: Es una herramienta de mejora continua enfocada a ser un método ordenado y creativo para aumentar el valor de un producto o servicio, también se denomina “análisis funcional”. El valor de un producto o servicio es el resultado de observar cómo logra su función entre el costo de este.

Para comenzar el proceso se debe localizar en donde se encuentran las oportunidades de posibles reducciones de costos, determinando cuál de ellas tiene el mayor potencial [13].

Siempre se debe diferenciar entre que es posible y factible económicamente y que no lo es.

Para el análisis de valor se utilizará el estándar de valor agregado, el cual divide todas las actividades que agregan valor y las que no agregan valor.

Con apoyo del grupo multidisciplinario se inician las actividades de evaluación de tiempo por medio de cronometro. A continuación, se presenta el cronograma de actividades.

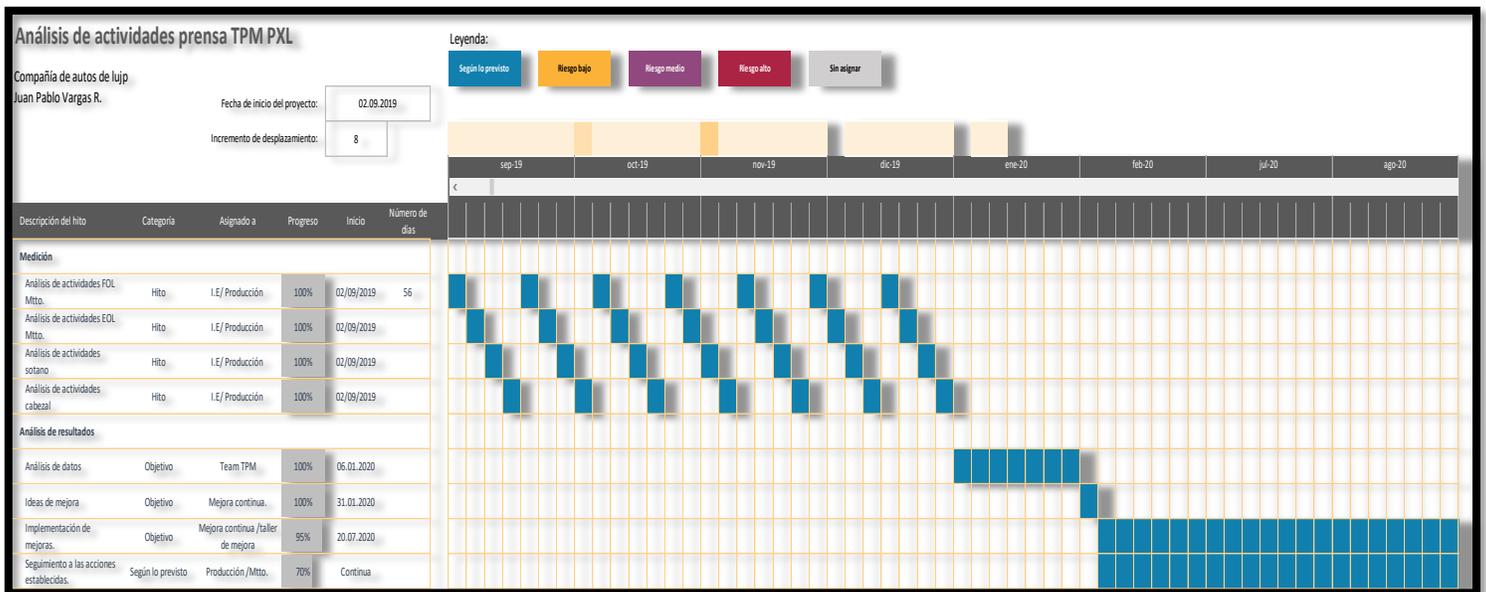


Ilustración 24, cronograma de actividades de proyecto. Fuente, elaboración propia del alumno.

Descripción del proceso de implementación del TPM en el área de estampado.

Producción, es quien debe validar las zonas en donde se realizará el TPM, esto con base en las tarjetas TPM, de acuerdo con el ciclo de inspección, dichas tarjetas se encuentran cerca del tablero de TPM.

El líder de cada turno debe asignar diferentes tarjetas a los colaboradores, en las cuales indica la zona a de trabajo, así como la actividad específica a realizar.

Mantenimiento debe proporcionar la siguiente información a producción para poder llenar los formatos y fichas.

- Actividad a realizar (paso a paso).
- Parámetros/ criterios a considerar (temperaturas, presiones, etc.)
- Frecuencia de la actividad (diaria, semanal, quincenal, mensual).
- Número de personas requeridas para la actividad.
- Recursos necesarios (herramientas, material de limpieza, equipo de protección, etc.).
- Condición en la que debe estar el equipo (detenido o en funcionamiento).
- Tipo de actividad (mecánica, eléctrica o solo visual).
- Tiempo requerido para hacer la actividad.
- Precauciones para tener en cuenta (riesgo eléctrico, despresurización, etc.).

Producción debe llenar los formatos y las fichas de TPM con la información proporcionada previamente por mantenimiento.

De igual forma se tiene que armar el tablero o carpeta para validar la información con el contacto de mantenimiento.

Mantenimiento debe realizar acompañamiento con producción, cuando se realizan actividades por primera vez y de ser necesario, hasta que las actividades sean comprendidas.

Producción debe dar seguimiento a la implementación de TPM, llenando los formatos de acuerdo con las actividades y frecuencias definidas.

¿Por qué TPM?

Objetivos:

- Reducción de los costos de fabricación.
- Prevención y eliminación sostenible de pérdidas de producción para aumentar nuestra eficiencia operativa de la máquina (OEE) bajo aspectos económicos (análisis de costos globales).
- Obtención de procesos de producción armónicos gracias al mantenimiento preventivo y previsor (cero paros, cero rechazos y cero accidentes).
- El personal evita averías in situ gracias a mantenimiento, inspección y limpieza regulares de igual forma se hace cargo de reparaciones dentro de lo consensuado bajo los aspectos económicos y en consecuencia asume la responsabilidad de su instalación.
- El personal aporta sus conocimientos y su experiencia y mejora continuamente sus aptitudes y habilidades.
- Obtención de una elevada eficiencia de la instalación durante toda su vida útil.
- La base para el TPM ya se establece en la fase de compra cumpliendo los estándares necesarios para el funcionamiento económico de una instalación técnica.

¿Qué hay que hacer?

Procedimiento

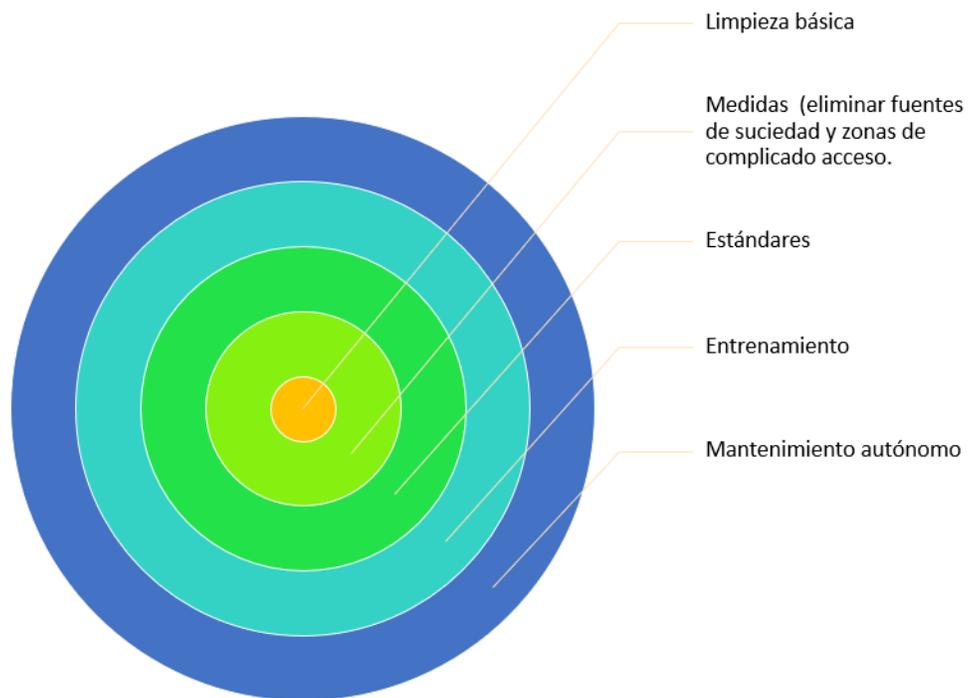
- El Total Productive Maintenance (TPM) es un proceso continuo que gracias a un mantenimiento productivo con la implicación de todo el personal conduce a un

aprovechamiento óptimo de la instalación. El TPM consta de 5 columnas; en la columna 'Mantenimiento autónomo' participan las cuatro restantes columnas.

¿Qué hay que hacer?

Procedimiento para el mantenimiento autónomo:

El concepto de implementación para el mantenimiento autónomo consta de 5 fases:



*Ilustración 25, fases del mantenimiento autónomo, Fuente, elaboración propia del alumno.*

¿Qué hay que hacer?

Procedimiento para el mantenimiento autónomo.

- El TPM se gestiona y se realiza a través de la participación de todo el personal de producción in situ.
- Los directivos se implican en el TPM y aseguran los requisitos necesarios para ello.
- Cada colaborador se responsabiliza de "su" instalación.

El personal mejora la instalación continuamente con base a sus conocimientos y experiencia.

Instalación de un grupo TPM, compuesto por Fabricación, Mantenimiento y Dirección de la fábrica.

Función impulsora para la realización / continuación del concepto TPM.

Realización de auditorías regulares de TPM para el control del éxito.

A través de la participación en las actividades de TPM el personal continuamente amplía sus conocimientos y habilidades.

Principio básico: Reparación definitiva en vez de reparación provisional.

- Valorar a nivel cuantitativo los principales problemas con el método TPM.
- Con los conocimientos obtenidos investigar exactamente las causas.
- Premisa conceptual: No hay máquinas que fallen por sí mismas, siempre hay una causa.
- El análisis de las causas sirve de base para la acción concreta
- Reparación definitiva = análisis de las causas y eliminación duradera mediante supresión del causante original de la avería.
- Reparación provisional = cambiar partes defectuosas de la instalación sin análisis de causas.

Otras averías están programadas de antemano.

Procedimientos para la reparación.

- Principio de las 3 C.

Principio para la determinación de la causa de un defecto:

- Lugar concreto, muestra defectuosa concreta, circunstancias concretas

- La situación se debe observar el tiempo necesario hasta que se determine la causa del defecto.

- Los directivos deben tomarse el tiempo necesario para escuchar los informes de avería de sus colaboradores sobre la base del principio de las 3 C, valorarlos y actuar en consecuencia

2 x 5 ¿Por qué?

¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué?

Para llegar a la causa real del fallo.

¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué?

Para reconocer por qué no se detectó antes el defecto

Aspectos humanos

No demos por válidas las típicas frases lapidarias / excusas:

“Estas cosas se rompen a veces, es algo normal...”

“La máquina está vieja...”

“La electrónica a veces hace lo que le da la gana...”

“¡Nunca lo hemos hecho así!”

“¡Siempre lo hemos hecho así!”

“¡Esto aquí no funciona!”

Respuesta correcta: ¿Qué nos impide cambiar esto?

No orientar los stocks de seguridad en los escenarios de avería más negativos

(reservas por “miedo”)

- La reparación / el mantenimiento definitivo refuerza la confianza en la propia competencia para poder resolver problemas y la fiabilidad de la instalación.

Consecuencia: Reducción de stocks

Procesos de fabricación transparentes.

- Principio: Sólo un proceso que sea visible y transparente puede ser mejorado.
- Asegurar la claridad visual / accesibilidad en todos los procesos de fabricación.
- Buscar posibilidades de hacer visible el proceso de fabricación (p.ej. modificar la carcasa, introducir ventanas de inspección, etc.), por supuesto siempre garantizando la seguridad laboral.
- Visualización central de los parámetros de producción (ejemplo. presión, temperatura, tiempos tacto, estados de mantenimiento, etc.).

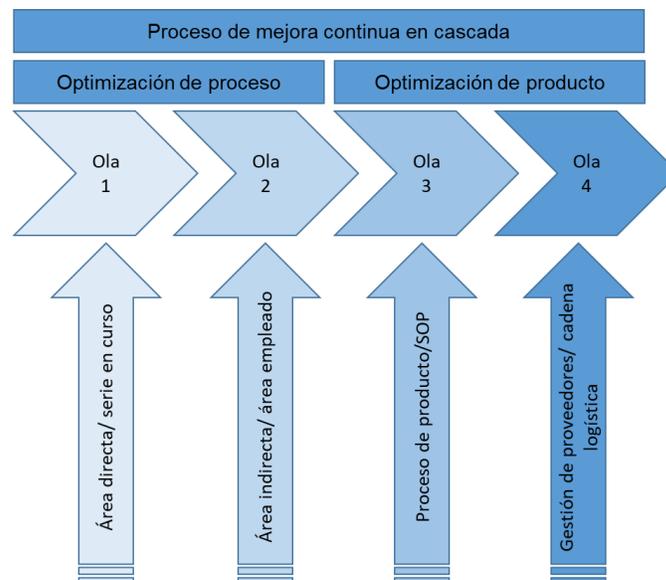


Ilustración 26, proceso de mejora continua en cascada, Fuente, APS, TC.

Bases: Estabiliza los procesos de la organización.

Tiene como fundamento clave la determinación unificada de OEE, registro de pérdidas (panel de control de procesos), distribución de paretos, planes de medidas y prueba de eficacia mediante seguimiento individual.

Fase1: Establecimiento de procesos y aprender a ver.

Se basa en la limpieza básica, registro estructurado de los defectos, registro e intercambio de conocimientos mediante la lección de un solo punto y el inicio del mantenimiento preventivo.

Fase 2: Establecer los procesos y reducir los movimientos.

Tiene como objetivo la eliminación de fuentes de suciedad y puntos problemáticos mediante técnicas de solución de problemas.

Fase 3: Estandarizar e igualar el flujo de producción.

Se centra en la generación de estándares para el mantenimiento, como la inspección y limpieza con ayuda de la aplicación de técnicas de solución de problemas.

Fase 4: Sincronizar el flujo y los procesos de producción.

Uno de los fundamentos básicos es la generación y puesta en marcha de manuales de inspección y gestión visual para productos e instalaciones.

Fase 5: Sincronizar la gestión de proveedores.

Realizar las actividades y puesta en marcha del mantenimiento con calidad.

Fase 6: Producción nivelada.

Llevar a cabo auditorias anuales de TPM para el mantenimiento autónomo.

Fase 7: Empresa sincronizada y orientada al valor añadido.

Llevar a cabo auditorias periódicas (al menos 1 vez al año) para el mantenimiento autónomo.

Procedimiento para el proceso de mejora continua Ola 1.

Proceso cuando no se encuentra implementado el TPM (fase 1 y 2).

Es necesario la reducción de fallas o averías, de igual forma se requiere optimizar el tiempo tacto o tiempo ciclo, con un estudio que ayude a identificar las actividades que no agregan valor al proceso.

En la etapa 2 del proceso se debe llevar a cabo la reducción de lotes, así como la reducción de los tiempos en la preparación y/o cambio de herramientas.

El objetivo principal está basado en el aumento del volumen de producción.

Cuando el TPM se encuentra implementado se debe continuar con la fase 2 y 3.

Se debe tener como resultado el aumento de la OEE mediante la mejora de la disponibilidad, mayor rendimiento y mejora en la calidad con elementos del mantenimiento autónomo.

Para llevar a cabo se requiere buscar la eliminación de los principales problemas, por ejemplo, averías, pérdida de rendimiento, problemas de calidad, etc. De igual forma se requiere la optimización del sistema del TPM.

Se debe reducir los lotes mediante la optimización en el tiempo utilizado en la preparación y cambio.

El objetivo principal se basa en el aumento del volumen de producción/ OEE, así como la optimización del TPM.

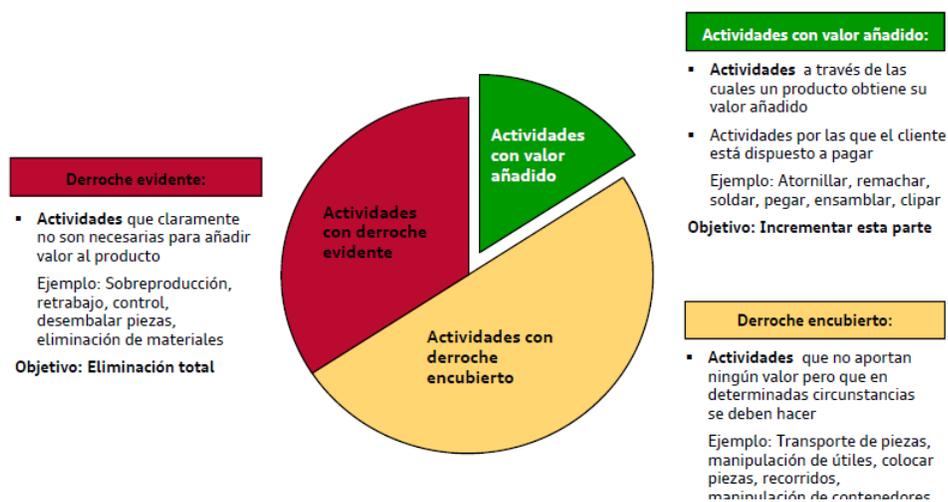


Ilustración 27, valor añadido y derroches. Fuente, APS, TC.

Para el caso del proceso de Ola fase 1 y 2 se requiere la recopilación de datos relevantes, por ejemplo, histórico de fallas al menos de 1 mes. Durante el estudio se requiere llevar a cabo el análisis de los datos (fallas) así como determinar las causas y en la medida de lo posible definir medidas para la eliminación de estas con responsables y plazos.

Al buscar la optimización del tiempo tacto o tiempo ciclo, se requiere definir los tiempos ciclos en función del tiempo tacto.

Se requiere equilibrar los tiempos ciclo de las instalaciones en cadena e identificar cuál de ellas es el cuello de “botella”.

En el caso de contar con producción en cadena se debe asegurar el flujo de las piezas, y si se tuviera un proceso por lotes en este se debe llevar a cabo la optimización directamente en el volumen (piezas/ tiempo).

El objetivo debe enfocarse en aumentar el rendimiento de las instalaciones, es decir, la maximización teniendo en cuenta ser más rentable.

Así mismo se requiere alcanzar un tiempo ciclo unificado que sea igual o muy similar al tiempo tacto, esto hablando de instalaciones encadenadas.

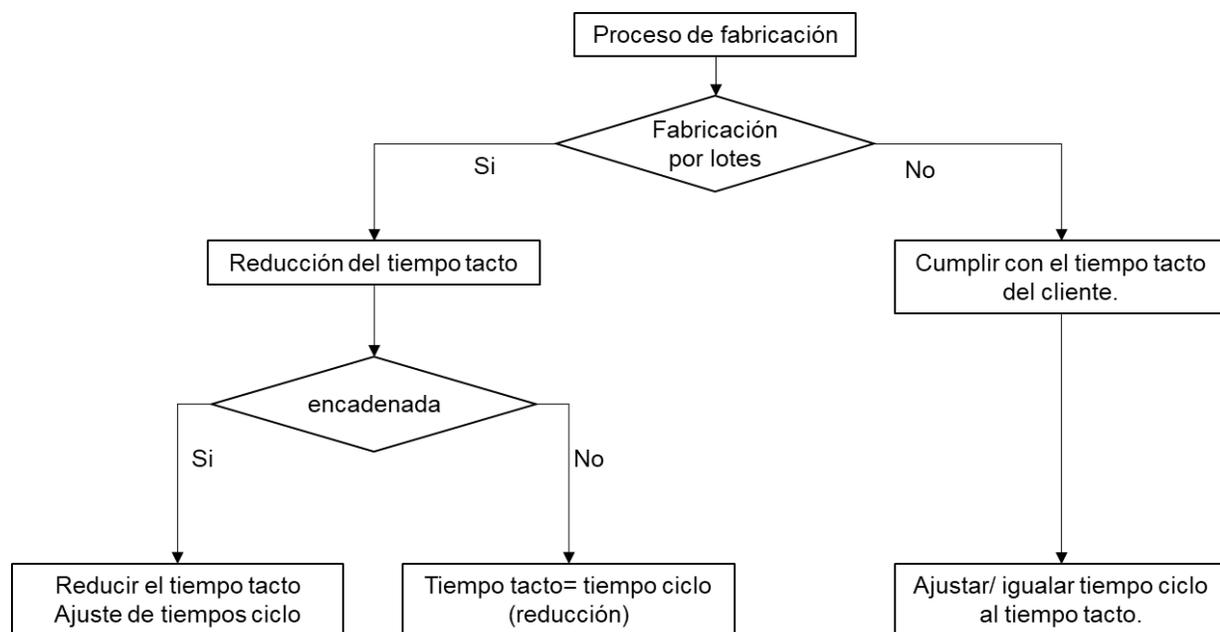


Ilustración 28, proceso de fabricación por lotes. Fuente, elaboración propia del alumno.

## 7.1.2 Analizar

Ejemplo 1. Se describen las actividades observadas en el análisis de tiempos y movimientos, se determinan las actividades que no agregan valor y con base en ello se determinan acciones para poder mejorar la actividad, como se puede observar en la imagen el tiempo original de la operación eran 100 minutos para dos operadores. Después del análisis se redujo a 71.3 minutos.

N° de Mantenimiento 63 011 06 160		Calle 11	
Tarjeta 100	3 X 2	65 min	
	<b>Examinar</b> Tableros conmutados 1.2 de alta y baja presión! Filtros: realizar bombardeo y limpieza en el interior del vaso porta filtro, también inspeccionar el estado del filtro de bronce.	<b>Indicaciones</b> Se debe realizar con la máxima seguridad y ayuda de un año y personal capacitado con su respectivo EPP.	
	<b>Recursos</b> Trapo, llave de 10mm y llave de tuerca.	<b>Precaución</b> Precaución cuando se esté presurizando, favor de realizar con el capó de arriba.	
Responsable: TÉCNICO L.F. J. Luis García	Teléfono: 24812604 27018272	Última Revisión 06/09/18	

Ilustración 30, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad.

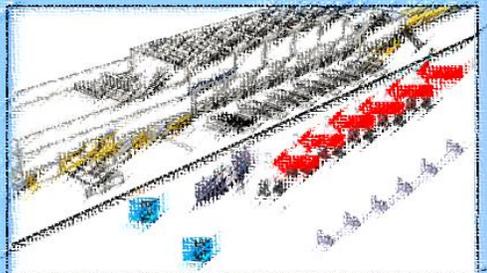
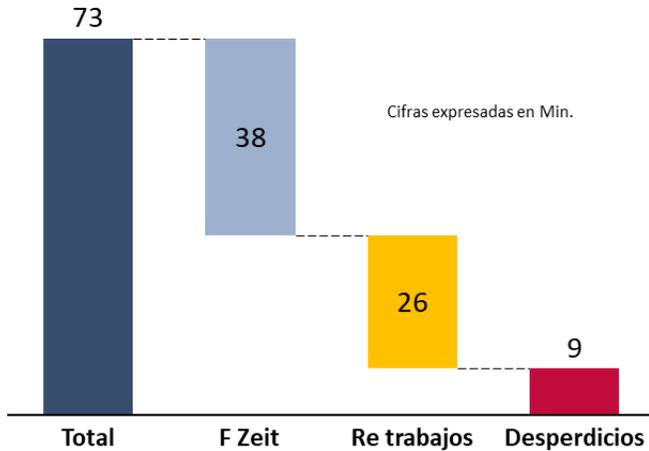
N° de Mantenimiento 63 011 06 160		Calle 11	
Tarjeta 100	3 X 2		
			
Responsable: TÉCNICO L.F. J. Luis García	Teléfono: 24812604 27018272	Última Revisión 06/09/18	

Ilustración 29, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad.

<u>Actividad</u>	<u>T min</u>	Carga de trabajo	
		<u>esperada</u>	<u>Carga de trabajo real</u>
Caminar a Tableros del área 1	1,133	98%	71%
Quitar Tapas de Tableros	1,583		
Limpiar el área interna de los tableros	6,350		
Cambiar Filtros	0,233		
Colocar Tapas	0,967		
Limpiar la Parte Exterior	4,100		
Caminar a Tableros del área 2	0,100		
Quitar Tapas de Tableros	1,500		
Limpiar el área interna de los tableros	2,683		
Cambiar Filtros	3,250		
Colocar Tapas	0,267		
Limpiar la Parte Exterior	2,533		
Caminar a Tableros del área 3	0,183		
Quitar Tapas de Tableros	2,133		
Limpiar el área interna de los tableros	6,200		
Cambiar Filtros	0,800		
Colocar Tapas	1,317		
Limpiar la Parte Exterior	2,667		
Caminar a Tableros del área 4	0,083		
Quitar Tapas de Tableros	0,833		
Limpiar el área interna de los tableros	6,567		
Cambiar Filtros	1,683		
Colocar Tapas	4,650		
Limpiar la Parte Exterior	8,417		
Recoger Herramienta	0,550		
Tirar Filtros y Trapos en el Contenedor	6,383		
Guardar Herramientas y Equipo	4,217		
<b>Total</b>	<b>71,382</b>		

Tabla 2, análisis REFA de actividades aplicadas al TPM. Fuente, elaboración propia del alumno.



T min	Carga de trabajo esperada	Carga de trabajo
73	98%	111%

T min	Carga de trabajo esperada	Carga de trabajo real (sin considerar re trabajos)
47	98%	67%

Tabla 3, análisis REFA de actividades aplicadas al TPM. Fuente, elaboración propia del alumno.

Ejemplo 2. Se describen las actividades observadas en el análisis de tiempos y movimientos, se determinan las actividades que no agregan valor y con base en ello se determinan acciones para poder mejorar la actividad, como se puede observar en la imagen el tiempo original de la operación eran 45 minutos para dos operadores. Después del análisis se redujo a 16 minutos.

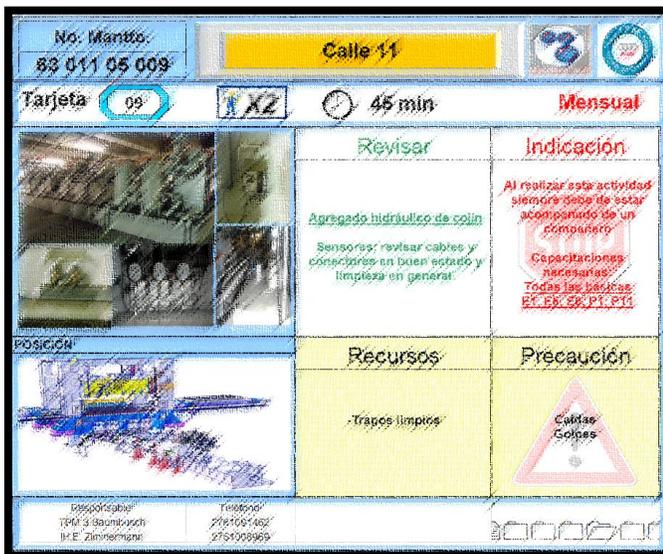


Ilustración 31, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad.

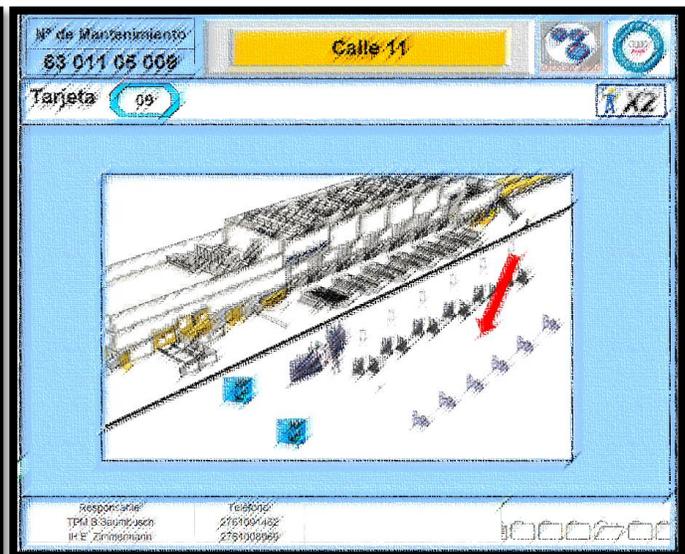


Ilustración 32, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad.

<u>Actividad</u>	<u>T min</u>	<u>Carga de trabajo esperada</u>	<u>Carga de trabajo real</u>
Limpiar Costado Derecho	2,83	98%	36%
Limpiar Parte Superior	2,17		
Caminar a Parte Frontal	0,33		
Limpiar Parte Frontal	1,67		
Caminar a Costado Izquierdo	0,75		
Limpiar Costado Izquierdo	5,866		
Limpiar Parte Superior	1,204		
Recoger Basura	1,263		
<b>Total</b>	<b>16,083</b>		

Tabla 4, análisis REFA de actividades aplicadas al TPM. Fuente, elaboración propia del alumno.

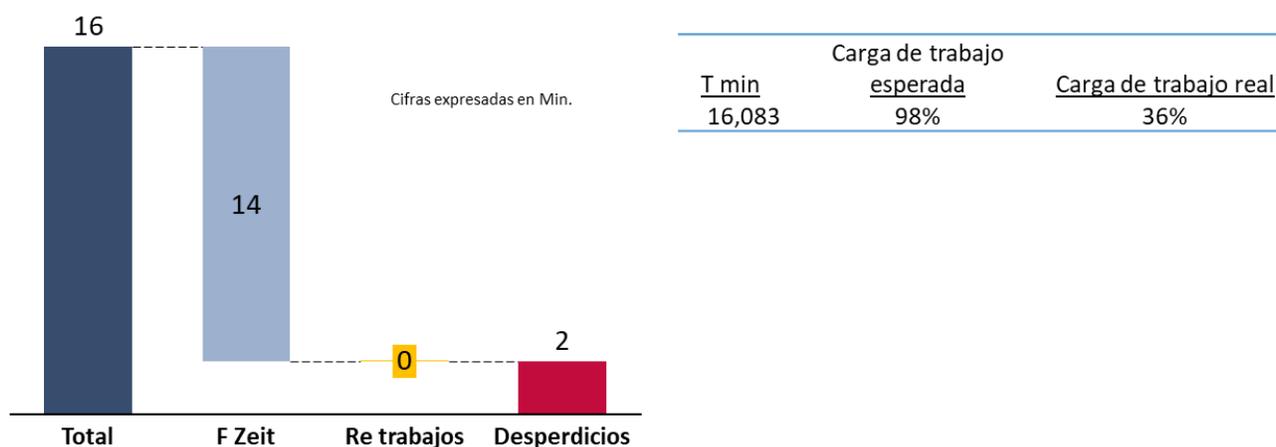


Tabla 5, análisis REFA de actividades aplicadas al TPM. Fuente, elaboración propia del alumno.

En la gráfica anterior se aprecia el tiempo tacto inicial de la operación, una vez realizada la evaluación se ajustan los tiempos de acuerdo con las acciones aplicadas en la estación de trabajo.

Dentro del análisis se determinan aquellas actividades que no agregan valor al producto o proceso, por lo cual se definen medidas para poder mejorar la situación futura por ejemplo los recorridos.

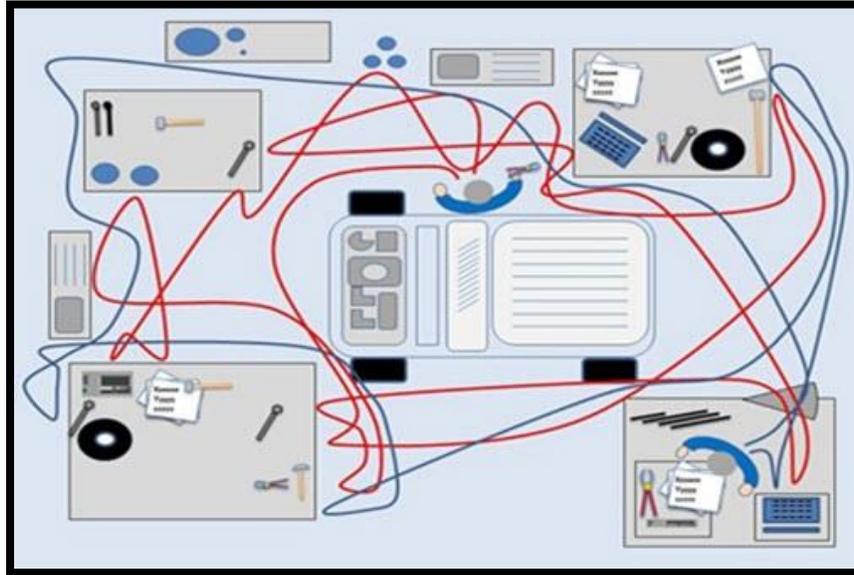


Ilustración 33, diagrama de espagueti de ejemplo de estándar de recorridos. Fuente, sitio web.

### Reducción de los tiempos ciclo.

En el siguiente gráfico se muestra de acuerdo con el análisis los principales desperdicios, de acuerdo con su recurrencia, eso nos brinda un gran panorama de las acciones a seguir para poder llevar a cabo la optimización del tiempo en la estación de trabajo.

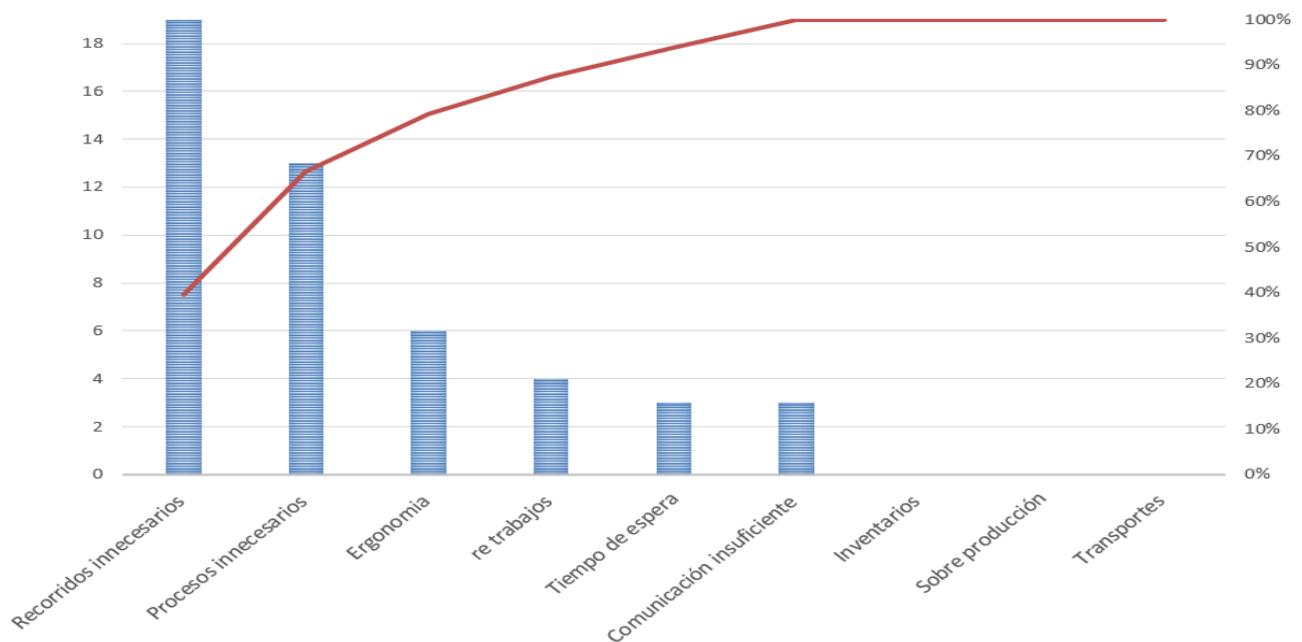


Ilustración 34, gráfico de los desperdicios encontrados con base en el estudio realizado. Fuente, elaboración propia del alumno.

### 7.1.3 Mejorar.

Para llevar a cabo la reducción del tiempo ciclo se requiere considerar los siguientes principios:

- El actual rendimiento siempre es mejorable (“¡Parar significa retroceder! “).
- Métodos para aumentar el rendimiento / reducir el tiempo ciclo (balanceo de actividades).
- Principio de las 4 M: HoMbre, Máquina, Material y Método.
- Eliminación de las variaciones de volumen (rechazo, defectos, cambios de Útil, etc.).
- Separación de operario y máquina (trabajo en paralelo, automatización de las actividades).
- Combinación óptima entre grado de rendimiento y seguridad de proceso.
- Reducir el tiempo ciclo hasta que una zona presente una avería/ falla.
- Eliminar la causa de la avería.
- Repetir tantas veces hasta que el tiempo ciclo sea igual al tiempo tacto (en el caso de líneas encadenadas) o hasta que el sistema no de más de sí (manteniendo la seguridad del proceso) o ya no sea rentable (en caso de fabricación por lotes).

Para el caso del proceso de Ola fase 2 y 3 se enfoca en el aumento de la OEE mediante la aplicación de diversos elementos enfocados en el mantenimiento autónomo.



Ilustración 35, fase 2 y 3 del proceso de mejora continua. Fuente, elaboración propia del alumno.

OEE= factor de disponibilidad x factor de rendimiento x factor de calidad

Aumento de la OEE mediante la aplicación de elementos del mantenimiento autónomo:

## Eliminación de los principales problemas:

### Paso 4

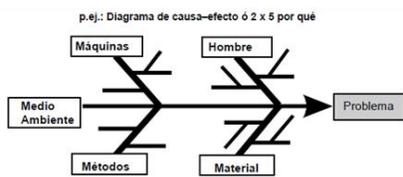
Aplicación de las medidas de mejora y el control periódico de las mismas.

Medida	Quién	Cuándo	Alcance	Medida	Quién	Cuándo	Alcance
Revisión de los estándares de trabajo	Operarios	Diariamente	100%	Revisión de los estándares de trabajo	Operarios	Diariamente	100%
Revisión de los estándares de trabajo	Operarios	Diariamente	100%	Revisión de los estándares de trabajo	Operarios	Diariamente	100%
Revisión de los estándares de trabajo	Operarios	Diariamente	100%	Revisión de los estándares de trabajo	Operarios	Diariamente	100%



### Paso 3

Se requiere determinar las causas del problema.



### Paso 1 (antes del workshop)

Recopilación de datos:

Se requiere información de al menos 1 mes por turno.



### Paso 2 (durante en workshop)

Análisis de datos:

Visualización de los puntos débiles a mejorar.

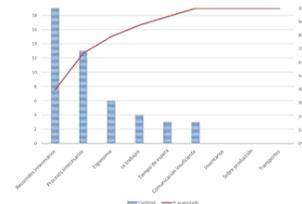


Ilustración 36, pasos para la eliminación de los principales problemas de un proceso. Fuente, elaboración propia del alumno.

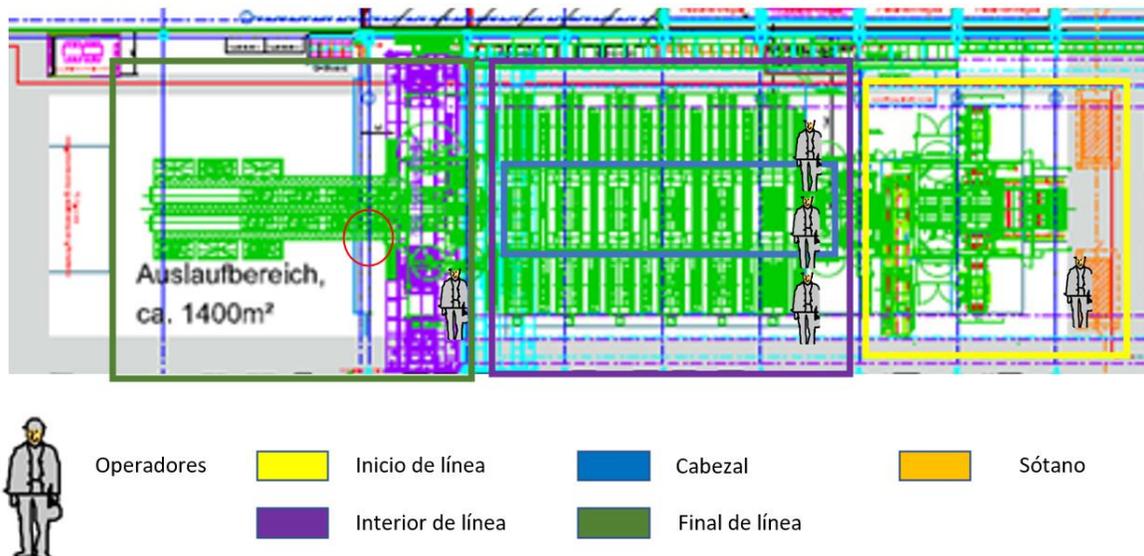
## Optimización del estándar de TPM.

Antes de llevar a cabo algún tipo de optimización en el estándar del TPM debemos preguntarnos lo siguiente:

- ¿La información para realizar el procedimiento está actualizada? (volúmenes, tiempos ciclo, etc.).
- ¿El procedimiento real es igual procedimiento planificado?
- ¿Hay problemas con el concepto actual?

- ¿Hay propuestas para mejorar el TPM actual (técnicas, de personal, de organización, de método)?
- ¿Qué procesos se podrían simplificar a nivel técnico/metódico?
- ¿Qué concepto se puede realizar de forma homogénea?
- ¿Qué actividades del TPM pueden ser realizadas durante la producción? (Tener en cuenta la seguridad laboral).
- ¿Cómo se pueden hacer más transparentes y comprensibles las actividades e informaciones (visualización)?
- ¿Cómo se puede visualizar la información en tiempo real, de forma fácilmente comprensible, con bajo costo?

Aquí se ejemplifica la distribución de las áreas de trabajo de TPM, así como la asignación de los operadores.



*Ilustración 37, segmentación de zonas en la prensa y asignación de operadores para ejecución del TPM. Fuente, elaboración propia del alumno.*

Antes de la optimización:

- 5 operarios para todas las instalaciones.
- No hay asignación clara de las actividades.
- No se tiene definida la frecuencia de la aplicación del TPM.
- No se tiene delimitadas las zonas del TPM.

Después de la optimización:

- Se lleva a cabo la delimitación de las zonas.
- Se genera un estándar con ayudas visuales y una clara explicación de las actividades a realizar.
- Se genera una frecuencia de aplicación de TPM.
- Se comienza con la capacitación de nuevos operarios.

Se observa que durante las actividades los operarios deben abrir puertas para poder observar en el interior la condición en la que se encuentran algunos componentes, como cadenas, así como verificar torques o aprietes en tornillería.

Con base en el análisis se decide colocar ventanillas de inspección, las cuales facilitan la visualización de la condición de los equipos. Así mismo se colocan marcas en la tornillería las cuales reducen tiempo al verificar de forma visual si algún componente tuvo algún tipo de desplazamiento (fuera de posición), lo cual trae consigo una alta reducción de tiempo.



*Ilustración 39, condición inicial antes de la optimización.  
Fuente, elaboración propia del alumno.*

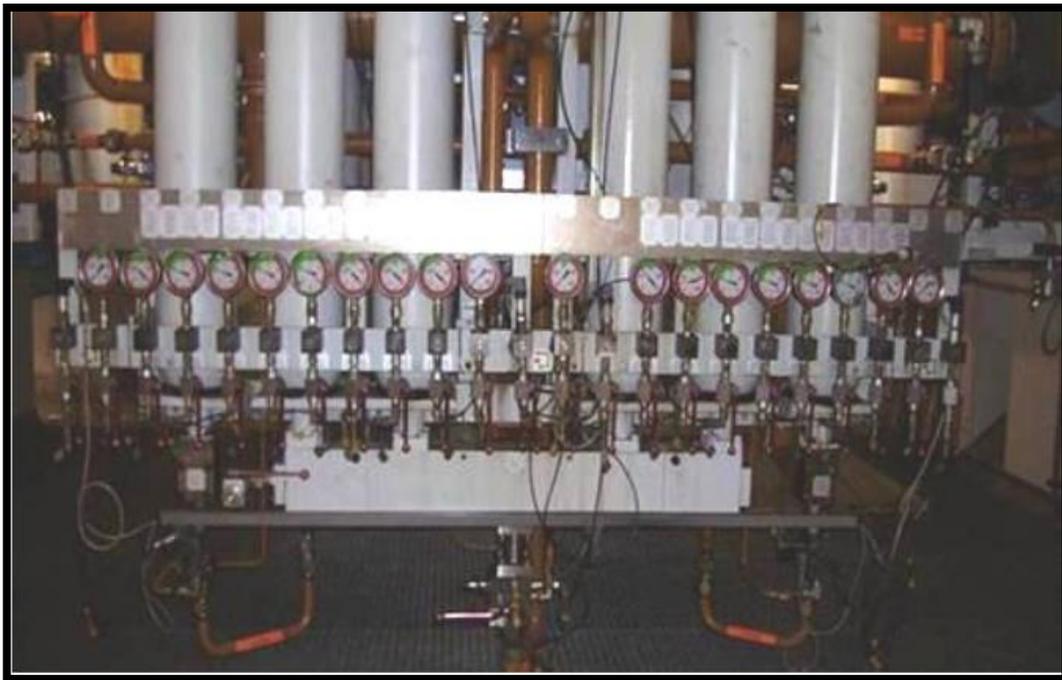


*Ilustración 38, condición una vez aplicada la mejora,  
Fuente, elaboración propia del alumno.*

En el primer caso la puerta imposibilita la inspección visual dentro de la máquina, lo cual forzaba al operador abrir para llevar a cabo la revisión.

Después de la mejora el operador puede dar un vistazo sin la necesidad de abrir la puerta, lo cual reduce el tiempo de la operación.

Por otro lado, se llevó a cabo la centralización de los manómetros (puente de control), esto nos ayuda a reducir recorridos innecesarios, ya que, al contar con la información en un solo punto, podemos realizar una inspección visual en conjunto y con ello tomar decisiones sin tener que desplazarnos por el lugar de trabajo.



*Ilustración 40, Implementación de mejora en medidores de presión para la reducción de recorridos. Fuente, elaboración propia del alumno.*

Aplicación de 5's.

Por medio de la herramienta de 5's se pudo llevar a cabo un mejor control de los objetos y herramientas con las que se cuenta en el área, esto trajo consigo ahorros significativos en tiempo. Se eliminaron todos aquellos objetos innecesarios en el área de trabajo, se creó un nuevo estándar en las estanterías y gavetas, se propició un ambiente laboral con mayor

limpieza y se redistribuyó el área de trabajo en donde cada objeto se ubica lo más cercano al punto de uso.

Todo lo anterior reduce los tiempos de búsqueda, mejora en el almacenamiento de los objetos, reduce y mejora los desplazamientos en el lugar de trabajo.

Entre los beneficios alcanzados tenemos:

- Involucramiento con todos los trabajadores mediante una herramienta eficaz y sencilla.
- Ayudar con la eliminación de los desperdicios.
- Reducir y/o eliminar los riesgos de accidentes.
- Reducir el estrés de los empleados al no tener que hacer tareas frustrantes y/o complejas.
- Mejora de los procesos de comunicación interna.
- Reducir el tiempo de búsqueda de los elementos que se necesitan.
- Suavizar el flujo de trabajo.
- Proveer un proceso sistemático para la mejora continua.
- Menos movimientos y traslados innecesarios.
- Aumentar la fiabilidad de las entregas debido a los retrasos.
- Mejorar nuestra imagen ante los clientes.
- Menor nivel de existencias almacenadas.
- Mejor identificación de los problemas.
- Contribuir a desarrollar buenos hábitos.



Ilustración 41, condición inicial de tuberías. Fuente, elaboración propia del alumno.



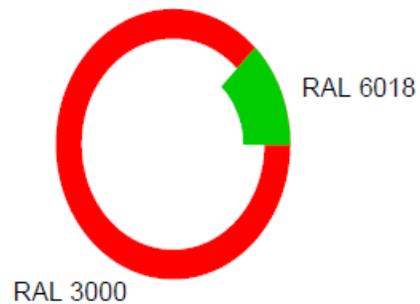
Ilustración 42, condición final, una vez implementada la mejora, la cual impide el daño prematuro y el acumulamiento de polvo y basura. Fuente, elaboración propia del alumno.

Para los puntos que requieren identificación visual para los operadores se determinó colocar ayudas visuales en algunos componentes, como por ejemplo los manómetros, por ejemplo:

La franja de presión estipulada se representa en el color RAL 6018, la franja que esta fuera del rango o parámetro (NOOK) en el color RAL 3000 de acuerdo con la siguiente figura.



Ilustración 43, indicador visual de correcto parámetro de presión. Fuente, Elaboración propia del alumno.



Para los puntos de engrase o aceitado se estipularon ayudas visuales identificando de acuerdo con cada área, el tipo de engrase que se requiere, con la finalidad de poder hacer el uso adecuado de los componentes a utilizar.

El tamaño de los rótulos para los puntos de engrase depende de las dimensiones estructurales por lo que es orientativo.



*Ilustración 44, aplicación de 5'S en estación de trabajo. Fuente, elaboración propia del alumno.*

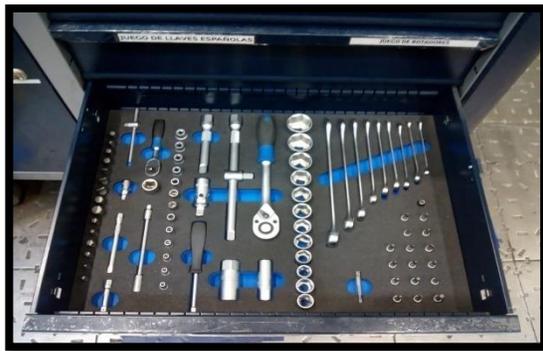
En los armarios de herramientas se colocaron ayudas visuales, así como puertas transparentes, con la finalidad de poder visualizar fácilmente los objetos que ahí se encuentran.

Es de suma importancia poder contar lo más cerca posible con cada uno de estos objetos a la zona de trabajo, ya que esto evitará recorridos innecesarios.

Por otro lado, el poder tener ordenados y clasificados de igual forma ahorrará tiempo, al ser más accesibles.

Aquí se muestra la manera en la que se realizó la reestructuración de los carritos de herramientas, los cuales en todo momento acompañan a los operadores en sus labores.

Para conseguir mayor ergonomía se adaptaron con platillas de fomi con la finalidad de asignar un objeto por espacio, de igual forma se identificaron los espacios con cada una de las herramientas y las características de estas, esto aporta una mejor visualización y facilita el uso de estas.



*Ilustración 45, aplicación de 5'S en carrito de herramientas. Fuente, elaboración propia del alumno.*

Tableros de control:

Con ayuda de los tableros de control se puede visualizar la información más importante para el equipo y sus superiores; es una ayuda para el control y la organización del trabajo en equipo, así mismo se considera una pieza fundamental en la gestión de actividades en la planta de producción, tanto para los colaboradores directos como para la gerencia.

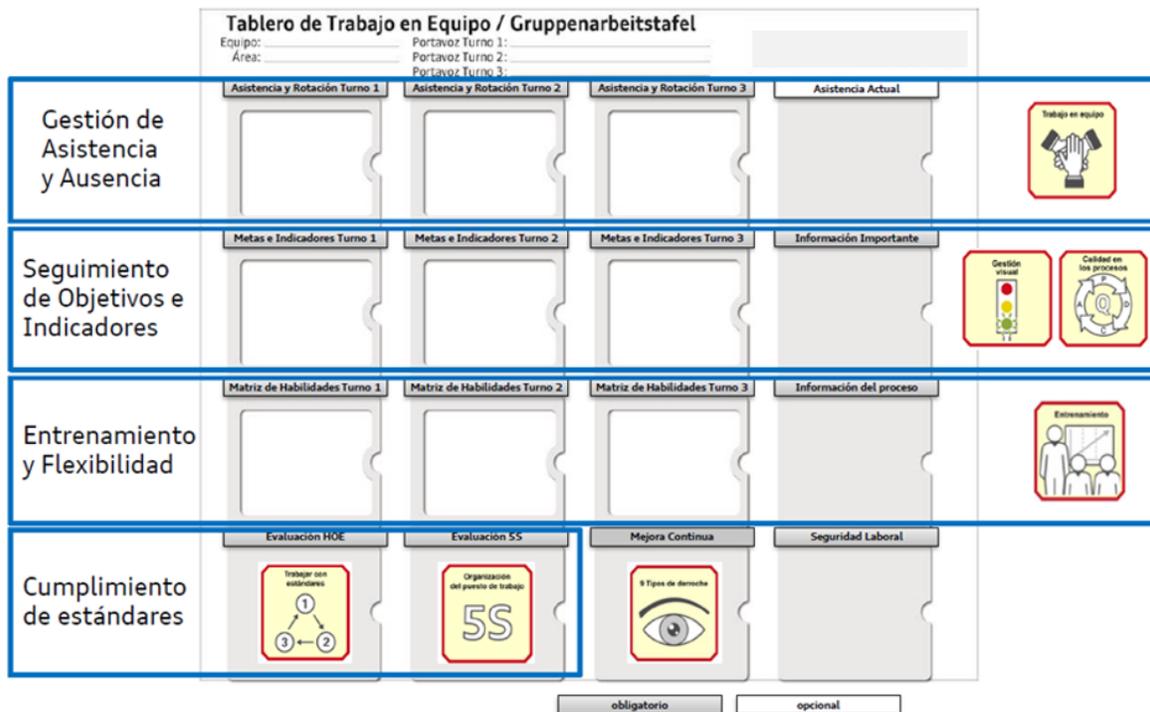


Ilustración 46, lay out de tablero de trabajo en equipo. Fuente, APS, TC.

Para poder alcanzar un mejor nivel de productividad, es requerido poder utilizar no solo los recursos como herramientas o equipos, sino también la mano de obra, ya que ellos son una pieza fundamente. Es por ello por lo que se comenzó con la cualificación de los operadores para actividades del TPM, esto con la finalidad de contar con mayor flexibilidad en las actividades y con ello obtener mejores resultados, así mismo los operadores se sientes valorados, debido a que se les capacita en actividades complejas, las cuales aumentan su nivel de conocimientos.

En el siguiente cuadro se describe el proceso de cualificación de los operadores.

**PROCESO DE ENSEÑANZA**

**MATRIZ DE HABILIDADES**

Etapas de enseñanza		Objetivo	Contenido	Descripción	Actividad del trabajador	Actividad del entrenador
<b>1</b>	1	1.1 Realizar el objetivo del entrenamiento	1.1.1 Realizar el objetivo del entrenamiento	Verificar el estado de trabajo en el momento de la inspección y validar que el colaborador requiere capacitación de acuerdo a nivel de habilidad existente para el puesto de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	1.2 Preparar el área del puesto de trabajo	1.2.1 Preparar el área del puesto de trabajo	1.2.1.1 Verificar el estado de trabajo y que se encuentre en condiciones de trabajo. 1.2.1.2 Preparar el área del puesto de trabajo. 1.2.1.3 Verificar el estado de trabajo y que se encuentre en condiciones de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2</b>	3	2.1 Explicar el contenido del puesto de trabajo	2.1.1 Explicar el contenido del puesto de trabajo	2.1.1.1 Explicar el contenido del puesto de trabajo. 2.1.1.2 Explicar el contenido del puesto de trabajo. 2.1.1.3 Explicar el contenido del puesto de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	2.2 Ejecutar la HCE de forma autónoma	2.2.1 Ejecutar la HCE de forma autónoma	2.2.1.1 Ejecutar la HCE de forma autónoma. 2.2.1.2 Ejecutar la HCE de forma autónoma. 2.2.1.3 Ejecutar la HCE de forma autónoma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>3</b>	5	3.1 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma	3.1.1 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma	3.1.1.1 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma. 3.1.1.2 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma. 3.1.1.3 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	3.2 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma	3.2.1 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma	3.2.1.1 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma. 3.2.1.2 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma. 3.2.1.3 Realizar los pasos de la HCE de forma autónoma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Idioma de grupo:	Firma:	Centro de costos:	No de Grupo:	Rotación Turno:	Fecha de Revisión:	% CPT:	Clasificación:	100%:	% PMA:	Clasificación:
Evaluación en el área:										
Requisito: El colaborador "requiere entrenamiento en este puesto de trabajo" <b>1</b>										
El colaborador se encuentra en "Fase de aprendizaje": <b>2</b>										
El colaborador es "Capaz de llevar a cabo tarea en tiempo y calidad" <b>3</b>										
Resultado para el entrenador: "Es capaz de capacitar otros colaboradores" <b>4</b>										

Ilustración 47, proceso de capacitación y enseñanza. Fuente, APS, TC.

### 7.1.4 Controlar.

La importancia que tiene el control dentro de la organización es crucial, debido a que gracias a ello se puede contar con datos que nos indican la situación del proceso. Nos brinda información de la situación actual, y nos permite poder tomar decisiones inmediatas o futuras. Las acciones implementadas son de suma importancia para poder seguir recabando datos y con ello poder proponer nuevas mejoras.

Es por ello la importancia de la implementación de medios de apoyo como los tableros de control, así como reuniones de equipo donde se involucren diversas áreas.

Se asignaron a su vez responsables para las diversas tareas del TPM, con la finalidad de contar con un líder que tenga como responsabilidad el concentrar información, y poder dar seguimiento a los KPI's de forma estructurada.

Al menos una vez a la semana se tiene reunión con dichos representantes, en donde se presentan los resultados de los datos recabados así mismo en caso de encontrar deficiencias al método, en conjunto replantean las estrategias para poder cumplir con los objetivos.

Gracias a la implementación del control podemos tener un mejor panorama de lo que acontece en el proceso y con base en ello poder llevar a cabo mejor toma de decisiones para proyectos futuros.

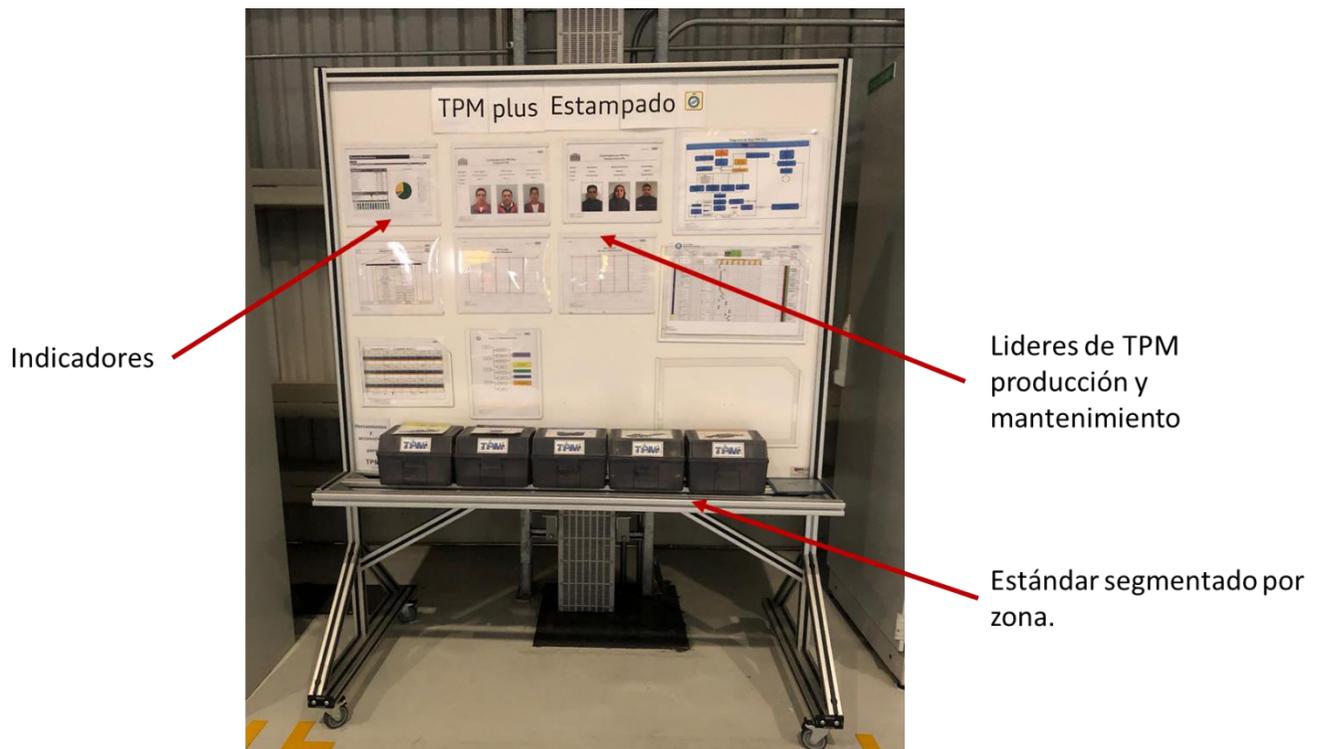


Ilustración 48, ejemplo de tablero de control y trabajo en equipo. Fuente, elaboración propia de la compañía.

*Vale más hacer y arrepentirse, que no hacer y arrepentirse (Maquiavelo).*

## 8.1 Resultados.

Con base en los objetivos fijados y de acuerdo con los KPI's tenemos:

KPI, tiempo de ejecución de TPM:

Antes del WS: 81 hrs.

Después del WS: 56 hrs.

Delta: 25hrs./semana

Lo que representa una reducción en tiempo de 30.1 % semanalmente, lo que equivale en promedio a 1100 horas anuales.

KPI, productividad:

Volumen Ø de producción de piezas en noviembre 2019 (antes de implementación): 70000 piezas.

Volumen Ø de producción de piezas en noviembre 2020 (después de implementación): 130000 piezas.

KPI, presupuesto:

Antes de la optimización se tenía planeado un gasto por concepto de ajuste y puesta a punto, de una secuencia de troqueles con proveedor, con valor aproximado de \$ 50,000 USD.

Hoy en día al contar con 25 hrs. promedio por semana adicionales, ya no es necesario hacer uso del servicio del proveedor, debido a que se puede utilizar las instalaciones de la misma planta, lo que representa un ahorro de \$50000 UDS.

Por otro lado, al contar con mayor tiempo disponible en máquina, es posible poder llevar a cabo montajes de nuevos herramientales, incluso poder atraer nuevos proyectos.

*Si quieres cambiar al mundo, cámbiate a ti mismo (Mahatma Gandhi).*

## 9.1 Conclusión.

Debido a la alta competitividad que vivimos hoy en día en la industria automotriz, se vuelve crucial que las empresas cuenten con sistemas cada vez más robustos, los cuales ayuden a mejorar los índices de productividad. La mejora continua es una herramienta básica para mantenerse por arriba de la competencia o en su caso mantener un nivel óptimo de competitividad, sin dejar de lado la idea de que todo puede ser mejorado.

EL TPS y sus herramientas son un factor clave para el cumplimiento de la mejora, y esto se puede traducir en el aumento de productividad, hacer lo mismo con menos o hacer más con lo mismo.

A lo largo de este proyecto se utilizaron diferentes herramientas de la mejora continua por mencionar algunas:

1. Método Kaizen
2. Análisis de valor
3. Ciclo PDCA
4. Metodología DMAIC
5. Análisis de desperdicios
6. Estandarización de operaciones

La mejora continua debe ser uno de los factores básicos dentro de una organización, así mismo debe ser considerada como uno de los objetivos principales en la búsqueda de alcanzar la máxima calidad y excelencia.

La mejora continua debe ser algo en lo que se tenga involucrado no solo aspectos tecnológicos, sino también el capital humano.

*No hay que ir para atrás ni para darse impulso (Lao Tsé).*

## 10.1 Recomendaciones.

Una vez concluido el proyecto, se debe considerar otros posibles factores que podrían generar impacto positivo o negativo en la productividad de la línea de producción, lo cual puede impactar directamente en el tiempo destinado para producir, y por otro lado el tiempo destinado a las actividades de TPM.

Como recomendaciones a futuros cambios se sugiere lo siguiente:

1. Cambios de ingeniería: el producto o proceso esta propenso a cambios de ingeniería, los cuales pueden repercutir directamente en las capacidades del operador, por un aumento de actividades o en el equipo limitando sus características de trabajo.  
Como consecuencia se deberá evaluar el impacto del cambio y realizar un DMAIC para realizar una implementación correcta del cambio o mejora y que este no repercuta de forma negativa.
2. Aumento o disminución de volumen: La compañía puede aumentar o disminuir el volumen de producción según las necesidades del mercado. Esto tendrá un impacto directo a la saturación de carga en los diferentes puestos de trabajo. Se deberá evaluar si dicho aumento o reducción es temporal o fijo.  
En caso de aumento de volumen se recomienda analizar si es factible contenerlo con los recursos actuales o en su caso se deberá implementar recursos adicionales (temporales o fijos).  
En caso de disminución, si es necesario optimizar puestos de trabajo (temporalmente) para mantener la productividad actual.
3. Es de suma importancia el factor humano, por lo cual se recomienda poder contar con la mayor cantidad de personal capacitado en aspectos mecánicos, eléctricos y electrónicos, con el objetivo de tener mayor flexibilidad en caso de requerir acciones más especializadas.

*Dar el ejemplo no es la principal manera de influir sobre los demás; es la única manera. (Albert Einstein).*

## Bibliografía

- [1] A. Gersheson, «La industria automotriz y su futuro,» 29 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.jornada.com.mx/2020/03/29/opinion/014a1pol>.
- [2] B. Grossman, «La industria de autopartes Mexicana: Reestructuración reciente y perspectivas, México, Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo, UNAM, México,» 1997.
- [3] J. C. Moreno Brid, «"Mexico's auto industry after NAFTA: A successful experience in restructuring?», Working Paper No. 232, The Helen Kellogg Institute for International Studies, University of Notre Dame, Notre Dame, IN.,» 1996.
- [4] V. M. José, «El sector automotriz en el proceso de industrialización en México: aspectos histórico–económicos de su conformación territorial, UNAM, México.,» 1999.
- [5] Á. M. d. Lourdes, « "Cambios en la industria automotriz frente a la globalización: el sector de autopartes en México", en Contaduría y Administración, 206, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, México.,» 2002.
- [6] T. Ohno, «Toyota production System, Productivity Press,» 1988.
- [7] T. Ohno, «Sistema de producción Toyota "Más allá de la producción a gran escala",» 1991.
- [8] Bizneo, «bizneo,» [En línea]. Available: <https://www.bizneo.com/blog/metodo-kaizen/>.
- [9] G. E. D'Elia, «Como hacer indicadores de calidad y productividad en la empresa,» Alsina, 2013.
- [10] R. Jong, «Arbeitswissenschaftlicher,» Heft 1.S, 1954.
- [11] «Biblioteca UDEP,» [En línea]. Available: [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_44\\_176\\_10\\_295.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf).
- [12] UPZ, «Universidad Politecnica de Zacatecas,» [En línea]. Available: <https://estampado394457290.wordpress.com/>.
- [13] «El portal de la gestión, calidad, producción y mejora continua.,» 25 02 2019. [En línea]. Available: <https://www.pdcahome.com/analisis-de-valor/>.
- [14] V. M. J. Antonio, «"Innovación y nuevas estrategias espaciales en el sector automotriz. El caso de la Nissan Mexicana", Revista electrónica de geografía y ciencias sociales 69, Universidad de Barcelona, España.».

[15] V. M. J. Antonio, «"Innovación y nuevas estrategias espaciales en el sector automotriz. El caso de la Nissan Mexicana", Revista electrónica de geografía y ciencias sociales 69, Universidad de Barcelona, España.,» 2000.

[16] [En línea]. Available: <https://estampado394457290.wordpress.com/>.

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1, distribución de plantas automotrices en territorio mexicano. ....	21
Ilustración 2, sobre producción. Fuente APS, TC.....	29
Ilustración 3, sobre inventario. Fuente APS, TC. ....	29
Ilustración 4, tiempos de espera. Fuente APS, TC.....	30
Ilustración 5, transporte. Fuente APS, TC.....	30
Ilustración 6, movimientos innecesarios. Fuente APS, TC. ....	31
Ilustración 7, retrabajos. Fuente APS, TC. ....	31
Ilustración 8, rechazos, fallas y defectos. Fuente APS, TC.....	32
Ilustración 9, talento humano. Fuente APS, TC.....	32
Ilustración 10, sistema de producción Toyota, como entender la función de fabricación. Fuente El sistema de producción Toyota Taiichi Ohno 1991. ....	33
Ilustración 11, las 5's, Fuente APS, TC.....	35
Ilustración 12, círculo DEMING. Fuente APS, TC. ....	36
Ilustración 13, los 5 por qué. Fuente APS, TC.....	37
Ilustración 14, ergonomía. Fuente APS, TC. ....	40
Ilustración 15, análisis MTM. Fuente APS, TC. ....	41
Ilustración 16, estandarización de operaciones. Fuente APS, TC.....	41
Ilustración 17, las 5'S. Fuente APS, TC.....	41
Ilustración 18, balanceo de cargas de trabajo. Fuente APS, TC. ....	42
Ilustración 19, los 9 desperdicios. Fuente APS, TC. ....	42
Ilustración 20, capacitación en puestos de trabajo. Fuente APS, TC. ....	42
Ilustración 21, estabilización de línea de producción. Fuente APS, TC.....	43
Ilustración 22, pilares del TPM. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	47
Ilustración 23, metodología DMAIC. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	51
Ilustración 24, cronograma de actividades de proyecto. Fuente, elaboración propia del alumno.....	52
Ilustración 25, fases del mantenimiento autónomo, Fuente, elaboración propia del alumno.....	55
Ilustración 26, proceso de mejora continua en cascada, Fuente, APS, TC.....	58
Ilustración 27, valor añadido y derroches. Fuente, APS, TC.....	60
Ilustración 28, proceso de fabricación por lotes. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	61
Ilustración 29, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad. ....	62
Ilustración 30, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad. ....	62
Ilustración 31, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad. ....	64
Ilustración 32, hoja de actividades de TPM. Fuente, empresa de autos de lujo, no se indica el nombre por acuerdo de confidencialidad. ....	64

Ilustración 33, diagrama de espagueti de ejemplo de estándar de recorridos. Fuente, sitio web. ....	66
Ilustración 34, gráfico de los desperdicios encontrados con base en el estudio realizado. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	66
Ilustración 35, fase 2 y 3 del proceso de mejora continua. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	68
Ilustración 36, pasos para la eliminación de los principales problemas de un proceso. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	69
Ilustración 37, segmentación de zonas en la prensa y asignación de operadores para ejecución del TPM. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	70
Ilustración 38, condición una vez aplicada la mejora, Fuente, elaboración propia del alumno. ....	71
Ilustración 39, condición inicial antes de la optimización. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	71
Ilustración 40, Implementación de mejora en medidores de presión para la reducción de recorridos. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	72
Ilustración 41, condición inicial de tuberías. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	74
Ilustración 42, condición final, una vez implementada la mejora, la cual impide el daño prematuro y el acumulamiento de polvo y basura. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	74
Ilustración 43, indicador visual de correcto parámetro de presión. Fuente, Elaboración propia del alumno. ....	74
Ilustración 44, aplicación de 5´S en estación de trabajo. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	75
Ilustración 45, aplicación de 5´S en carrito de herramientas. Fuente, elaboración propia del alumno. ....	76
Ilustración 46, lay out de tablero de trabajo en equipo. Fuente, APS, TC. ....	77
Ilustración 47, proceso de capacitación y enseñanza. Fuente, APS, TC. ....	78
Ilustración 48, ejemplo de tablero de control y trabajo en equipo. Fuente, elaboración propia de la compañía. ....	79