

# ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DE DOCUMENTOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DE LA MEJORA CONTINUA EN LA FABRICACIÓN DE ÁRBOLES DE LEVAS EN EL ÁREA DE MAQUINADO PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

**José Morales Lira**

Tecnológico Nacional de México en Celaya

*jose.morales@itcelaya.edu.mx*

**Luis Antonio Hernández Tapia**

Tecnológico Nacional de México en Celaya

*13030198@itcelaya.edu.mx*

## Resumen

En el presente trabajo se habla acerca del control documental que se lleva cabo en una línea de producción en una planta de industria automotriz, así como de las normas a las cuales está certificada la empresa y los lineamientos que se llevan para cumplir con los requerimientos de estas normas. Además se describe de manera detallada las actividades que se realizaron para actualizar documentos importantes en una línea de producción específica, de las mejoras propuestas para el mejor control y manejo de los documentos, así como de los procedimientos que se llevan a cabo para las aceptación de estos por el sistema de gestión de calidad y de la manera del ¿cómo se deben de bajar a la línea? cumpliendo siempre con los lineamientos que exigen las normas. Teniendo en cuenta que se trabajó bajo la metodología de la mejora continua, aplicando algunas de las herramientas que esta ofrece para ir mejorando con el día a día y que la empresa sea competitiva en el mercado tanto para sus clientes como para su competencia.

**Palabra(s) Clave:** Árbol de levas, Mejora continua, Diagrama de Pareto.

## Abstract

*In the present work we talk about the documentary control that takes place in a production line in an automotive industry plant, as well as the standards to which the company is certified and the guidelines that are carried out to comply with the requirements of these rules. It also describes in detail the activities that were carried out to update important documents in a specific production line, the proposed improvements for the better control and handling of the documents, as well as the procedures carried out for the acceptance of these by the quality management system and the way how should they go down to the line? always complying with the guidelines required by the rules. Taking into account that we worked under the methodology of continuous improvement, applying some of the tools it offers to improve with day to day and that the company is competitive in the market for both its customers and its competitors.*

**Keywords:** *Camshaft, Continuous improvement, Pareto diagram.*

## 1. Introducción

En una línea de producción es de suma importancia tener diversos tipos de documentos para facilitar a los operadores sus acciones diarias, así como también el cómo se debe de reaccionar ante situaciones fuera de control, los documentos deben ser los necesarios solicitados por la empresa misma o en dado caso los documentos que el cliente de la empresa solicite. Ahora bien, estos documentos deben de ser actualizados constantemente para evitar que se vuelvan obsoletos y evitar problemas de la línea por no seguir un procedimiento adecuado, y en caso de auditorías evitar se tenga una “no conformidad” o en caso peor una sanción por no tener documentos necesarios y actualizados.

ARBOMEX empresa metal mecánica se dedica a la fabricación de árboles de levas desde la fundición hasta el maquinado de los mismos, de entre sus principales clientes se encuentra Chrysler, Kawasaki y MAZDA.

El problema se presenta en la línea de MAZDA, el cual consiste en una desactualización de documentos requeridos por la misma empresa así como por el cliente, entre los documentos desactualizados se encuentran hojas de proceso,

hojas de método de trabajo estándar y hojas de instrucción e inspección, esto debido al ritmo natural de trabajo.

En el presente artículo se presenta la actualización de ciertos documentos así como algunas mejoras de los mismos que servirán como ayuda para los operadores, los documentos que se actualizaron fueron las “Hojas de proceso”, “Hojas de instrucción e inspección” y “Método de trabajo estándar”, además se actualizaron algunos otros documentos como lo son “Documentos de re-trabajo”, “Documentos de registro”, “Documentos de reacción a condiciones fuera de control” y “Documentos de cambio de modelo” los cuales se presentan más adelante.

Para el estudio se contó con el apoyo, principalmente del Ing. de procesos para la correcta documentación y cambios en los documentos que se estuvieron actualizando, así como también se contó con el apoyo de los operadores y ajustadores que proporcionaron la correcta información de los parámetros y características del proceso. Por otra parte se tuvo el apoyo del departamento de “Gestión de Calidad”, esto para asegurar que los documentos que se actualizaron tengan los elementos necesarios y requeridos por la política de calidad que la empresa maneja, y de esta manera evitar que se tengan no conformidades en las auditorías realizadas a la empresa, tanto por los clientes internos como externos. Como parte de la actualización de los documentos se estuvo trabajando con algunos softwares que se describen más adelante.

## **2. Métodos**

Específicamente el proyecto tuvo lugar en el línea de MAZDA, en donde se manejan 9 modelos de árboles de levas exclusivamente para el cliente MAZDA (figura 1), estos 9 modelos tiene un número de parte, que es definido tanto por el cliente como por la planta (tabla 1).

De los documentos ya mencionados con anterioridad en los que se presenta la desactualización, se deben de modificar algunas características para que estos estén al día con la información más reciente, en tabla 2 se muestran las características que se deben de cambiar en los documentos.

El presente proyecto tiene alcance a todas las líneas en la planta de ARBOMEX en donde requieran el mismo tipo de documentos de la línea MAZDA, teniendo en cuenta que cada línea tiene sus diferentes números de parte dependiendo el cliente que están tengan, además de que es aplicable a todas aquellas empresas de giro automotriz que manejen los documentos tales como hojas de proceso, instrucción e inspección y método de trabajo estándar.

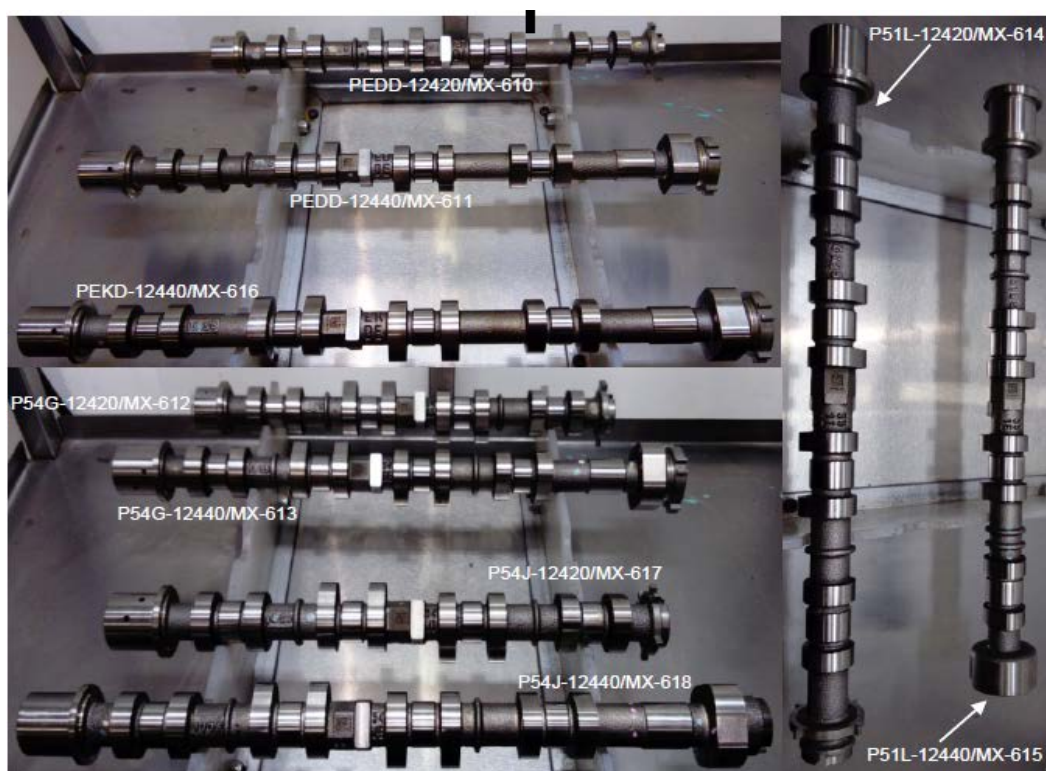


Figura 1 Modelos de árboles de levas MAZDA.

Tabla 1 Números de parte.

No. Parte Mazda	No. Parte ARBOMEX
PEDD-12420	MX-610
PEDD-12440	MX-611
P54G-12420	MX-612
P54G-12440	MX-613
S51L-12420	MX-614
S51L12440	MX-615
PEKD-12440	MX-616
P54J-12420	MX-617
P54J-12440	MX-618

Tabla 2 Características a modificar en los documentos.

DESACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS	
DOCUMENTO	OBSERVACIONES
HOJAS DE PROCESO	Se encontró que las hojas tiene desactualización en los parámetros de la maquina como lo es la presión del aire, presión de hidráulico, tipo de soluble y niveles. Así como en las características de los insumos que son código de identificación, vida útil, velocidad de corte, avance y RPM. Además de las desactualización de los códigos de los documentos relacionados, es decir, si se hace referencia al método de trabajo estándar o a algún instructivo de re trabajo o cambio de modelo. Y la actualización del logo de la empresa.
HOJAS DE INSTRUCCIÓN INSPECCIÓN	Se encontró que las hojas de instrucción inspección presentan desactualización en el logo de la empresa, así como en el nivel del plano del cliente, además se mejoro agregando ítems de inspección visual, donde se debe de revisar que las pieza no presenten golpes, rebaba, rayones así como ver que la pieza presente los barrenos comunicados y que el color de quemado sea uniforme.
MÉTODO DE TRABAJO ESTANDAR	Se encontró que las hojas de método de trabajo estándar tienen desactualización en las imágenes ya que algunas no correspondían a la operación como tal, además de modificar la redacción de algunas de las operaciones ya que no eran entendidas por algunos operadores.
INSTRUCTIVOS DE CAMBIO DE MODELO	Se encontró que estos documentos tiene una desactualización en el logo de la empresa, además de que se les realizo la transición a la nueva norma IATF, que consistía en modificar la parte de normatividad/marco legal agregando la clausula de la nueva norma dependiendo del tipo de instructivo, así como en la parte de alcance que se debió de modificar a "unidad de negocio operativa planta mazda" y en la parte de instrucciones generales se agrego responsables en cada actividad.
INSTRUCTIVOS DE RE TRABAJO	Se encontró que estos documentos tiene una desactualización en el logo de la empresa, además de que se les realizo la transición a la nueva norma IATF, que consistía en modificar la parte de normatividad/marco legal agregando la clausula de la nueva norma dependiendo del tipo de instructivo, así como en la parte de alcance que se debió de modificar a "unidad de negocio operativa planta mazda" y en la parte de instrucciones generales se agrego responsables en cada actividad.

Como limitación se encuentra el gasto extra que se pudiera generar para la impresión de los documentos de la línea con un servicio externo a la empresa, ya que no cuenta con algún dispositivo para imprimir cierto tipo de tamaños de hojas. Además la empresa no puede compartir información de sus procesos a otras empresas, esto por la política de privacidad con la que cuenta ARBOMEX.

La adopción de un sistema de gestión de calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de calidad de una organización están influenciados por:

- El entorno de la organización.
- Sus necesidades cambiantes.
- Sus objetivos particulares.
- Los productos que proporciona.
- Los procesos que emplea.
- Su tamaño y la estructura de la organización.

Los requisitos del sistema de gestión de calidad especificados en la norma internacional son complementarios a los requisitos para los productos. La información identificada como NOTA se presenta a modo de orientación para la comprensión o clarificación del requisito correspondiente. La norma internacional puede ser utilizada para partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los legales y los reglamentarios aplicables al producto y los propios de la organización. En el desarrollo de la norma internacional se han tenido en cuenta los principios de gestión de calidad enunciados en las normas ISO 9000 e ISO 9004 (ISO/TS: 16949, 2009).

La mejora continua es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como sabemos, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente (López, 2007).

Viéndolo desde este punto de vista, una de las principales ventajas de tener un sistema establecido de Mejora Continua es que todas las personas que participan en el proceso tienen capacidad de opinar y proponer mejoras lo que hace que se identifiquen más con su trabajo y además se tiene la garantía que la fuente de información es de primera mano ya que quien plantea el problema y propone la mejora conoce el proceso y lo realiza todos los días, incluyendo al cliente mismo ya que de igual manera él es capaz de proponer mejoras enfatizando del cómo quiere que se haga su producto en específico (Flores L. E., 2015).

Cabe mencionar que la calidad va ligada con la mejora continua y esta puede llevarse a cabo con la ayuda de las siete herramientas básicas de la calidad. Estas herramientas se caracterizan por su fácil comprensión y sencilla aplicación. Otra característica importante de estas herramientas es la capacidad de integración entre sí, facilitada por su compatibilidad, lo que lleva a multiplicar los resultados.

La clasificación de las siete herramientas de la calidad son las siguientes:


- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Ishikawa.
- Histograma.
- Gráfico de control.
- Diagrama de dispersión.
- Hoja de recogida de datos.
- Estratificación de datos (Arbós, 2012).

Haciendo el barrido de los documentos en la línea, se encontró que algunos documentos se encuentran desactualizados e incluso existen algunos que no se encuentran en la línea y que estos deberían de estar por política de la empresa, pero se encontró que los documentos que sufren una mayor desactualización son:

- Hojas de instrucción e inspección (figura 2).
- Hojas de proceso (figura 3).
- Hojas de método de trabajo estándar (figura 4).

HOJA DE INSTRUCCION DE INSPECCION				ULTIMO NIVEL PLANO CLIENTE				CAMBIOS			
NOMBRE PARTE:		CLIENTE:		No. PARTE CLIENTE:		No. PARTE FABRICA:		REV.	ANTERIOR:	FECHA:	APROB.
ILUSTRACION DE INSPECCION											
ITEM	CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	INST. DE MEDICION	INSTRUCTIVO	CLAS.	INSP. OPERARIO		TIPO DE REGISTRO		NOTAS :	
						FREC. IND.	FREC. REG.	CARTA	HOJA DE REG.		
ELABORO: REVISO: Vo. Bn. ASEG. CALIB.		CODIGO: _____ NIVEL DE REV: _____		OPERACION No. _____ NIVEL MIN. DE OPER:		<b>ARBOMEX</b>					
FIG-009		EMISION: NOVIEMBRE 15 REVISION: FEBRERO 17		REV: 3							

Figura 2 Modelos de árboles de levas MAZDA.

HOJA DE PROCESO		OPER:		MAQ:							
DESC:		CLIENTE:		No. PARTE CLIENTE:		No. ARBOMEX:		NIVEL:			
ILUSTRACIÓN DE DISPOSITIVOS Y HERAMENTALES				HTAS, HTALES Y DISPOSITIVOS				PARAMETROS			
				No.	NOMBRE	DISEÑO	CODIGO	PRINC/CAMBIO	No.	CARACTERÍSTICAS	ESPECIF.
SECUENCIA DE OPERACIÓN		AJUSTE Y RECOMENDACIONES DE MAQ.		REV.	CAMBIO		FECHA	APROBO			
											
CODIGO: _____				ELABORO: _____							
NIVEL DE REV. _____				REVISO: _____							
CDPA CONTROLADA No. _____				PRE-AJUSTE _____							

FORM-001 EMISION: ABRIL '18 REV. 4

Figura 3 Hoja de proceso.



Metodo de Trabajo Estandar			
			
PLANTAFRUITO	FECHA DE EMISION	Indica Punto de Verificación Visual de Calidad	
PROPIETARIO DEL DOC.	NO. DE REVISION	Indica Punto de Verificación de Seguridad	
NO. DE CONTROL	FECHA DE REVISION	Indica punto de Verificación de Limpieza	
LINEA / CELDA		CONTROL DE CAMBIOS	
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		REVISION	FECHA
NO. DE MAQUINA		DESCRIPCIÓN	
		RESPONSABLE	
AYUDAS VISUALES			
SECUENCIA DE OPERACIONES DE LA LINEA			
Op. 10 → Op. 20 → Op. 30 → Op. 40 → Op. 50 → Op. 55 → Op. 60 → Op. 65 → Op. 70 → Op. 80 → Op. 85 → Op. 90 → Op. 95 → Op. 100 → Op. 105 → Op. 110 → Op. 120 → Op. 130 → Op. 140 → Op. 150 → Op. 160			
APROBACIONES			
Sup. de Producción	Ing. de Educación	Jefe de Calidad	
Nombre y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma	

Figura 4 Hoja de método de trabajo estándar.



Una vez que se encontró los documentos en los cuales se deberá trabajar se procedió a identificar los elementos que se deben de actualizar en cada uno de los documentos, asegurando que los cambios se harán de acuerdo al procedimiento establecido por la empresa para modificación de documentos. Cabe mencionar que los documentos tiene un código de identificación en el sistema de gestión de calidad (ARBOMEX, Anexo 1 PGC7-001 "Listado de documentos controlados", 2017), las hojas de instrucción e inspección tienen el código DHI (Documento Hoja de Instrucción inspección), las hojas de proceso tienen el código DHP (Documento Hoja de Proceso) y los métodos de trabajo estándar tienen el código MTE (Método de Trabajo Estándar). Por otra parte cada uno de los documentos debe de estar en un formato específico (tabla 3), esto para tener un estándar en toda la planta y para que solamente cambie el contenido dependiendo el área de producción.

Tabla 3 Formato de documentos.

Documento	Formato	Descripción
Hoja de instrucción e inspección	FIG-019	Formato de Ingeniería del producto general
Hoja de proceso	FOM-004	Formato de Ingeniería de procesos maquinado
Método de trabajo estandar	FPM-008	Formato de producción maquinado

Antes de mencionar las actividades que se realizaron para la actualización de los documentos, cabe mencionar el procedimiento que se siguió para que los documentos se incorporaran a la línea de manera legal y legítima (ARBOMEX, Manual de Sistema de Gestión de Calidad, 2017). Como primer paso es hacer las modificaciones necesarias en el documento para mantenerlo al día, una vez ya modificados se realiza una revisión por parte del Ing. de procesos de la línea para que apruebe el documento y lo firme, posteriormente se pasa al Gerente de la línea para que de igual manera apruebe el documento y lo firme, y en caso de ser necesario también deberá pasar por el Jefe de calidad para que de igual manera apruebe y firme el documento. A continuación se realiza una difusión en la línea involucrando a todos aquellos a los que les afectara el cambio del documento a modificar llamándose operador, ajustador, supervisor, calibrador y gente de calidad. Una vez realizada la difusión se prosigue a pedir una "solicitud de cambio" del documento que se está modificando, esto se realiza en la plataforma con la



Finalmente, ya con las copias actualizadas y aseguradas de que siguieron su procedimiento adecuado, se le entregan al supervisor de la línea para que este firme de recibido y se incorporen los documentos actualizados a la línea de producción. La lista de distribución de documentos controlados se regresa al personal de gestión de calidad ya firmada para que se quede como evidencia de que los documentos ya fueron entregados.

El procedimiento se debe de seguir cada que a un documento se le quiera realizar un cambio en cualquiera de los elementos que el formato contenga o en dado caso siempre que ya sea necesario revisar el documento para tenerlo actualizado. Para estos tipos de documentos se tienen que estar revisando cada 2 años, esto si no se les realiza alguna modificación anterior.

La manera en que se priorizó cuales documentos se actualizarían primero fue en base a la importancia que estos tiene en la línea y en el personal de trabajo y el que tan inconformes están con estas hojas desactualizadas, se sabe que las Hojas de Instrucción e Inspección sin fundamentales debido a que en ellas se plasman las características y tolerancias de la pieza para sacar un producto de calidad. Para esto se realizó un diagrama de Pareto (figura 6) para tomar la decisión de que efectivamente las Hojas de Instrucción e Inspección deben de ser los primeros documentos en actualizarse.

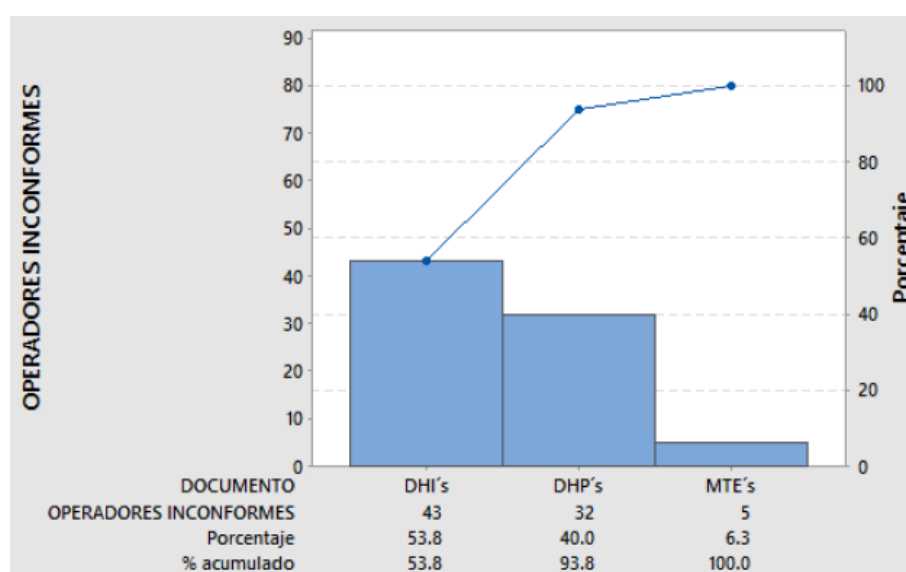


Figura 6 Diagrama de Pareto.

Como se puede observar en figura 6, se afirma que los documentos más críticos de la línea son las Hojas de Instrucción e Inspección, por lo cual son las primeras que se actualizarán para la incorporación a la línea. Después de estas seguirán las Hojas de Procesos y finalmente se terminara con los Métodos de Trabajo Estándar.

### **3. Resultados**

Continuando con la metodología de la mejora continua esta parte es el verificar, en esta sección se checan los resultados obtenidos con las actividades realizadas ya sea tanto para bien o para mal. Con base a esto teniendo los documentos ya posteados en la línea se realizó un análisis con los operadores del que tan conformes quedaron con las hojas actualizadas y se encontraron varios puntos de vista. Varios operadores tenían duda de la interpretación de los elementos nuevos que se agregaron a las hojas, a ellos se les explicó la manera del cómo se trabajaría con esas hojas. Algunos hicieron observaciones en el método de trabajo estándar, ya que se postearon en un lugar muy poco visible y en algunas operaciones las fotos de las secuencias de las actividades no correspondían a las de la operación como tal, a esto se cambió el lugar donde se postearon los métodos a manera que estuvieran en un lugar más visible, en cuanto a las fotos se trabajó con un ajustador para tomar las fotos correctas y modificar el método para dejarlo de manera correcta. Algunos otros quedaron muy conformes con la actualización de los documentos. Para ello se realizó una tabla donde se plasmó el personal conforme o no conforme con la actualización de la documentación (tabla 4) y una gráfica del resultado de este trabajo (figura 7).

Tabla 4 Personal conforme y no conforme.

DOCUMENTO	OPERADORES CONFORMES	OPERADORES INCONFORMES
DHI's	73	7
DHP's	69	11
MTE's	57	23

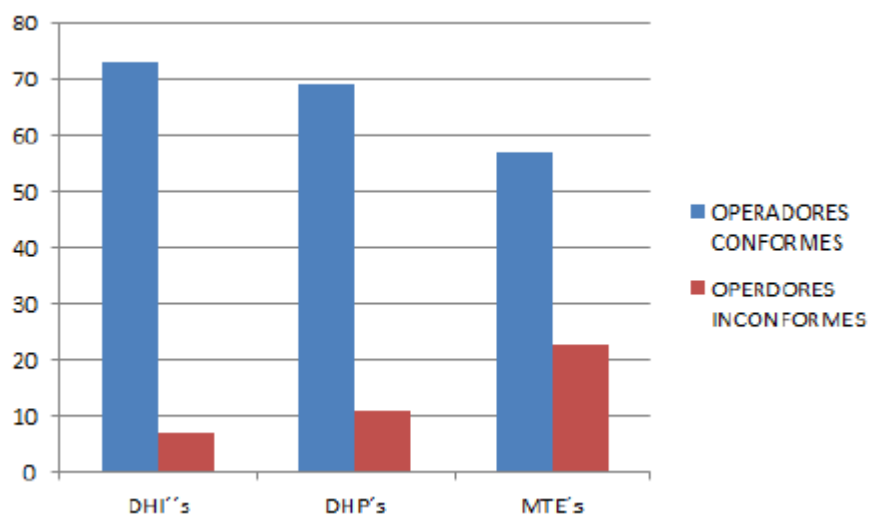


Figura 7 Personal conforme y no conforme.

Como resultado decimos que el grado de satisfacción de los operadores es bueno, se cuenta con algunos detalles pero son mínimos, por lo que se dice que el proyecto es satisfactorio.

En cuanto a los programas utilizados fueron:

- AUTOCAD: este programa se utilizó para la actualización de los documentos como fueron las hojas de instrucción e inspección y las hojas de proceso, además de utilizarlo para visualizar los modelos de las piezas y agregarlos a los documentos anteriores.
- EXCEL: este programa se utilizó para los métodos de trabajo estándar, además de que fue en donde se crearon varios de los formatos para la línea, como el FPM-035, FPM-013 y las tablas de los cambios hechos en las hojas de proceso y hojas de instrucción e inspección.
- WORD: aquí es donde se actualizaron algunos documentos para la línea, como los DIO's.
- POWER POINT: aquí se hicieron algunas ayudas visuales para los operadores, además de ser donde se hicieron presentaciones para las juntas del departamento.

- MINITAB: se apoyó en este programa para realizar el diagrama de PARETO y el análisis de cómo identificar cual documento se actualizaría primero.

#### **4. Discusión**

Se ha observado que la documentación en la línea es un aspecto sumamente importante, ya que es donde se tiene sustentado los procedimientos y reacciones que se deben de seguir en la línea de producción, estos documentos tanto como para gente de calidad y manufactura son importantes, pero juega un papel más importante para la gente de producción, ya que ellos son quienes deben de producir las piezas día a día y generar el menor scrap posible.

La tecnología está avanzando continuamente, sobre todo en la industria automotriz, y por ende todas las empresas de este ramo deben de estar al día con esas nuevas tecnologías, además de mantener siempre actualizados los documentos indispensables para la línea.

La empresa ARBOMEX siempre se ha empeñado para estar al margen de la industria automotriz, por ello se dice que es altamente competitiva y comprometida con su trabajo.

Finalmente para el proyecto se concluye que la actualización de los documentos es una parte importante para la línea, ya que son documentos que el operador maneja día a día y por lo tanto deben de estar actualizados. En cuanto al posteo y la entrega de los mismos se tuvo una buena respuesta de los operadores, lo cual se considera como satisfactorio, claro se encontraron algunos detalles pero se trabajará en ellos para poder mejorar con el día a día y continuar con esto de la metodología de la mejora continua.

Como dice la metodología de mejora continua del círculo de Deming el último paso es el actuar, lo cual consiste en tomar las decisiones adecuadas ya una vez teniendo los resultados de las actividades y así continuar con este círculo de la mejora continua. Finalmente se dice que es de suma importancia el tener los documentos siempre actualizados, como recomendación es que se debe de prestar mucha atención para ver la frecuencia con que se actualizan, además de

estar al pendiente de los cambios que el cliente puede hacer para actualizar los de la línea de la manera más rápida posible. Por otra parte también es importante tomar en consideración las opiniones de los operadores para la mejora de estos documentos, ya que ellos son quienes deben de tener esta información para sacar la producción del día a día.

## **5. Bibliografía y Referencias**

- [1] Arbós, L. C. (2012). *Gestión de la calidad total*. Ediciones Díaz de Santos.
- [2] Flores, L. E. (2015). *Metodología de mejora continua enfocada al cliente y su aplicación en el desarrollo de proveedores PYME*.
- [3] (IATF: 16949), I. A. (2016). IATF: 16949 "Norma del Sistema de Gestión de la Calidad Automotriz".
- [4] (ISO/TS: 16949), I. O. (2009). ISO/TS: 16949 Sistema de gestión de calidad.
- [5] (ISO 9001), I. O. (2015). ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad-Requisitos.
- [6] López, I. G. (2007). *Evaluación y mejora continua: conceptos y herramientas para la Medición y Mejora del Desempeño*. ITSON.