



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CUAUTITLÁN
IZCALLI

Organismo Público Descentralizado del Estado de México

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

**“IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL PPAP DENTRO DE UNA EMPRESA
METAL MECÁNICA.”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE
LA CALIDAD**

P r e s e n t a:

Ramón Alejandro Parra Galeana

DOCENTE:

Juan Víctor Bernal Olvera, PhD.

Cuautitlán Izcalli, Estado De México, agosto de 2022

"2022. Año del Quincentenario de Toluca, Capital del Estado de México".

Cuautitlán Izcalli, Estado de México a 15 de agosto de 2022
TESCI/DIDT/114/VIII/22

DIRECCIÓN ACADÉMICA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
COORDINACIÓN DE POSGRADO

INGENIERO
RAMÓN ALEJANDRO PARRA GALEANA
PRESENTE

Por este conducto me permito informarle que puede proceder a la digitalización del Trabajo de Tesis titulado:

"IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL PROCESO PPAP"

Ya que la comisión encargada de revisar el trabajo que se presenta para efectos de titulación, han dado su autorización conforme a lo estipulado en el Lineamiento para la operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.

Sin nada más que agregar, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE



MTRA. ROCÍO ORTEGA JIMÉNEZ
DEPARTAMENTO DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
COORDINACIÓN DE POSGRADO

c.c.p. Archivo
Departamento de Titulación
Expediente del alumno



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y NORMAL
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CUAUTITLÁN IZCALLI

Con este proyecto se cierra una parte de mi vida personal y académica y me es muy grato rendir honores a:

Ing. Ana Karen Perales Palma.

Por apoyarme siempre y por caminar a mi lado, por ser mi colega, mi amiga, mi esposa y el pilar más grande de mi vida, por nunca dejarme caer y por ser impulsarme a ser día a día una mejor versión de mí mismo. “Contigo podré todo. Sin ti, no quiero nada”. Gracias, ¡Te amo!

Sra. Francisca Galeana Rivera y Sr. Fernando Parra García.

Por nunca dejar de confiar en mí, por acompañarme con la frente en alto en mis peores decisiones y sonreír en las mejores. Amados padres gracias a ustedes “Vine, vi y vencí”.

Lic. Ehecatl Fernando Parra Galeana, Lic. Viridiana Parra Galeana, Ing. Kaneck Xicotencatl Parra Galeana, Lic. Rogelio Samael Navarrete Parra, Carmen Valentina Luna Parra, Camila Geraldine Téllez Parra, Matías Parra Téllez y Enrique Parra Mayen.

Por demostrarme que no importa que tan grandes sean los obstáculos en el camino, siempre podremos librarlos si estamos juntos como la gran familia que somos. Nuestros padres nos mostraron que no importa iniciar en cero, lo importante es luchar y nunca dejar de hacerlo.

Lic. Rocío Ortega Jiménez

Por confiar en mí cuando nadie me dio una mano, por apostar al caballo más rezagado y hacerlo llegar a la meta. El sistema educativo me ofreció una maestra y la vida me dio una amiga de por vida, ¡Gracias Rocío!

Phd. Juan Víctor Bernal Olivera

Por impulsar mi carrera a niveles que no creí poder llegar, por retarme a hacerlo, por apoyarme y, sobre todo, ¡Por ser un gran ser humano!

Gracias a todos los que impulsaron de cualquier forma mi camino, porque a pesar de ellas y por ellas, llegué.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
JUSTIFICACIÓN	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO.....	14
Fundamentos de APQP.....	16
Organización del equipo de APQP	17
CAPITULO II. MARCO CONTEXTUAL.....	23
Objetivo.....	23
Alcance.....	23
Responsabilidades.....	24
Es responsabilidad del Gerente de Excelencia Operacional:	24
Es responsabilidad del Área Comercial:	24
Es responsabilidad de Ingeniería.	24
Es responsabilidad de Operaciones.	25
Es responsabilidad del Equipo Multidisciplinario:	25
Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.	25
Diseño y desarrollo del proceso.....	26
Validación del producto y proceso.....	29
Retroalimentación, Evaluaciones y Acciones Correctivas.....	32

Proceso de PPAP en la empresa metalmecánica.	33
Desglose de requisitos (antes de COVID).....	34
Tiempos destinados al Proceso del PPAP.	39
CAPITULO III. DESARROLLO.	41
(CAD/CAM).	41
MÁQUINA DE MEDICIÓN DE COORDENADAS (CMM).	43
Homologación de software estadístico.	44
Desglose de requisitos (durante COVID).....	44
CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA MEDICIÓN	53
CAPITULO V. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.	58
CONCLUSIONES.	60
BIBLIOGRAFIA.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Etapas de la metodología APQP.	19
Figura 2.1 Ciclo del APQP en la empresa.	25
Figura 2.2 Carpeta de Requisitos PPAP en la empresa.	33
Figura 2.3 Análisis del Sistema de Medición (ANOVA).....	35
Figura 2.4 Análisis del Sistema de Medición.....	36
Figura 2.5 Resultados Dimensionales.	36
Figura 2.6 PSW.	39
Figura 3.1 Software Minitab.	44
Figura 3.2 Meet inicial.	45
Figura 3.3 DFMEA.....	46
Figura 3.4 Diagrama de flujo.	46
Figura 3.5 AMEF.	47
Figura 3.6 Control Plan.....	47
Figura 3.7 Análisis del MSA con Minitab.....	48
Figura 3.8 Resultados dimensionales.	49
Figura 3.9 Sixpack de proceso.	49
Figura 3.10 Cp y Cpk.....	50
Figura 4.1 Datos para análisis en Minitab.....	56
Figura 4.2 Prueba t de 2 muestras.	56
Figura 4.3 Opciones de prueba.	57
Figura 4.4 Resultados Minitab.	57
Figura 5.1 Valor p.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de Responsabilidades de la Planeación de la Calidad del Producto....	24
Tabla 2.2 Responsabilidades del PPAP en la empresa.	32
Tabla 2.3 Tiempos de PPAP 2019.....	40
Tabla 2.4 Tiempos de PPAP 2020.....	40
Tabla 4.1 Tiempos de PPAP 2021.....	53
Tabla 4.2 Tiempos de PPAP 2022.....	54

INTRODUCCIÓN

En la Industria metalmecánica la integración de cualquier producto es muy costosa y requiere de grandes inversiones por lo regular; el mercado es muy competitivo y requiere de una buena calidad en sus productos y no se pueden dar el lujo de entregar a sus clientes productos defectuosos; en varias circunstancias los productos implican el requerimiento de 0 defectos contra especificaciones, ya que el ensamble o su utilización implica el riesgo de vidas humanas; debido a lo anterior descrito, las industrias se vieron en la necesidad de crear una metodología con la cual pudieran asegurar la calidad de sus productos. Fue entonces cuando las industrias automotrices, dentro ellas FORD, DIME CHRYSLER, GMC, crearon una normatividad denominada QS-9000 con la cual pudieran preservar la calidad del producto, dentro de esta se generó un apartado denominado APQP (Advanced Planning Quality Product) ó Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, en donde mediante esta guía, se lleva a cabo el desarrollo de un nuevo producto en este caso automóviles. Como la metodología fue desarrollada específicamente para la industria automotriz, se consideramos que sería de gran ayuda para la Industria Metalmecánica, y es por eso que hemos desarrollado este material practico, con el fin de mostrar cómo llevar a cabo la metodología, así como las sugerencias de herramientas de apoyo con las cuales se pueda acelerar y asegurar su implementación a la forma de trabajo de cualquier empresa del ámbito metalmecánico (Palacios López & Gisbert Soler, 2018).

Con ello se pretende asegurar la calidad de los productos, otorgarle una manera sistemática y ordenada de trabajar a las industrias metalmecánica, sean pequeñas o grandes corporativos, para con ello identificar errores en la integración de nuevos productos en cualquier parte del desarrollo y buscar así la interacción de las áreas que componen las empresas, mejorando la comunicación entre ellas y dando una mejor perspectiva del trabajo de cada una, otorgándole el conocimiento de

la importancia de su trabajo a los integrantes del equipo de desarrollo del producto.

El APQP cuenta con 5 fases, estas son:

1. Planeación y definición del programa.
2. Diseño y desarrollo del producto.
3. Diseño y desarrollo del proceso.
4. Validación del producto y del proceso.
5. Retroalimentación, evaluación y acciones correctivas.

El proceso de aprobación de partes para producción (PPAP) está contenido en la cuarta fase del APQP y es principalmente lo que compete al presente trabajo.

Para ser considerado un proveedor confiable, se requiere de una aprobación previa por parte del cliente, acordando que se ha cumplido con todas las especificaciones del cliente en el producto o proceso acordado. Esta aprobación debe documentarse de tal manera que sea un respaldo tanto para el cliente como para el proveedor.

El documento o acuerdo entre ambas partes tiene esa función es el PPAP o Proceso de Aprobación de Partes para Producción (Production Part Approval Process). El cual contiene toda la documentación relacionada con el proceso de aprobación de un producto en particular.

Los principales objetivos del Proceso de aprobación de partes para producción (PPAP) son:

- Mantener la integridad del diseño de producto demostrando el cumplimiento de las especificaciones.
- Demostrar que el proveedor ha implementado las acciones del plan de calidad necesarias para asegurar el cumplimiento sobre la producción del producto.
- Documentar la aprobación del producto por ambas partes, cliente y proveedor.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto del uso de la tecnología en el proceso del PPAP en una empresa metalmecánica durante pandemia COVID-19.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Esquematizar el proceso del PPAP.
- Contextualizar las herramientas que se utilizaron.
- Documentar los cambios en el proceso.
- Evaluar el impacto la tecnología en la evolución del proceso.
- Comparar los resultados antes y durante COVID 19.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto medirá el impacto del uso de la tecnología y las herramientas que de forma innovadora se usaron durante la pandemia COVID para garantizar el proceso del PPAP en una empresa metalmeccánica, esto anterior para dar cumplimiento con los requisitos que los clientes demandan de los productos que se fabrican en esta empresa.

La evaluación de las actividades que evolucionaron a raíz de la pandemia es de vital importancia, ya que pondrá en contexto cómo se realizaban las actividades cotidianas de una empresa metalmeccánica y cómo se realizan con la llegada del COVID 19.

Al ser la COVID 19 un hecho sin precedentes, el conocimiento que se generó a raíz de esto, es menester de medición y evaluación. Lo anterior, evidenciará la capacidad de adaptación de la industria y del trabajador dentro de la misma, de igual forma resultará interesante documentar los cambios en las actividades y las herramientas que se tuvieron que adaptar para poder seguir cumpliendo con la producción de insumos para los clientes. Independientemente de favorecer a una cadena de valor que implica proveedores, servicios, transporte, logística, etc. Y con ello coadyuvar con la economía, misma que resultó afectada de forma exponencial.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa metalmecánica afecta al presente proyecto, es proveedora de productos para la generación de energía (plantas de energía eléctrica) y material médico (respiradores) y de componentes automotrices. A raíz del inicio de la pandemia COVID-19, se tuvo que replantear nuevos métodos y sistemas en todos los procesos de la cadena productiva, seguridad e higiene, producción, ingeniería, calidad, almacén, etc. Adecuándose a los requerimientos y requisitos de calidad, sin dejar de salvaguardar la salud de los trabajadores.

El área de Calidad en esta empresa metalmecánica participa en el desarrollo de un proceso que se denomina APQP, que corresponde al nombre de la metodología estructurada para el desarrollo de productos y servicios.

El proceso del PPAP es una de las fases que debe cumplirse del APQP. Es un manual que se encarga de establecer el proceso de aprobación para las piezas que serán usadas en la producción, es decir define la metodología que se va a seguir para verificar si las piezas cumplen con ciertos requisitos mínimos de calidad (Palacios López & Gisbert Soler, 2018).

Para el desarrollo del PPAP en la empresa metalmecánica afecta al proyecto, se utilizaban métodos que, sin ser incorrectos, no estaban diseñados para una pandemia con las características del COVID 19, por tanto, fue necesario innovar en las herramientas que debían utilizar, que implicaban el uso de software, equipo y métodos de comunicación instantáneos.

Esas herramientas y/o métodos que se utilizaron, serán evaluados y se determinará si el impacto de esas herramientas, fue positivo o negativo para el área que aplica ese proceso.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO.

La planeación avanzada de la calidad del producto mejor conocida por sus siglas en el idioma Ingles por APQP, es un proceso estructurado para dar definición a las características dominantes importantes para la aprobación, con exigencias reguladoras con las cuales se alcance la satisfacción de cliente. APQP incluye los métodos y los controles (es decir, medidas, pruebas) que serán utilizados en el diseño y la producción de un producto o de una familia en específico de los productos (es decir, piezas, materiales). El planeamiento de la calidad incorpora los conceptos de la prevención del defecto y de la mejora continua según lo puesto en contraste con la detección del defecto. El planeamiento eficaz de la calidad del producto depende de la comisión de la gerencia superior de una compañía al esfuerzo requerido en especificaciones del cliente de la reunión (AIAG, 2006).

En esta disciplina todas las áreas de la planta se enfocan directamente a satisfacer primordialmente las necesidades de los clientes, tanto externos como internos. La idea principal, además de asegurar que se siga un solo lineamiento para el desarrollo de las piezas, es la de integrar a todos los departamentos que aporten un valor agregado tanto para el producto final, como para el cliente, así como para nuestros accionistas. Es necesario entonces, involucrar a nuestros clientes y a nuestros principales proveedores durante este proceso.

Algunos de los beneficios esperados en el uso de estas herramientas son:

- ◆ Aseguramiento del involucramiento y compromiso de todas las áreas de la Planta en el Desarrollo de los Productos disminuyendo los Tiempos y costos de Inicio a Producción.

◆ Involucramiento de Clientes y Proveedores como parte de los equipos de trabajo de la compañía asegurando la cadena externa Cliente-Proveedor.

◆ Enfoque del Trabajo en Equipo

◆ Aprendizaje continuo en el desarrollo de nuevas piezas

◆ Organización Matricial

◆ Alineación de esfuerzos enfocados al Cliente

◆ Mejora en la comunicación tanto interna, como con los Clientes y Proveedores.

Este estudio contiene las guías que apoyan los requerimientos de nuestros Clientes descritos en el sistema de calidad.

El ciclo de la planeación avanzada de la calidad del producto está constituido por varias fases que están en secuencia para representar el tiempo planeado en ejecutar las funciones descritas, diferentes fases son realizadas simultáneamente mejorando los tiempos de entrada a producción. Los primeros pasos son dedicados principalmente a la planeación del producto y del proceso, así como su evaluación. El último paso es la implementación en producción, evaluando la satisfacción de los clientes y el proceso de mejora continua.

Representando la planeación avanzada de la calidad como un ciclo, se ilustra el seguimiento sin fin de la mejora continua, que solo puede ser logrado, tomando la experiencia adquirida de previos desarrollos de productos aplicando el conocimiento adquirido al próximo proyecto.

Fundamentos de APQP.

El propósito de la Planeación de la Calidad del Producto es definir y establecer un método ordenado con el fin de asegurar que el producto satisface completamente al cliente. Así mismo, los equipos de APQP tienen la oportunidad de compartir experiencias con evidencias para mejorar el desarrollo de los futuros nuevos productos en desarrollo (Álvarez Gallego, 2006).

Esto remunera algunos beneficios que van directamente en la planeación de la calidad del producto:

- ◆ Destinado a los recursos para satisfacer al cliente.
- ◆ Causar una identificación previa de cambios requeridos.
- ◆ Evitar cambios de última hora.
- ◆ Abastecer un producto de calidad a tiempo y al costo pronosticado o mejorado.

- ◆ Diseño de Producto en conjunto con los Clientes.

- ◆ Mayor velocidad en el inicio a Producción de Nuevos Productos.

Organización del equipo de APQP

El Primer paso a dar, es el de establecer la responsabilidad del desarrollo del nuevo producto a un equipo multidisciplinario reflexionando lo siguiente:

Si la pieza nueva pertenece a un grupo de familias y ya existe un equipo APQP este mismo se hace cargo de ese desarrollo. Si la pieza nueva es de reemplazo y ya existe un equipo APQP, este mismo es el responsable. No más de 2 productos por equipo, siempre y cuando sean de la misma familia. Si la pieza nueva es totalmente diferente, se forma un nuevo equipo el cual debe ser nombrado por el Comité Guía de APQP. Los líderes de equipo deben ser escogidos por el Comité Guía. Los líderes seleccionarán a los miembros de sus equipos y éstos son aprobados por el comité guía de APQP (AIAG, 2006).

El Comité guía es el equipo que revisa los avances de cada proyecto, a través de un registro en donde se le dará seguimiento a el proyecto, que mide el progreso de los equipos respecto a la visión (financiera, estratégica, organizacional y operacional) definida por este mismo, la cual incluye las piezas en desarrollo actuales y nuevas, así como el impacto de su éxito en la organización. Este equipo da el apoyo necesario a los equipos de APQP. Los líderes y sus equipos deben definir objetivos dentro del proceso de APQP de su pieza, y desarrollen planes de acción

alineados a dichos objetivos.

Esta metodología consta de varias etapas que se alinean con el famoso PDCA (Carro Paz & González Gómez, 2008). Dichas etapas son las siguientes:

Etapa 1- Planificación y definición de un programa.

Etapa 2- Diseño y desarrollo del producto.

Etapa 3- Diseño y desarrollo del proceso.

Etapa 4- Validación del producto y del proceso.

Etapa 5.-Retroalimentación, evaluación y acciones correctivas.

Para lo que al presente proyecto respecta, se enfoca en la cuarta fase, Validación del producto y del proceso, donde se integra un proceso básico del Sistema de Gestión de la Calidad, cuyo propósito fundamental es asegurar que, antes de entregar por primera vez un producto al cliente, se hayan seguido todos los pasos necesarios y se hayan establecido los controles para proporcionar un producto de calidad, a tiempo y al más bajo costo, el PPAP. (AIAG, 2006)

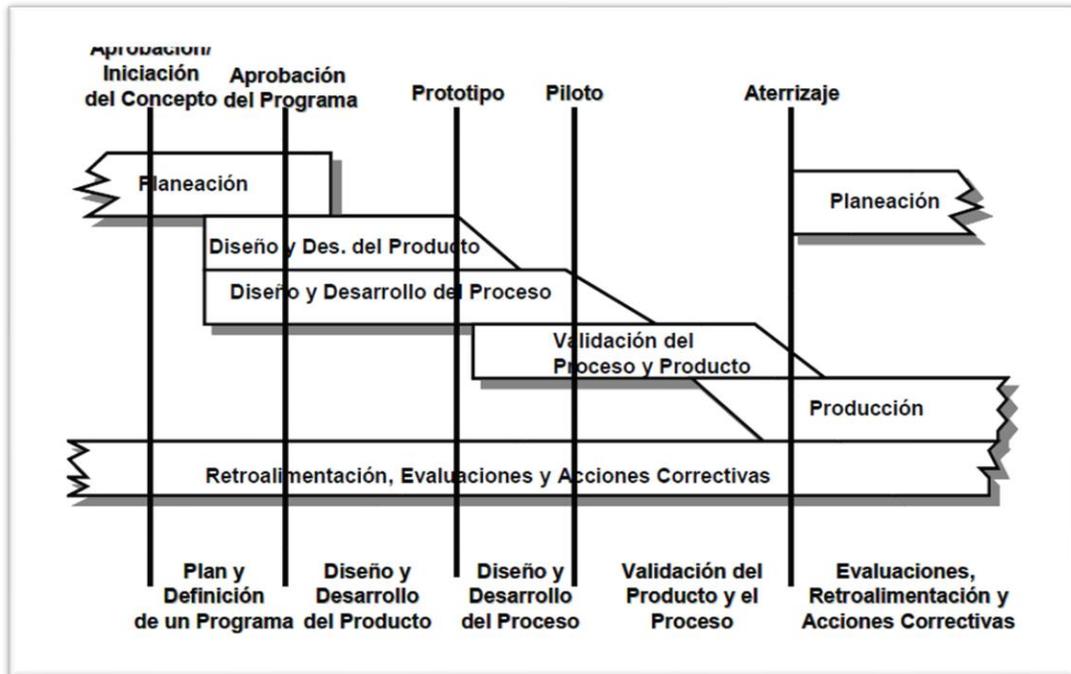


Figura 1.1 Etapas de la metodología APQP.

El proceso de aprobación para partes de producción, es responsable de hacer que el proveedor comprenda todos los requisitos y especificaciones de calidad con los que debe cumplir las piezas para el cliente, y que en todo momento las piezas deben mantenerse sobre esos estándares.

Es necesario elaborar un PPAP para presentar alguna pieza nueva o en el caso de un cambio en un proceso o pieza ya existente que necesite de la aprobación. El cliente podrá requerir un proceso de aprobación para partes de producción en cualquier momento para tener la garantía de que toda marcha según lo pactado. Por lo cual el proveedor siempre debe de contar con un sistema de calidad continuo (Álvarez Gallego, 2006).

El proceso de PPAP consiste en una recolección de elementos claves que deben ser alcanzados con el fin de verificar que el proceso de producción dará como resultado un producto de calidad (AIAG, 2006).

1. **Documentación del diseño:** Una copia del gráfico de diseño.
2. **Documentación de modificaciones:** Documento que describe el diseño original y todos los cambios que se han realizado y autorizado.
3. **Aprobación de ingeniería del cliente:** Es la validación del cliente ante las pruebas realizadas en sus instalaciones, lo cual se realiza antes del **PPAP**.
4. **Análisis de Modo y Efectos de Fallas de Diseño DFMEA:** Documento que contiene especificaciones técnicas de los posibles errores encontrados. Debe ser firmado por el cliente y el proveedor.
5. **Diagrama de flujo del proceso:** Contiene todos los procedimientos que se siguieron para la fabricación del producto.
6. **Proceso de análisis y modo de fallas en la producción (PFMEA):** De acuerdo con el diagrama del paso anterior, este documento indica que problemas podrían surgir en la fabricación.

7. **Plan de control:** Brinda información sobre los problemas potenciales, cómo son revisados en los procedimientos de calidad.
8. **Análisis de Sistemas de Medición:** Normalmente posee el estudio R&R de las características críticas, y una prueba de que los indicadores usados para medir estas características son calibrados.
9. **Resultados Dimensionales:** Describe las especificaciones a nivel dimensional del producto, es decir, todas sus medidas.
10. **Registros de material / Pruebas de rendimiento:** Documento que contiene el historial de todas las pruebas realizadas y los resultados obtenidos por fechas y de manera individual. Este resumen suele ser en forma de DVP&R.
11. **Estudios de Proceso Inicial:** Esta parte enseña todos los gráficos de control de procesos estadísticos que afectan a las características más críticas. La finalidad es demostrar que los procesos críticos tienen estabilidad.
12. **Documentación de laboratorio cualificado:** Copias de la documentación brindada por el laboratorio que expidió todas las certificaciones.
13. **Informe de aprobación de apariencia:** Una copia de la AAI (aprobación de la Inspección de la apariencia).

14. **Muestras de piezas de producción:** Una muestra de la parte o pieza original o del primer lote. El cliente debe conservar una.

15. **Muestra maestra:** Una pieza que se usa con fines comparativos en la fábrica para determinar la veracidad de sus réplicas. Debe estar firmada por el cliente y proveedor.

16. **Ayudas de control:** Cuando se cuenta con herramientas especializadas para verificar las piezas, las muestras de esta sección son imágenes de la herramienta y de los registros de calibración, incluido el informe dimensional de la misma.

17. **Requisitos específicos del cliente:** Los clientes pueden tener requerimientos diferentes para ser incluidos en el PPAP. Es recomendable preguntar al cliente sobre las expectativas del PPAP antes de iniciar labores.

18. **Orden de presentación de partes (PSW):** Formulario que resume completamente el PPAP. Este formulario muestra el motivo de la presentación (cambio de proyecto, revalidación anual, etc.). Si existe algún tipo de desviación, el proveedor debe anotar en la autorización o informar que el PPAP no puede ser presentado.

CAPITULO II. MARCO CONTEXTUAL.

La empresa afecta al proyecto, cuenta con un procedimiento para esta metodología del APQP, donde se determinan los objetivos, alcances, responsabilidades, desarrollo, etc.

Objetivo.

Establecer los lineamientos, responsabilidades y para el desarrollo e implantación de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto para la aprobación de partes nuevas y/o modificados con el propósito de asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente.

Alcance.

Este procedimiento es aplicable a todos los productos nuevos y aquellos que presenten algún cambio de diseño. Siendo obligatorio para todas las partes destinadas al mercado automotriz y podría tener que complementarse con requerimientos específicos solicitados por el cliente en donde el cliente exige el desarrollo del PPAP.

De acuerdo al Manual de referencia APQP de la AIAG, en la empresa metalmecánica el proceso de APQP para clientes es desarrollado a partir de la 3ra etapa, como lo muestra la table 2.1.

Tabla 2.1 Matriz de Responsabilidades de la Planeación de la Calidad del Producto.

ETAPAS DEL APQP	Responsable de Diseño	Solo Manufactura	Proveedores de Servicios
1. Planeación y Definición del programa.	X		
2. Diseño y desarrollo del producto.	X		
3. Diseño y desarrollo del proceso.	X	X	X
4. Validación del producto y proceso.	X	X	X
5. Retroalimentación, Evaluaciones y Acciones Correctivas.	X	X	X

Responsabilidades.

Es responsabilidad del Gerente de Excelencia Operacional:

- Establecer, distribuir, controlar y actualizar el presente procedimiento.
- Presentar la documentación del PPAP al Cliente y obtener la liberación por parte de este.

Es responsabilidad del Área Comercial:

- Documentar los requisitos iniciales del Cliente y proporcionarlos al equipo multidisciplinario.

Es responsabilidad de Ingeniería.

- Elaboración de la documentación para los PPAP's y requisitos específicos del cliente.
- Definir y comunicar los cambios efectuados en el proceso y/o planta de manufactura que afecten al producto e impliquen una nueva liberación del PPAP.
- Obtener la aprobación del Cliente a los cambios de Ingeniería y/o proceso que afecten al producto, ya sean internos o solicitados por el Cliente.

Es responsabilidad de Operaciones.

- Elaboración, demostración de la capacidad requerida, usando los procesos, equipo y personal de producción.

Es responsabilidad del Equipo Multidisciplinario:

- Conocer y cumplir a detalle los lineamientos que en este procedimiento se describen.
- Participar activamente con Ingeniería en el análisis y elaboración del AMEF.

Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.

En esta empresa metalmeccánica, la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto tiene como propósito asegurar la realización de todas las actividades necesarias previas a la fabricación de un producto para se cumpla con el 100% de los requerimientos del cliente. La generación de la documentación del proyecto y su aprobación se realiza de acuerdo al Manual de referencia APQP 2da edición de la AIAG.

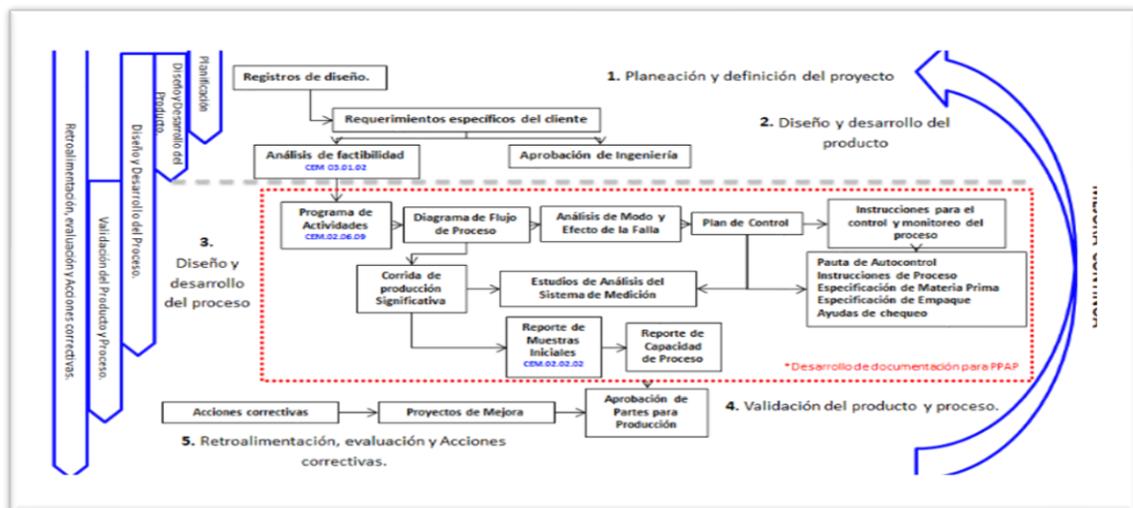


Figura 2.1 Ciclo del APQP en la empresa.

Para iniciar el proceso de APQP de un nuevo producto se debe contar con información proporcionada por el cliente:

- **Registros de diseño.** Dibujo del producto que debe contener las dimensiones del producto, cortes o vistas acotadas, tolerancias, referencias a otros documentos de diseño (especificaciones de material).
- **Requerimientos específicos del cliente:** Especificaciones comerciales y técnicas para la fabricación de los productos.
- **Aprobación de Ingeniería:** Ingeniería del producto tiene la responsabilidad de revisar en el (los) dibujo(s) de diseño y las referencias contenidas en ellos y determinar si estos cumplen con la información requerida por la empresa metalmecánica para la manufactura satisfactoria del producto.

Diseño y desarrollo del proceso.

a) **Análisis de factibilidad:** Busca asegurar que el producto puede ser producido de acuerdo a las especificaciones del dibujo, habilidades del proceso y capacidad requerida. Su revisión debe ser llevada a cabo previo a la aceptación de un contrato por el equipo multidisciplinario mediante un formato interno se debe evidenciar el análisis de riesgos hacia el producto y proceso.

La factibilidad es solicitada a ingeniería por el área comercial, e ingeniería solicita la información pertinente al equipo multidisciplinario.

Una vez elaborada es entregado el análisis de factibilidad al área comercial.

El análisis de factibilidad se realiza con ayuda de la Lista de Verificación para la etapa de diseño y desarrollo.

b) Programa de Actividades: Se requiere un programa de actividades para establecer todas las actividades con fechas compromiso a realizar en las diferentes etapas del desarrollo de proyectos. Este programa debe ser elaborado y revisado por el equipo multidisciplinario y requiere la aprobación del cliente.

c) Diagrama de Flujo de Proceso: Documento indispensable para describir gráficamente los pasos del proceso de manufactura. Ingeniería de Proceso de la empresa metalmecánica debe diseñar el Diagrama de Flujo de proceso para Cada No.de Parte o Familia de Partes y Lay-Out de planta ubicando máquinas y áreas, ayudando a identificar las características especiales que deben verificarse durante el proceso.

d) Análisis de Modo y Efecto de la Falla: Documento para la prevención de los problemas a través de un análisis estructurado de los modos potenciales de falla. Los AMEF's deben realizarse en la etapa de diseño y desarrollo del proceso de manufactura, se requieren para todos los productos; especialmente los nuevos o modificados.

El AMEF es un documento vivo y debe actualizarse a través del ciclo de vida del producto ante la implementación de mejoras a los procesos productivos, cambios de diseño, proceso y/o

problemas de calidad, de acuerdo al Manual de referencia AMEF 4ta edición de la AIAG.

e) **Plan de Control:** Documento para el control de los parámetros relevantes del proceso, para todas las características especiales del producto indicadas en el dibujo garantizando su cumplimiento dentro de especificación. Todas las características especiales designadas en dibujos y especificaciones establecidas formalmente o por solicitud del cliente deben también aparecer en los planes de control, de acuerdo al Manual de referencia APQP 2da edición de la AIAG.

f) **Instrucciones para el control y monitoreo del proceso:** Instrucciones escritas para el control y monitoreo del proceso para ser usadas por personas que tienen la responsabilidad de la operación del proceso y en donde se establecen los requerimientos de Ingeniería y Calidad.

- **Pauta de Autocontrol.** Instructivo de inspección individual para cada estación de proceso, derivadas del Plan de Control. Todas las estaciones de proceso deben tener una pauta de autocontrol a pie de máquina.

- **Instrucciones de Proceso.** Cada operación de manufactura en esta empresa debe contar con un instructivo de operación. Ingeniería de Proceso es responsable de la elaboración de los instructivos y Hojas de procesos.

- **Especificación de Materia Prima:** Debe proporcionar información acerca de tipo de acero, acabado, empaque, pruebas, tolerancias y proceso. Es generada por Ingeniería del producto.

- **Especificación de Empaque:** Para asegurar que todos los productos lleguen al cliente sin daños o deterioro y que puedan ser transportados, almacenados, desempacados y utilizados.

Nota Ambiental: En el desarrollo de un proyecto se recomienda al cliente el uso de empaques retornables (plástico y metal) y evitar el uso de materiales nocivos al medio ambiente (emplye).

- **Ayudas de chequeo.** Todos los dispositivos de manufactura o de inspección fabricados por la empresa metalmecánica, deben ser basados en planos de diseño emitidos por Ingeniería de Proceso. Dentro del equipo complementario se puede contar: dispositivos de inspección y prueba, pokayoke, etc. En el caso de ser dispositivos proporcionados por el Cliente se debe proceder de acuerdo con el Procedimiento correspondiente.

Durante la etapa de diseño y desarrollo también se contempla el diseño y desarrollo del proceso de fabricación, en el cual las entradas y salidas de esta etapa se encuentran identificadas en la ficha de proceso de Gestión de Proyectos, siendo las salidas parte de proceso de aprobación de partes para producción.

Validación del producto y proceso.

La validación del proceso de manufactura se realiza a través de la evaluación de una corrida de producción prueba.

Durante la corrida de producción de prueba, el equipo de planeación de calidad de un producto validara que el plan de control y el diagrama de flujo del proceso se siguen y los productos cumplen con los requerimientos de los clientes.

g) Estudios de Análisis del Sistema de Medición: Todos los instrumentos de medición señalados en el Plan de Control deben ser sometidos a estudios de reproducibilidad y repetibilidad R&R, de acuerdo al Manual de referencia MSA 4ta edición de la AIAG.

h) Reporte de Muestras Iniciales (Resultados Dimensionales): Medición de las muestras iniciales para todas las dimensiones especificadas en el plano de la parte. El número de muestras a ser dimensionadas dependerá de la solicitud del cliente. Todas las dimensiones o especificaciones solicitadas por el dibujo deben ser listadas en el documento con su respectivo resultado y se debe especificar el método de medición usado en cada caso. El reporte dimensional debe ser firmado por el responsable del área de calidad.

i) Reporte de Capacidad de Proceso (Estudios Iniciales de Procesos): Los estudios iniciales del proceso deben ser realizados para todas las dimensiones indicadas en el dibujo como características especiales. Los estudios preliminares del proceso son estudios a corto plazo evaluados a través de gráficas de control, las cuales permiten determinar la estabilidad y habilidad del proceso.

Las muestras para realizar los estudios preliminares del proceso deben tomarse con una corrida de producción significativa. Se debe evaluar la habilidad preliminar potencial (Pp) y la

habilidad preliminar real (Ppk) y adjuntarse la información como parte de la documentación para liberación del producto y proceso. De acuerdo al Manual de referencia SPC 2da edición de la AIAG.

La capacidad es solicitada a Planeación y Control de la Producción, por el área de ingeniería. E ingeniería la emplea para elaborar la factibilidad.

j) Aprobación de Partes para Producción: La intención de las aprobaciones de partes para producción es validar que los productos cumplen con los requerimientos establecidos. La documentación debe estar debidamente aprobada por el representante del cliente antes del primer envío de productos como producción en masiva.

- **Certificado de Emisión de la Parte (PSW):** A la terminación de todos los requerimientos del PPAP, si es necesario se debe completar el Certificado de Emisión de una Parte (PSW) y ser firmado por el Cliente.

De acuerdo con el Manual de referencia PPAP 4ta edición de la AIAG, debe usar el nivel 3 como el nivel por default para todas las emisiones de PPAP, a menos que se especifique otra cosa por el cliente a continuación se enlista la documentación requerida de PPAP, el responsable de su elaboración y/o recopilación, como se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 1.2 Responsabilidades del PPAP en la empresa.

Documento		Área responsable de elaboración y/o recopilación
1.	Registros de diseño	Ventas / Ingeniería
2.	Documento de Cambios de Ingeniería	Ingeniería
3.	Aprobación por ingeniería del cliente	Ingeniería
4.	AMEF de Diseño	No aplica.
5.	Diagrama de flujo de proceso	Ingeniería
6.	AMEF de Proceso	Ingeniería
7.	Plan de Control	Ingeniería
8.	Estudios de Análisis de sistemas de Medición	Metrología
9.	Resultados Dimensionales	Metrología
10.	Resultados de Pruebas de Materiales	Ingeniería si aplica
11.	Estudios Iniciales de Procesos	Metrología
12.	Documentación de Laboratorios Calificados	Metrología
13.	Reporte de Aprobación de Apariencia	No aplica.
14.	Muestras de Producto	Metrología si aplica.
15.	Muestras Master	Metrología si aplica.
16.	Ayudas de Chequeo	Ingeniería
17.	Requisitos específicos del cliente	Ingeniería
18.	Certificado de Emisión de una parte (PSW)	Metrología

Una vez terminada la documentación y aprobada por el cliente mediante el PSW, ingeniería conservara la carpeta de PPAP, y debe entregar a producción toda la documentación necesaria para el proceso de acuerdo con el registro, Liberación de procesos y/o partes.

Nota: para los documentos relacionados al control de proceso de los clientes automotrices, se ha establecido una actualización periódica (anual) de diagramas de flujo de proceso, AMEF del proceso y planes de control. Y que dará registrado en documento actualizado y/o en una minuta.

Retroalimentación, Evaluaciones y Acciones Correctivas.

Cuando no se haya cumplido con los requerimientos de calidad establecidos por el cliente se debe realizar un plan de acciones correctivas y debe seguir el Procedimiento Acciones correctivas y preventivas.

Una vez terminada la instalación y la validación del proceso es tiempo para evaluar la efectividad de los esfuerzos en la planeación de calidad del producto. Y debe buscar mejoras al proceso, reduciendo costos, eliminando desperdicios llevándose acabo lo establecido en el procedimiento de Mejora Continua.

Proceso de PPAP en la empresa metalmecánica.

Antes de la llegada de la pandemia COVID 19, el proceso del PPAP en la empresa metalmecánica, se realizaba cumpliendo con los 18 requisitos que solicita en manual de PPAP (AIAG, 2006), donde se utilizaban las técnicas y herramientas que estaban al alcance, tales como:

- CMM (Máquina de Medición por Coordenadas).
- Equipo de Medición (calibradores, medidores de alturas, etc.)
- Software (Minitab).



Figura 2.2 Carpeta de Requisitos PPAP en la empresa.

Desglose de requisitos (antes de COVID).

1. Registros de Diseño

El cliente proporciona de forma digital (PDF) una copia del diseño del dibujo del producto que se fabricará, donde se especificarán las características críticas del producto.

2. Autorización de Cambio de Ingeniería

El cliente envía junto con el paquete de documentos digitales para su impresión o archivo.

3. Aprobación de Ingeniería

Esta aprobación se lleva a cabo vía e-mail, donde se especifican las cuestiones técnicas, las características principales del producto o parte, se concientiza de la importancia del producto para el consumidor final.

4. DFMEA

El documento se envía junto con el paquete de documentos digitales para su impresión o archivo.

5. Diagrama de Flujo de Proceso

El documento se envía junto con el paquete de documentos digitales para su impresión o archivo.

6. AMEF

El documento se envía junto con el paquete de documentos digitales para su impresión o archivo.

7. Plan de Control

El documento se envía junto con el paquete de documentos digitales para su impresión o archivo.

8. Sistema de Análisis de Medición (MSA)

Se realiza un análisis con software (Minitab), los resultados obtenidos, serán pieza clave en la aprobación de proceso.

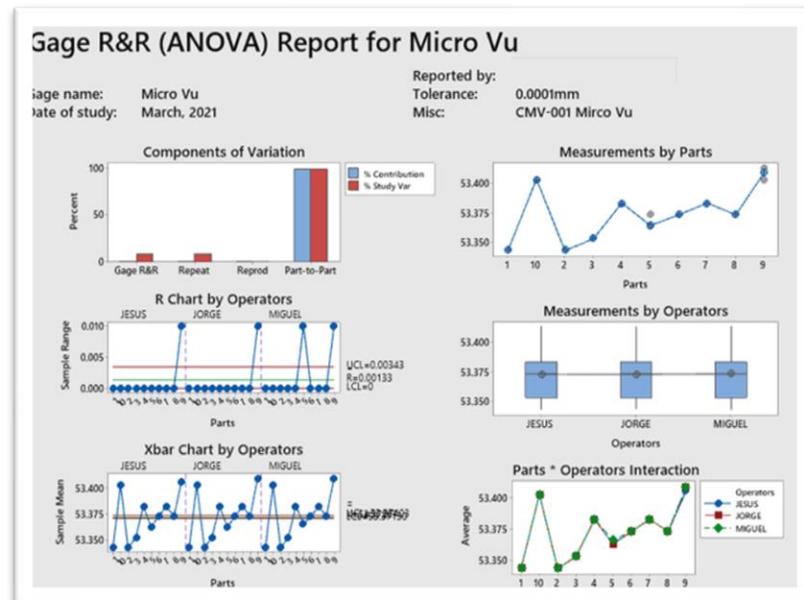


Figura 2.3 Análisis del Sistema de Medición (ANOVA).

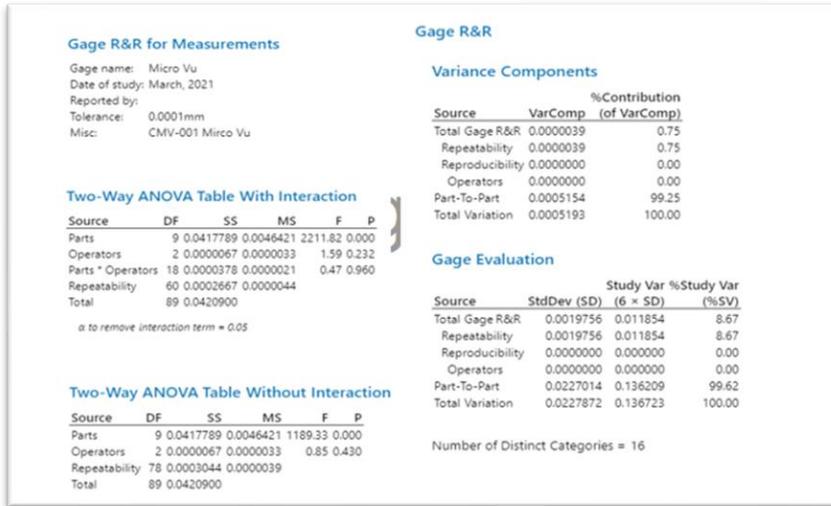


Figura 2.4 Análisis del Sistema de Medición.

9. Resultados Dimensionales

Una lista de todas las dimensiones obtenidas de las características indicadas en el dibujo.

Item	Dimension	Specification	Test Date	Test Results
1	0.30	0.30	01/10/2021	0.30
2	0.10	0.10	01/10/2021	0.10
3	1.20	1.20	01/10/2021	1.20
4	0.10	0.10	01/10/2021	0.10
5.1	0.20	0.20	01/10/2021	0.20
5.2	0.20	0.20	01/10/2021	0.20
6	07.50	07.50	01/10/2021	07.50
7	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
8	11.00	11.00	01/10/2021	11.00
9.1	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.2	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.3	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.4	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.5	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.6	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.7	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.8	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
9.9	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.0	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.1	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.2	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.3	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.4	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.5	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.6	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.7	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.8	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.9	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.10	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.11	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.12	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.13	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.14	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.15	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.16	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.17	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.18	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.19	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.20	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.21	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.22	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.23	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.24	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.25	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.26	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.27	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.28	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.29	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.30	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.31	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.32	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.33	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.34	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.35	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.36	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.37	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.38	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.39	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.40	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.41	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.42	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.43	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.44	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.45	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.46	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.47	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.48	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.49	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.50	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.51	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.52	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.53	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.54	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.55	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.56	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.57	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.58	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.59	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.60	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.61	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.62	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.63	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.64	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.65	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.66	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.67	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.68	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.69	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.70	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.71	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.72	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.73	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.74	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.75	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.76	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.77	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.78	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.79	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.80	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.81	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.82	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.83	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.84	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.85	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.86	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.87	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.88	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.89	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.90	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.91	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.92	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.93	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.94	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.95	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.96	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.97	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.98	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
10.99	10.00	10.00	01/10/2021	10.00
11.00	10.00	10.00	01/10/2021	10.00

Figura 2.5 Resultados Dimensionales.

10. Registros de Materiales / Pruebas

Un resumen de cada prueba realizada en la parte. Este resumen es por lo general se encuentra en la forma DVP&R (Design Verification Plan and Report), que enumera cada prueba individual, cuando se llevó a cabo, la especificación, los resultados y la evaluación de la aptitud / fallo. Si hay una especificación de ingeniería, por lo general se observa en la impresión.

11. Estudios Iniciales del Proceso

Por lo general, esta sección muestra todos los gráficos estadísticos de control de procesos que afectan a las características más importantes del producto.

12. Documentación del Laboratorio Calificado

Copia de todas las certificaciones del laboratorio donde se realizan las pruebas reportadas en la sección 10.

13. Reporte de Aprobación de Apariencia

Una copia de la AAI (aprobación de la Inspección de la apariencia), firmado por el cliente. Aplicable para los componentes que afectan a la apariencia únicamente.

14. Piezas Muestra

Una muestra del lote de producción inicial.

15. Pieza Maestra

Una muestra firmada por el cliente y el proveedor, que por lo general se utiliza para entrenar a los operadores de las inspecciones.

16. Ayudas de Verificación

Cuando hay herramientas especiales para verificar las piezas, esta sección muestra una imagen de los registros de la herramienta y la calibración, incluido el informe dimensional de la herramienta.

17. Requisitos Específicos del Cliente

Cada cliente puede tener requisitos específicos que se incluyen en el paquete PPAP.

18. Part Submission Warrant (PSW)

Este es el formulario que resume todo el paquete PPAP. Este formulario muestra el motivo de la sumisión (cambio de diseño, revalidación anual, etc.) y el nivel de los documentos presentados al cliente. Si hay cualquier desviación el proveedor deberá anotarla en el PSW o informar que el PPAP no se puede presentado.

DaimlerChrysler Ford GM Part Submission Warrant

Part Name LAMINATI Cust. Part Number _____
 Shown on Drawing No. _____ Org. Part Number _____
 Engineering Change Level 1 Dated _____
 Additional Engineering Changes _____ Dated _____
 Safety and/or Government Regulation Yes No Purchase Order No. _____ Weight 0.6687 kg
 Checking Aid No. N/A Checking aid Engineering Change Level N/A Dated _____

ORGANIZATION MANUFACTURING INFORMATION **CUSTOMER SUBMITTAL INFORMATION**

C Customer Name/Division _____
 Supplier Name & Supplier/Vendor Code _____ Buyer/Buyer Code _____
 Street Address _____ Application _____
 City _____ Region _____ Postal Code _____ Country _____

MATERIALS REPORTING

Has customer required Substances of Concern information been reported? Yes No N/A
 Submitted by IMDS or other customer format: _____
 Are polymeric parts identified with appropriate ISO marking codes? Yes No N/A

REASON FOR SUBMISSION (Check at least one)

Initial Submission Change to Optional Construction or Material
 Engineering Change (s) Supplier or Material Source Change
 Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or additional Change in Part Processing

Figura 2.6 PSW.

Tiempos destinados al Proceso del PPAP.

La empresa metalmeccánica desde que se comenzaron a desarrollar PPAP, se estableció que se deberán registrar los tiempos de cada uno, de tal manera que se puedan monitorear los límites de especificación establecidos por la empresa y poder reportar como un indicador positivo o negativo, según corresponda.

Los límites de especificación (antes de COVID 19), son los siguientes:

- LIE (Límite Inferior de Especificación): 30 días.
- LSE (Límite Superior de Especificación): 60 días.

Tabla 2.3 Tiempos de PPAP 2019.

CONTROL DE TIEMPOS 2019													
TIEMPOS PARA PPAP													
Organization: EMPRESA METALMECÁNICA						Part Number: 123456789							
Supplier/Vendor Code: VARIOS						Part Name: 123456789							
Inspection Facility: DOMICILIO CONOCIDO						Design Record Change Level: N/A							
						Engineering Change Documents							
Item	Dimension / Specification	Specification / Limits	Test Year	Qty. Tested	Días invertidos en el proceso					Ok	Total		
					1	2	3	4	5				
1	60	DIAS 30 60	2019	3	8	5	9	14	10	X	46		
2	60	DIAS 30 60	2019	3	10	9	9	11	14	X	53		
3	60	DIAS 30 60	2019	3	5	18	6	9	7	X	45		
4	60	DIAS 30 60	2019	3	9	6	8	16	14	X	53		
5	60	DIAS 30 60	2019	3	8	5	9	14	10	X	46		
6	60	DIAS 30 60	2019	3	10	9	9	11	14	X	53		
7	60	DIAS 30 60	2019	3	5	18	6	9	7	X	45		
8	60	DIAS 30 60	2019	3	9	6	8	16	14	X	53		
9	60	DIAS 30 60	2019	3	8	5	9	14	10	X	46		
10	60	DIAS 30 60	2019	3	10	9	9	11	14	X	53		
11	60	DIAS 30 60	2019	3	5	18	6	9	7	X	45		
12	60	DIAS 30 60	2019	3	9	6	8	16	14	X	53		
13	60	DIAS 30 60	2019	3	8	5	9	14	10	X	46		
14	60	DIAS 30 60	2019	3	10	9	9	11	14	X	53		
15	60	DIAS 30 60	2019	3	5	18	6	9	7	X	45		
16	60	DIAS 30 60	2019	3	9	6	8	16	14	X	53		
17	60	DIAS 30 60	2019	3	8	5	9	14	10	X	46		
18	60	DIAS 30 60	2019	3	10	9	9	11	14	X	53		
19	60	DIAS 30 60	2019	3	5	18	6	9	7	X	45		
20	60	DIAS 30 60	2019	3	9	6	8	16	14	X	53		

Tabla 2.4 Tiempos de PPAP 2020.

CONTROL DE TIEMPOS 2020													
TIEMPOS PARA PPAP													
Organization: EMPRESA METALMECÁNICA						Part Number: 123456789							
Supplier/Vendor Code: VARIOS						Part Name: 123456789							
Inspection Facility: DOMICILIO CONOCIDO						Design Record Change Level: N/A							
						Engineering Change Documents							
Item	Dimension / Specification	Specification / Limits	Test Year	Qty. Tested	Días invertidos en el proceso					Ok	Total		
					1	2	3	4	5				
1	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	8	16	14	X	53		
2	60	DIAS 30 60	2020	3	10	9	14	11	14	X	58		
3	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	8	16	14	X	53		
4	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	8	16	14	X	53		
5	60	DIAS 30 60	2020	3	12	5	12	14	15	X	58		
6	60	DIAS 30 60	2020	3	10	9	9	11	14	X	53		
7	60	DIAS 30 60	2020	3	2	12	6	9	7	X	36		
8	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	12	16	14	X	57		
9	60	DIAS 30 60	2020	3	8	5	9	14	10	X	46		
10	60	DIAS 30 60	2020	3	10	9	9	7	14	X	49		
11	60	DIAS 30 60	2020	3	5	10	6	9	7	X	37		
12	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	8	16	14	X	53		
13	60	DIAS 30 60	2020	3	8	5	9	11	7	X	40		
14	60	DIAS 30 60	2020	3	10	9	9	11	14	X	53		
15	60	DIAS 30 60	2020	3	5	15	6	19	7	X	52		
16	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	8	16	14	X	53		
17	60	DIAS 30 60	2020	3	8	5	9	14	10	X	46		
18	60	DIAS 30 60	2020	3	10	9	9	11	14	X	53		
19	60	DIAS 30 60	2020	3	9	6	8	16	14	X	53		
20	60	DIAS 30 60	2020	3	10	9	14	11	14	X	58		

CAPITULO III. DESARROLLO.

Una vez que el COVID 19 apareció, la empresa tuvo que buscar adecuaciones al proceso del PPAP, ya que las regulaciones sanitarias impedían que los clientes se presentaran en la empresa o que se pudiera tener una comunicación rápida y eficaz, máxime cuando el producto no lo podía tener físicamente el cliente y con ello poder llegar a acuerdos para la aprobación del producto y del proceso.

Los 18 requisitos del PPAP seguían siendo los mismos establecidos por la norma (AIAG, 2006), pero las herramientas que se adecuarían al proceso, serían las siguientes:

(CAD/CAM).

Las nuevas tecnologías basadas en diseño asistido por ordenador o computadora (CAD/CAM) proporcionan numerosas oportunidades para responder inicialmente con la simulación a las necesidades y deseos de las personas y reevaluarlos; incluso pueden estimular necesidades y deseos no percibidos. Pero la tecnología debe formalizarse en productos comerciales: el diseño industrial, desde su doble capacidad expresiva y funcional, se ocupa de proyectar los objetos que se pueden fabricar a través de un proceso industrial. La producción en serie exige que los productos tengan un elevado volumen de demanda; para ello, un producto debe atraer a un número de personas suficientemente amplio (un grupo de mercado), por lo que tiene que tener atributos y ventajas sobre el artículo de la competencia con el fin de inducir a su compra y satisfacer al cliente que lo adquiere. Entre estas ventajas pueden estar el ahorro de tiempo y energía en una tarea determinada, el ahorro financiero, una mayor seguridad para el usuario en

comparación con otros modelos, o el prestigio asociado a la propiedad. A los diseñadores de productos con experiencia se les pide con frecuencia que actúen como intérpretes de la cultura contemporánea, además de desempeñar otras funciones más orientadas hacia el fabricante.

A los industriales les compensa invertir en un desarrollo cuidadoso del producto antes de lanzarlo a un mercado determinado. Descuidar esta fase previa puede provocar fracasos muy costosos, como la devolución de un producto por defectos de seguridad, o un volumen de ventas muy bajo. El diseño industrial es un aspecto del desarrollo de productos, y está muy vinculado a la fabricación, la ciencia y tecnología de los materiales, el marketing, el empaquetado y la ergonomía. Todo el proceso de desarrollo de productos es cada vez más multidisciplinario.

Por lo general se trabaja junto a otros especialistas para desarrollar productos como electrodomésticos, autopartes, refacciones, equipos deportivos (yates, ropa especializada o raquetas), material técnico (cámaras fotográficas o reproductores de discos compactos), equipos de investigación (para mediciones y análisis técnicos) o vehículos (trenes, automóviles o bicicletas), etc.

Hoy en día existe software de diseño asistido por computadora y de manufactura asistida por computadora (CAD/CAM) que permite diseñar y manufacturar prototipos, piezas terminadas y tiradas de producción.

CAD/CAM (diseño asistido por computadora y manufactura asistida por computadora) hacen referencia al software que se utiliza para diseñar y fabricar productos.

CAD consiste en usar las tecnologías informáticas para el diseño y la documentación de diseño. Las aplicaciones CAD/CAM se utilizan para diseñar un producto y para programar los procesos de manufactura, especialmente el mecanizado por CNC. El software CAM usa los modelos y ensamblajes creados en el software CAD para generar trayectorias de herramientas que dirijan las máquinas encargadas de convertir los diseños en piezas físicas. El software CAD/CAM se utiliza generalmente para maquinado de prototipos y piezas terminadas.

MÁQUINA DE MEDICIÓN DE COORDENADAS (CMM).

Una máquina de medición por coordenadas, también conocida como CMM, es un equipo que mide las geometrías de objetos físicos. CMM que utilizan un sistema de palpado para detectar puntos discretos en la superficie de los objetos.

La primera CMM hizo su aparición a principios de los años 60. Desarrollada originalmente por Ferranti Company en Escocia en los años 50, esta CMM de 2 ejes utilizaba un dispositivo de rastreo 3D con una lectura digital simple que mostraba las posiciones XYZ. Ferranti utilizó su CMM para medir componentes de precisión para sus productos militares. Los modelos de tres ejes se desarrollaron a finales de los 60.

Las CMM se utilizan con mayor frecuencia para probar una pieza o montaje para determinar si respeta o no la intención del diseño original. Las CMM se integran dentro de los flujos de trabajo de aseguramiento de la calidad o de control de calidad para verificar las dimensiones de los componentes fabricados para prevenir o resolver problemas de calidad.

Las ventajas de utilizar CMM sobre las inspecciones manuales o los controles realizados

con instrumentos de metrología convencionales, como los micrómetros y los medidores de altura, son: precisión, velocidad y reducción del error humano.

Homologación de software estadístico.

Se estableció un software que sería usado por ambas partes (proveedor y cliente) para la validación de los datos, Minitab.



Figura 3.1 Software Minitab.

Desglose de requisitos (durante COVID).

1. Registros de Diseño

Se programa y se lleva a cabo una reunión (figura 3.2) virtual donde se comparten de forma digital los documentos necesarios para la evaluación de factibilidad, capacidad de producción y diseño de producto (Autocad, SolidWoks, etc).

Este punto es importante definir, toda vez que se debe acordar el programa que servirá de interfase con la CMM, ya que ese dibujo será exportado al software de la CMM que servirá en el

elemento 9 “resultados dimensionales”.

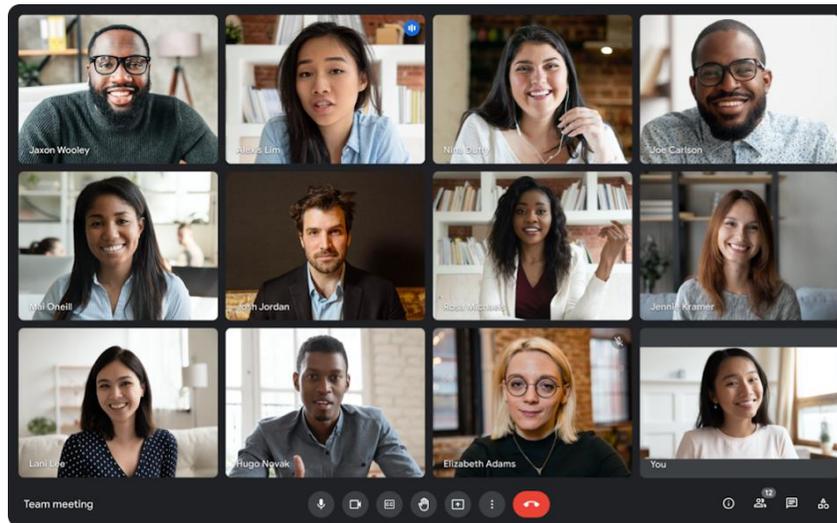


Figura 3.2 Meet inicial.

2. Autorización de Cambio de Ingeniería

Se envía un paquete de documentos digitales para su impresión, consulta y posterior archivo. Este cambio de ingeniería es revisado y es competencia del área de ingeniería y áreas comerciales.

3. Aprobación de Ingeniería

Esta aprobación se lleva a cabo vía reunión virtual en la cual se conectan los departamentos de ingeniería y áreas comerciales de cada empresa, usando alguna de las diferentes plataformas que existen, donde se acuerdan y se discuten de forma técnica, las características principales del producto o parte, se concientiza de la importancia del producto para el consumidor final.

4. DFMEA

Se envió en el paquete de documentos digitales.

Función o requisitos	Modo de Falla Potencial	Efectos potenciales de la falla	Severidad	Clasificación	Causas potenciales de falla	Proceso actual					Acción Recomendada	Responsable y fecha prevista de finalización	Resultados de la acción					
						Controles de prevención	Ocurrencia	Controles de detección	Detección	NPR			Acción tomada y fecha de vigencia	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN	
Recepción de materia prima	Materia prima errónea.	Identificación errónea	5	M	Falta de controles por parte del proveedor con el manejo y conservación de bobinas.	Verificación contra especificación	3	Visual vs especificación	3	45								
Inspección Visual	Presencia Oxidación, manchas, cascarillas, decapados.	Oído en la matriz y guías se erosionan.	2	M	Falta de controles por parte del proveedor con el manejo y conservación de bobinas.	Embalaje de bobina por parte del proveedor.	3	Mesa Poka Yoke y controles con el proveedor.	4	24								
Colocación en área de recibo	Materia prima errónea.	Identificación errónea	5	M	Falta de controles por parte del Coremeson el manejo y conservación de bobinas.	Verificación contra especificación	3	Visual vs especificación	3	45								
Verificación contra documentación	Materia prima errónea.	Identificación errónea	5	M	Falta de controles por parte del Coremeson el manejo y conservación de bobinas.	Verificación contra especificación	3	Visual vs especificación	3	45								
Asignación de talón viajero por palet completo	Materia prima errónea.	Identificación errónea	5	M	Falta de controles por parte del Coremeson el manejo y conservación de bobinas.	Verificación contra especificación	3	Visual vs especificación	3	45								

01 N002

Figura 3.3 DFMEA.

5. Diagrama de Flujo de Proceso

Se envió en el paquete de documentos digitales.

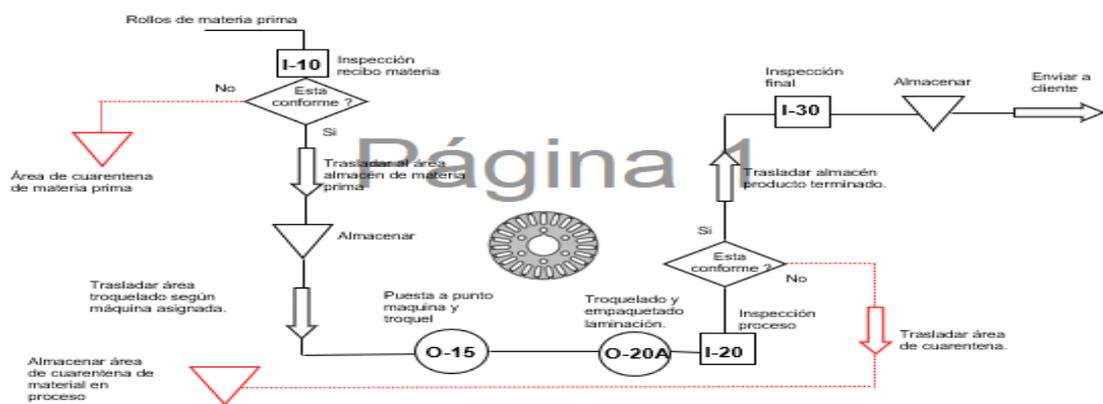


Figura 3.4 Diagrama de flujo.

6. AMEF

Se envió en el paquete de documentos digitales.

Paso del Proceso	Función o requisitos	Modo de Falla Potencial	Efectos potenciales de la falla	Severidad	Clasificación	Causas potenciales de falla	Controles de prevención	Ocurrencia	Controles de detención	Detección	NFR	Acción Recomendada	Responsable y fecha prevista de finalización	Acción tomada y fecha de vigencia	Severidad	Ocurrencia	Detección	RPN	
Aprobación de puesta a punto/Producción	Rebaba de corte	Rebaba por encima de la especificación.	Aumento de altura del núcleo	5	M	Incidencias de funcionamiento que provocan filo suelto en los elementos de corte.	Control de afilado según programa	3	Frecuencia de las medidas	3	45	Mantenimiento correctivo cuando alcanza el 90% de la altura de las rebabas	Calidad / Mantenimiento Continuo						
	Altura del núcleo	Altura por encima de la especificación	Problemas de montaje, más laminaciones.	4	M	Variación de espesor en exceso, fallas en el enclavamiento	Control dimensional y ajuste de enclavamiento	2	Mesa Poka Yoke y controles con el proveedor.	4	32	Verificación y certificación de tacones GING	Calidad	Notificación 10.06.2021	2	4	4	32	
		Altura por debajo de la especificación	Problemas de montaje, menos laminaciones. Problemas con los parámetros eléctricos.	6	M	Variación de espesor en exceso, fallas en el enclavamiento		2		4	48	Verificación y certificación de tacones GING	Calidad	Verificación de tacones 15.06.2021	2	4	4	32	
	Diámetro interno del núcleo	Diámetro interno por encima de la especificación.	Disminución del espacio entre el rotor y la flecha.	7	M	Fallo de ajuste y cambio de punzon.	Frecuencias de afilado según programa.	1	Según la medida que tome el operador durante el proceso Autocontrol	3	21								
		Internal diameter below the specification.	Aumento del espacio entre el rotor y la flecha.	6	M	Fallo de ajuste y cambio de punzon.		1		3	18								
	Alineación de	Desalineamiento en	Problemas de bobinado, podrían dañarse los				Para implantar			Cada vez que el dado tiene que ser									

Figura 3.5 AMEF.

7. Plan de Control

Se envió en el paquete de documentos digitales.

Part/ Process Number	Process Name/ Operation Description	Machine, Device Jig, Tools For Mfg.	Characteristics			Special Char. Class	Methods				Reaction Plan	
			No.	Product	Process		Product/Process Specification/ Tolerance	Evaluation/ Measurement/ Technique	Sample			Control Method
				Size	Freq.							
00 Reception of Raw Material	Reception of Raw Material	Visual	0.1		Visual versus documentation	M	FLJ.042.02	IVR.042.02		All lots	Verification according Raw Material Specification. FLJ.042.02	POC.13.01
	Visual Inspection	Visual	0.2	No rust and shock		M	FLJ.042.02	IVR.042.02	100%	All lots		POC.13.01
	Placement in receipt area	Visual	0.3		Visual versus documentation	M	FLJ.042.02	IVR.042.02	100%	All lots		POC.13.01
	Verification against documentation	Visual	0		Visual versus documentation	M	FLJ.042.02	IVR.042.02	100%	All lots		POC.13.01
	"Assignment of traveler's check by full pallet"	Visual	0.5		Visual	M	FLJ.042.02	IVR.042.02	100%	All lots		POC.13.01
01 Incoming Inspection	Width strip.	Caliper	1		Cutt of material	M	FLJ.042.02	IVR.042.02	1sample	each roll	Verification according Incoming Raw Material Instruction IVR.042.02 and Raw Material	POC.13.01
	Thickness	Micrometer	2	Thickness of material		M	FLJ.042.02	IVR.042.02	1sample	each roll		POC.13.01
	Burr height	Micrometer	3		Cutt of material	M	FLJ.042.02	IVR.042.02	1sample	each roll		POC.13.01
	Hardness.	Durometer	4	Hardness of the material		M	FLJ.042.02	IVR.042.02	1sample	each roll		POC.13.01

Figura 3.6 Control Plan.

8. Sistema de Análisis de Medición (MSA)

Se realiza una reunión virtual en la cual se conectan usando alguna de las diferentes plataformas que existen, donde se muestran los resultados obtenidos del análisis del sistema de medición, se explican los elementos que se consideraron para el análisis, la forma de realizar el análisis y se discuten los resultados.

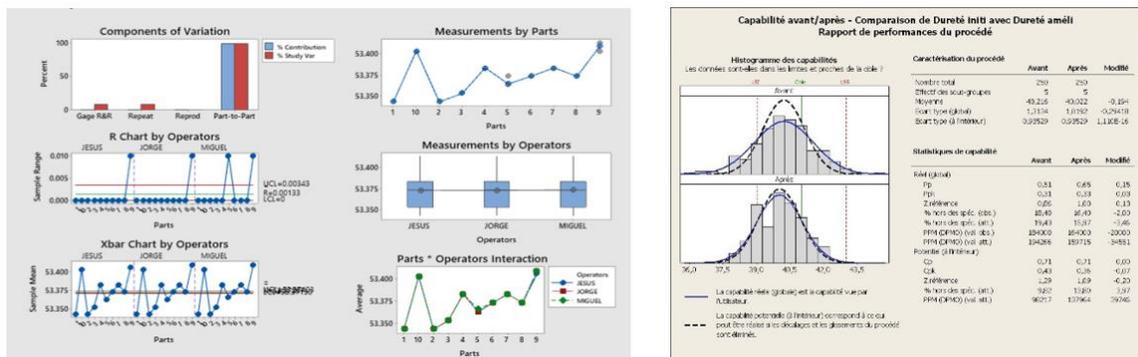


Figura 3.7 Análisis del MSA con Minitab.

9. Resultados Dimensionales

Se programa una reunión donde se compartirá la metodología de medición de las piezas muestras. Con el dibujo que se compartió en CAD, se realizó un programa para medir en CMM, mismo que fue acordado en la reunión.

La CMM comenzará con la medición de las piezas y arrojará los resultados a un archivo en Excel que está compartido con el cliente (está conectado vía remota) y los resultados los puede ver en tiempo real. Una vez que la medición de las piezas fue terminada, se realiza el análisis en Minitab, todo esto en un archivo que se puede visualizar por ambas partes.

Item	Dimension / Specification		Specification / Limits		Test Date	Qty. Tested	Organization Measurement Results (Data)					Ok	Not Ok
							1	2	3	4	5		
1	0.80	mm	0.75	0.85	01/10/2021	3	0.820	0.830	0.810			X	
2	3.10	mm	3.05	3.15	01/10/2021	3	3.11	3.13	3.14			X	
3	1.20	mm	0.90	1.50	01/10/2021	3	1.14	1.22	1.22			X	
4	3.10	mm	3.05	3.15	01/10/2021	3	3.10	3.14	3.15			X	
5.1	0.20	mm	0.00	0.50	01/10/2021	3	0.47	0.39	0.41			X	
5.2	0.20	mm	0.00	0.50	01/10/2021	3	0.36	0.35	0.34			X	
6	37.50	mm	37.40	37.60	01/10/2021	3	37.45	37.45	37.46			X	
7	10.00	mm	9.70	10.30	01/10/2021	3	9.94	9.99	9.98			X	
8	11.50	mm	11.20	11.80	01/10/2021	3	11.51	11.50	11.50			X	
9.1	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:27:07	15:41:18	15:42:10			X	
9.2	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:42:10	15:36:54	15:36:21			X	
9.3	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:31:20	15:33:43	15:32:36			X	
9.4	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:42:47	15:43:14	15:43:42			X	
9.5	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:40:30	15:41:27	15:42:55			X	
9.6	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:32:52	15:33:32	15:31:29			X	
9.7	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:37:40	15:37:37	15:35:15			X	
9.8	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:39:16	15:36:41	15:39:39			X	
9.9	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:40:48	15:42:26	15:41:08			X	
9.10	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:35:55	15:33:54	15:34:10			X	
9.11	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:39:19	15:38:58	15:39:56			X	
9.12	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:41:34	15:44:34	15:45:17			X	
9.13	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:43:12	15:41:47	15:41:23			X	
9.14	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:34:04	15:34:55	15:33:53			X	
9.15	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:41:20	15:39:41	15:40:47			X	
9.16	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:37:49	15:34:17	15:38:09			X	
9.17	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:42:27	15:46:38	15:43:30			X	
9.18	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:37:21	15:36:47	15:37:49			X	
9.19	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:40:30	15:40:14	15:37:49			X	
9.20	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:43:14	15:42:29	15:42:43			X	
9.21	15.652"	mm	14.652"	16.652"	01/10/2021	3	15:40:10	15:41:31	15:40:38			X	

Figura 3.8 Resultados dimensionales.

El software mostrará los resultados (usualmente se utiliza Análisis Capability Sixpack) y se analizan conjuntamente.

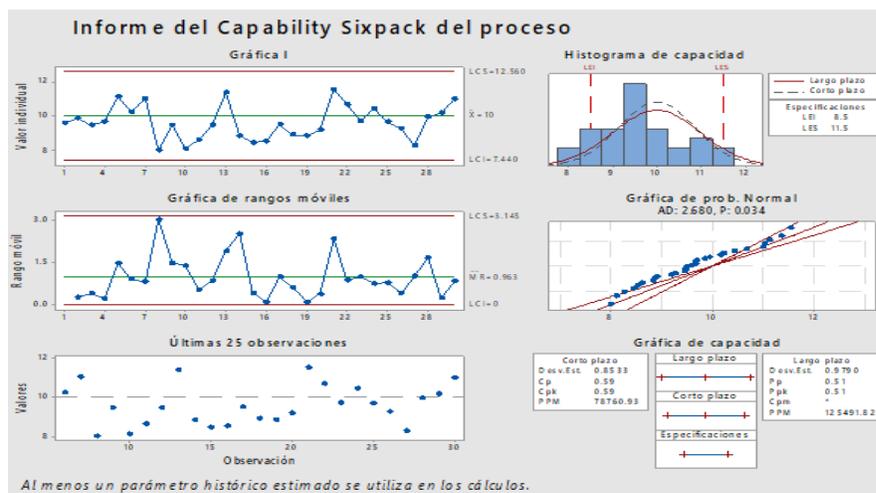


Figura 3.9 Sixpack de proceso.

10. Registros de Materiales / Pruebas

En la reunión que se lleva a cabo la evaluación de los resultados dimensionales, se realiza este resumen que por lo general se encuentra en la forma DVP&R (Design Verification Plan and Report), que enumera cada prueba individual, ¿Cuándo se llevó a cabo?, la especificación, los resultados y la evaluación de la aptitud / fallo. Si hay una especificación de ingeniería, que requiera atención especial o alguna característica crítica.

11. Estudios Iniciales del Proceso

Siguiendo en la misma reunión donde se han visto los elementos 9 y 10 del PPAP, en esta sección se muestran todos los gráficos estadísticos obtenidos de Minitab de control de procesos que afectan a las características más importantes del producto (CTQ). Así como los resultados obtenidos del análisis de las muestras iniciales (Cp, Cpk).



Figura 3.10 Cp y Cpk.

12. Documentación del Laboratorio Calificado

Se lleva a cabo una tercera reunión (video conferencia) donde se mostrarán los certificados, certificaciones del laboratorio donde se realizan las pruebas reportadas en la sección 10. Estas certificaciones de laboratorio se muestran en tiempo real al cliente, y se podrían enviar como archivo adjunto en el drive (sharepoint).

13. Reporte de Aprobación de Apariencia

Muchos de los productos requieren una aprobación de características de apariencia, por ello es necesario una autorización por parte del cliente. Para tales efectos, se lleva a cabo una reunión donde se tocarán temáticas relacionadas con este asunto. Una copia de la AAI (aprobación de la Inspección de la apariencia), firmado por el cliente de forma digital. Aplicable para los componentes que afectan a la apariencia únicamente. En este caso la pieza no es firmada, se envían fotografías y son aprobadas. Quedan en el drive o sharepoint para su registro y posterior uso.

14. Piezas Muestra

En la reunión del elemento 13, se tratan temas relacionados con este elemento, donde se autoriza una muestra del lote de producción inicial. Quedará en el drive o sharepoint para su registro y posterior uso.

15. Pieza Maestra

En la reunión que se lleva a cabo para los elementos 13-17, se acuerdan muestra(s) autorizadas por el cliente, que por lo general se utilizarán para entrenar a los operadores e

inspectores en la operación. En este caso la pieza no es firmada, es autorizada y se envían fotografías y son aprobadas. Quedan en el drive o sharepoint para su registro y posterior uso.

16. Ayudas de Verificación

Cuando existen o son necesarias herramientas especiales para verificar las piezas, se definen y se determina el alcance de los dispositivos, se discute diseño y en determinado caso, se comparten los dibujos.

17. Requisitos Específicos del Cliente

El cliente puede manifestar requisitos especiales o específicos de alguna o varias características del producto, en la reunión se manifiestan y se toma registro de ellos.

18. Part Submission Warrant (PSW)

Por último, se lleva a cabo una reunión, donde se compartirá la aprobación del formulario resume todo el paquete PPAP. Este formulario muestra el motivo de la sumisión (cambio de diseño, revalidación anual, etc) y el nivel de los documentos presentados al cliente. Si hay cualquier desviación el proveedor deberá anotarla en el PSW ó informar que PPAP no se puede presentado.

CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA MEDICIÓN

Como ya se había mencionado en líneas precedentes, la empresa afecta al proyecto, ha registrado y medido los tiempos que se necesitó cada PPAP para su desarrollo. Durante la pandemia COVID, no se dejó de realizar esta acción, que en parte fue lo que ayudó a que este proyecto tuviese sustento y datos para su análisis.

Los años 2021 y 2022, años en que las mejoras ya estaban implementadas y estaban funcionando en su totalidad, serán los datos que nos interesan para nuestro análisis. En contraparte, se usarán los datos obtenidos de los periodos 2019 y 2020. Esto anterior con el objetivo de evaluar la injerencia de la tecnología en el proceso de PPAP a causa de la llegada del COVID.

Tabla 4.1 Tiempos de PPAP 2021.

CONTROL DE TIEMPOS 2021 TIEMPOS PARA PPAP												
Organization: EMPRESA METALMECÁNICA						Part Number: 123456789						
Supplier/Vendor Code: VARIOS						Part Name: 123456789						
Inspection Facility: DOMICILIO CONOCIDO						Design Record Change Level: N/A						
						Engineering Change Documents						
Item	Dimension / Specification	Specification / Limits	Test Year	Qty. Tested	Días invertidos en el proceso					OK	Total	
					1	2	3	4	5			
1	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
2	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	
3	60	DIAS 30 : 60	2021	3	6	6	2	5	4	X	23	
4	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
5	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	
6	60	DIAS 30 : 60	2021	3	6	6	2	5	4	X	23	
7	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
8	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	
9	60	DIAS 30 : 60	2021	3	6	6	2	5	4	X	23	
10	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
11	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	
12	60	DIAS 30 : 60	2021	3	6	6	2	5	4	X	23	
13	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
14	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	
15	60	DIAS 30 : 60	2021	3	6	6	2	5	4	X	23	
16	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
17	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	
18	60	DIAS 30 : 60	2021	3	6	6	2	5	4	X	23	
19	60	DIAS 30 : 60	2021	3	4	2	5	7	6	X	24	
20	60	DIAS 30 : 60	2021	3	5	7	6	4	9	X	31	

Tabla 4.2 Tiempos de PPAP 2022.

CONTROL DE TIEMPOS 2022												
TIEMPOS PARA PPAP												
Organization: EMPRESA METALMECÁNICA						Part Number: 123456789						
Supplier/Vendor Code: VARIOS						Part Name: 123456789						
Inspection Facility: DOMICILIO CONOCIDO						Design Record Change Level: N/A						
						Engineering Change Documents						
Item	Dimension / Specification	Specification / Limits	Test Year	Qty. Tested	Días invertidos en el proceso					Ok	Total	
					1	2	3	4	5			
1	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
2	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	
3	60	DIAS 30 : 60	2022	3	4	4	5	4	6	X	23	
4	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
5	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	
6	60	DIAS 30 : 60	2022	3	4	4	5	4	6	X	23	
7	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
8	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	
9	60	DIAS 30 : 60	2022	3	4	4	5	4	6	X	23	
10	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
11	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	
12	60	DIAS 30 : 60	2022	3	4	4	5	4	6	X	23	
13	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
14	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	
15	60	DIAS 30 : 60	2022	3	4	4	5	4	6	X	23	
16	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
17	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	
18	60	DIAS 30 : 60	2022	3	4	4	5	4	6	X	23	
19	60	DIAS 30 : 60	2022	3	6	2	5	4	7	X	24	
20	60	DIAS 30 : 60	2022	3	7	3	6	6	5	X	27	

Los cambios que se presentaron en la empresa, son dignos de analizarse, por ende, se elegirá un método de análisis, en este caso será el método analítico, ya es un procedimiento que descompone un todo en sus elementos básicos y, por tanto, partiremos de lo general a lo específico.

Los elementos a analizar, serán los tiempos que se tomaron de cada año, es decir, 2019, 2020, 2021 y 2022.

La herramienta a utilizar será el software Minitab, que servirá para realizar el análisis de las medias de los tiempos de cada uno de los 4 elementos.

El estadístico del software Minitab que se utilizará, será la prueba t de dos muestras

(también llamada prueba t de muestras independientes) es un método utilizado para probar si las medias de población desconocidas de dos grupos son iguales o no (Palacios López & Gisbert Soler, 2018).

Lo que se pretende determinar después de obtenidos los resultados de la prueba, son las hipótesis planteadas, de tal forma que los datos obtenidos sean contundentes para aceptar o rechazar la Hipótesis nula (H_0), las hipótesis son:

Hipótesis nula (H_0): La tecnología no contribuyó en la mejora en el proceso del PPAP.

$$H_0: \mu_0 \leq \mu_1$$

(Prueba de Hipótesis Para la Media Poblacional)

Hipótesis alterna (H_1): La tecnología sí contribuyó en la mejora en el proceso del PPAP.

$$H_1: \mu_0 > \mu_1$$

(Prueba de Hipótesis Para la Media Poblacional)

Se capturan los datos en 2 columnas (2 muestras), de tal forma que en una columna se hallarán los datos (tiempos) de “antes de COVID 19” y en otra columna se colocarán los datos “durante COVID 19”.

Hoja de trabajo 1 ***				
↓	C1	C2	C3	C4
	Antes COVID	Durante COVID		
1	46	24		
2	53	31		
3	45	23		
4	53	24		
5	46	31		
6	53	23		
7	45	24		
8	53	31		
9	46	23		

Figura 4.1 Datos para análisis en Minitab.

Posteriormente, se solicitará al software que determine si las medias de los 2 grupos, difieren significativamente.

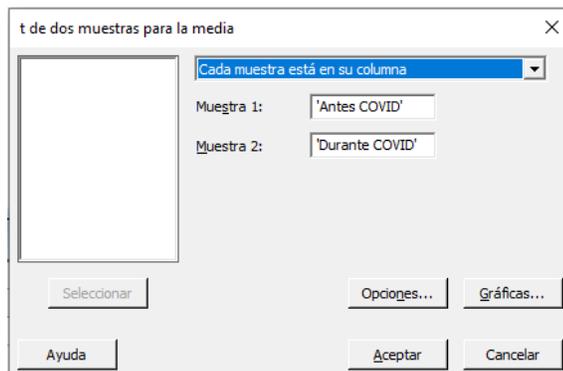


Figura 4.2 Prueba t de 2 muestras.

Ingresaremos las opciones para la prueba t, donde el nivel de confianza será de 95% y nuestra prueba será en función de $H_1: \mu_0 > \mu_1$.

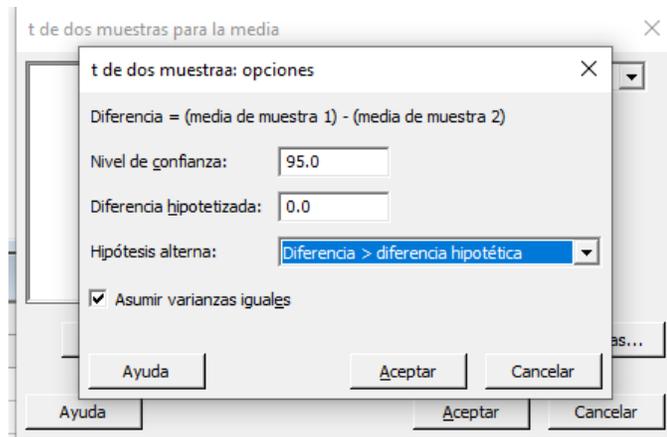


Figura 4.3 Opciones de prueba.

Se realiza la prueba y se obtiene el resultado que estimó Minitab.

Sesión		
Diferencia	Desv.Est. agrupada	Limite inferior de 95% para la diferencia
25.217	4.101	23.975

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
33.68	118	0.000

Figura 4.4 Resultados Minitab.

CAPITULO V. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

Después de haber realizado el análisis de los datos (tiempos 2019, 2020, 2021 y 2022) con el software Minitab, utilizando la herramienta “t de dos muestras”, se obtuvo un resultado que se debe interpretar.

1. Los datos evaluados fueron los tiempos obtenidos durante los años 2019, 2020, 2021 y 2022, donde se fueron registrando los tiempos de duración de cada proceso de PPAP que fue desarrollado dentro de la empresa metalmecánica, el número de datos por año fueron 30, es decir, que se cuenta con 120 datos del mismo proceso.

Donde 60 equivalen a una muestra denominada “Antes COVID 19”, que está comprendida por los años 2019 y 2020, y 60 equivalen a otra muestra denominada “Durante COVID 19”, que está comprendida por los años 2021 y 2022.

Para comprobar la normalidad de nuestros datos, se realizó una prueba de normalidad a las 2 muestras, obteniéndose valores para p (Valor p):

- Antes COVID 19 = 0.15 (Normales)
- Durante COVID 19 = 0.22 (Normales)

Si el valor $p < 0.01$, significa que los datos no son normales.

2. Se usó en nivel de confianza de 95%, toda vez que el intervalo de confianza describe la variabilidad entre la medida obtenida en un estudio y la medida real de la población (el valor real). Corresponde a un rango de valores, cuya distribución es normal y en el cual se encuentra, con alta probabilidad, el valor real de una determinada variable. Esta «alta probabilidad» se ha establecido por consenso en 95%. Así, un intervalo de

confianza de 95% nos indica que dentro del rango dado se encuentra el valor real de un parámetro con 95% de certeza (Palacios López & Gisbert Soler, 2018).

El nivel de significancia, también denotado como alfa o α , es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Por ejemplo, un nivel de significancia de 0.05 indica un riesgo del 5% de concluir que existe una diferencia cuando no hay una diferencia real (Palacios López & Gisbert Soler, 2018).

Minitab calculará un valor para P (P-value) indica la probabilidad de obtener un valor tan o más extremo al observado, partiendo de la suposición de la igualdad de efecto que marca la hipótesis nula.

En la mayoría de los análisis, un nivel de significancia (alfa) es 0,05 y se utiliza como el límite de significancia. Si el valor p es menor que 0,05, rechazamos la hipótesis nula.

3. Se utilizó la prueba t de dos muestras (también llamada prueba t de muestras independientes) para probar si las medias de población desconocidas de dos grupos son iguales o no.

De los resultados que proporcionó Minitab, se advierte un valor $p = 0.000$.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
33.68	118	0.000

Figura 5.1 Valor p.

CONCLUSIONES.

Llegado a este punto y por todo lo expuesto y fundado, es necesario concluir.

Las hipótesis:

Hipótesis nula (H₀): La tecnología no contribuyó en la mejora en el proceso del PPAP.

$$H_0: \mu_0 \leq \mu_1$$

(Prueba de Hipótesis Para la Media Poblacional)

Hipótesis alterna (H₁): La tecnología sí contribuyó en la mejora en el proceso del PPAP.

$$H_1: \mu_0 > \mu_1$$

(Prueba de Hipótesis Para la Media Poblacional)

CONCLUSIÓN UNICA. Se rechaza la hipótesis nula, toda vez que después de la prueba y de la obtención del valor p y de su comparación contra alfa, resultado menor que valor p, por ende, se tiene suficiente evidencia para llegar a esta conclusión.

Al rechazar la hipótesis nula ($H_0: \mu_0 \leq \mu_1$) queda de manifiesto que el uso de la tecnología como un medio alternativo y correctivo para llevar a cabo procesos dentro de las empresas, en este caso para una empresa metalmecánica, es en pro de la mejora y de la optimización, toda vez que los

procesos de PPAP que se desarrollaron en la empresa antes y durante el COVID 19, tuvieron diferencias significativas en sus mediciones de tiempos, lo que generó la necesidad de evaluar el impacto de dichos cambios, de cara a generar un precedente.

Dicho impacto se refleja de forma positiva, lo que quiere decir que, en efecto, la tecnología mejoró el proceso de PPAP dentro de la empresa metalmecánica, traduciéndose en menos tiempo para su desarrollo y cumplimiento.

Contrastando los efectos positivos contra los negativos que ha dejado la pandemia, un punto a favor es la reducción significativa de los tiempos de desarrollo de procesos, como lo es este caso, haciéndolos más ágiles mediante herramientas virtuales con usos no tan extendidos antes de este evento mundial. El presente trabajo, deja la posibilidad abierta para que, así como se ha realizado este análisis, se pueda replicar con otros procesos inherentes a la calidad, o bien, a aquellos relacionados con la complejidad de las eficiencias productivas que ayuden a las empresas a mejorar sus niveles de productividad disminuyendo tiempos de ciclo en sus operaciones.

BIBLIOGRAFIA.

AIAG. (2006). *Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)*.

Álvarez Gallego, I. (2006). *Introducción a la Calidad*.

Bryan Book, Chrysler LLC, Chair Russ, Hopkins, Ford motor Company William, Fick, General

Motors Corporation Robert, Minkler, Delphi Corporation, Craig W illiams, Eaton

Corporation. (1994). *PLANEACIÓN AVANZADA DE CALIDAD DEL PRODUCTO*.

Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2008). *Administración de la Calidad Total*.

Deming, W. E. (1982). *Calidad, Productividad y Competividad*.

Ishikawa, K. (1989). *Introducción al Control de Calidad*.

Palacios López, M., & Gisbert Soler, V. (2018). *Control Estadística de la Calidad: Una aplicación Práctica*.