



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

APLICACIÓN DE LA PLANEACIÓN AVANZADA DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO (APQP) EN LA PLATAFORMA L21B

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTA:

BRENDA BRITANIA MORALES DE LA CRUZ

ASESOR:

ALEJANDRO PUGA VARGAS

JUNIO



CAPITULO 1: PRELIMINARES.

2. Agradecimientos.

Quiero agradecer principalmente a la Empresa Manufacturas Industriales CEJ. por permitirme realizar este proyecto y por hacerme sentir parte de la familia Maindsteel, Agradezco al Ing. Ricardo Camarillo quien con su conocimiento me brindó el apoyo para que este proyecto fuera exitoso y a los demás miembros del área de Calidad quienes estuvieron dándome su apoyo.

Al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, también agradezco a cada uno de los profesores con los que tuve el placer de coincidir durante el desarrollo de mi carrera y por compartirme sus conocimientos, con los cuales estoy creciendo día a día como profesional.

Quiero agradecer especialmente a mis padres Cristina y Candido, que gracias a ellos ha sido posible todo esto, gracias por confiar en mí en todo momento, por ayudarme incondicionalmente y nunca dejarme sola.

A mi hijo Emilio, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles, por brindarme una vida de aprendizajes, experiencias, sobre todo felicidad y quien es el motivo principal por el cual quiero superarme y ser una profesional exitosa.

Por último, quiero agradecer a mis familiares quienes siempre estuvieron apoyándome en este camino y creyeron en mí. A mis amigos y compañeros con quien compartí miles de experiencias durante mi estancia en el ITPA y en especial a Vania Rivera, gracias por estar presente no solo en esta etapa de mi carrera, sino, porque estuviste presente en todo momento cuando más lo necesité.

3. Resumen.

La globalización económica y comercial es una realidad, ante esto muchas empresas buscan implementar nuevas estrategias e ideas para mejorar su competitividad, pero muchas veces se olvidan metodologías que han dado resultado durante años.

La Planeación de la Calidad del Producto se consolidó a partir del trabajo realizado por la industria automotriz de Estados Unidos para competir con la industria japonesa, por medio del llamado Automotive Industry Action Group, (AIAG).

En este proyecto se explica el desarrollo de una de la aplicación de las herramientas utilizadas en las industrias automotrices APQP (Planeación Avanzada de Calidad del Producto), la cual incluye un marco de distintos procedimientos para el desarrollo de nuevos productos en la industria de tal manera de es considerada una de las Core Tools. En este procedimiento se analiza cada una de las etapas con su respectivo desarrollo; produciendo un plan de calidad del producto que apoye el desarrollo de un producto o servicio que satisfaga las necesidades del cliente.

El APQP sirve de guía en el proceso de desarrollo y también es una forma estándar para compartir los resultados entre los proveedores y las empresas automotrices. Este proceso se enfoca en el desarrollo, la industrialización como el lanzamiento de nuevos productos, también considerado un modelo que puede ser soportado por los principios y métodos Lean que permite gestionar proyectos de forma eficiente estableciendo un plan para crear productos y servicios nuevos desde el diseño con la finalidad de obtener productos aceptados luego valorados por el cliente. El diseño de nuevos productos se adapta a cualquier industria que tenga la visión de diseñar y ensamblar nuevos productos incorporando nuevos enfoques para mejorar y posicionar sus productos en los diferentes mercados.

Es una metodología para asegurar la comunicación dentro de las áreas de una compañía y entre una compañía y su cliente que busca que se diseñe bien, a la primera dentro del tiempo y costo planeados.

La utilización de un plan basado en APQP sirve para mejorar los procesos de producción dentro de una empresa, garantizando así la mejor calidad de sus productos. Son muchas las mejoras que se pueden notar rápidamente: desde una mejor comunicación entre cada uno de los departamentos que integran a la empresa, mejor comunicación con los proveedores externos que forman parte del plan, lograr alcanzar objetivos en el tiempo establecido y también se pueden reducir considerablemente los riesgos que están asociados al lanzamiento de algún nuevo producto al mercado.

4. Índice

CAPITULO 1: PRELIMINARES.

1. Portada.....	2
2. Agradecimientos.....	3
3. Resumen.....	4
4. Índice.....	6

CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.

5. Introducción.....	9
6. Descripción de la Empresa u Organización y del Puesto o Área del Trabajo del Residente.....	10
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	13
8. Justificación.....	14
9. Objetivos.....	14

CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO.

10. Marco Teórico (Fundamentos Teóricos).....	15
---	----

CAPITULO 4: DESARROLLO.

11. Procedimiento y Descripción de las Actividades.....	32
---	----

CAPITULO 5: RESULTADOS.

12. Resultados del Proyecto.....	60
----------------------------------	----

CAPITULO 6: CONCLUSIONES.

13. Conclusiones del proyecto.....	66
------------------------------------	----

CAPITULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	67
---	----

CAPITULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.

15. Fuentes de Información.....	68
---------------------------------	----

CAPITULO 9: ANEXOS

Lista de Tablas.

Tabla 1 Lista Preliminar de Materiales.....	35
Tabla 2 Rangos de Evaluación para Efectos Potenciales.....	46
Tabla 3 Rangos de Evaluación para Causas Potenciales de las Fallas	46
Tabla 4 Rango de Evaluación para Controles de Procesos.....	47

Lista de Figuras.

Ilustración 1 Estructura Organizacional del Área de Calidad.....	12
Ilustración 2 Procesos de Manufactura de las partes de la Plataforma L21B	32
Ilustración 3 Documento SMS	34
Ilustración 4 Plano de la pieza 155J1-E1201	34
Ilustración 5 Estudio de Capacidad de Diámetro de End Forming pieza 216A3-E1201	36
Ilustración 6 Estudio de Capacidad Alineación de Extremos pieza 155J1-E1201	37
Ilustración 7 Estudio de Capacidad de Altura de Ultima Ranura pieza 155J1-E1201.....	37
Ilustración 8 Estudio de Capacidad de Altura de Z pieza 155J1-E1201.....	38
Ilustración 9 Estudios de Capacidad Longitud total de la pieza 155J1-E1201	38
Ilustración 10 Estudios de Capacidad Diámetro de End Forming pieza 155J1-E1201	39
Ilustración 11 Documento de Características Especiales	40
Ilustración 12 Documento Historial de Cambios	41
Ilustración 13 Diagrama de Flujo de proceso de la pieza 244A1-E1201	43
Ilustración 14 Distribución de Líneas de Producción	44
Ilustración 15 Documento Plan de Control.....	49
Ilustración 16 Documento de Registro de Inspección a Características de Calidad	51
Ilustración 17 Documento Hoja de Verificación de Inspección	51
Ilustración 18 Documento de Hoja de Inspección para Uso de Plantilla.....	55
Ilustración 19 Datos Obtenidos de los Estudios R&R.....	57
Ilustración 20 Grafica de Repetitividad y Reproducibilidad de los Estudios R&R	57
Ilustración 21 Datos de Inspección.....	58
Ilustración 22 Documento de Autorización de Producción Masiva	60
Ilustración 23 Carta de Aceptación.....	70
Ilustración 24 Fases del APQP.....	71
Ilustración 25 Plano de la pieza 216A3-E1201	71

Ilustración 26 Plano de la pieza 216A3-E1261	72
Ilustración 27 Plano de pieza 216B3-E1201	72
Ilustración 28 Plano de la pieza 244A1-E1201	73
Ilustración 29 Autorización de Producción de Prototipo	74
Ilustración 30 Norma de Empaque 1 de 2	75
Ilustración 31 Norma de Empaque 2 de 2	76
Ilustración 32 Diagrama de Flujo pieza 216B3-E1201	77
Ilustración 33 Diagrama de Flujo pieza 216A3-E1261	77
Ilustración 34 Diagrama de Flujo pieza 155J1-E1201	78

CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.

5. Introducción.

En Manufacturas Industriales CEJ. S.A de C. V. conocida como Maindsteel, es una empresa dedicada a la manufactura y comercialización de productos metálicos. Cuenta con más de 12 años de trayectoria siendo líder con la más alta calidad. Ofreciendo soluciones a gran número de mercados mediante distintas líneas de negocio. Fundada en el año del 2006, siendo una empresa 100% mexicana expandiendo el potencial humano mediante la innovación tecnológica y el crecimiento para crear soluciones para diferentes mercados.

En el presente documento se presenta el planteamiento y desarrollo de un proyecto en relación a la planificación avanzada de la calidad del producto APQP (Advanced Product Quality Planning), el cual consiste en el control de la fabricación de nuevos productos en comunicación con el cliente para obtener su satisfacción, esta herramienta es utilizada principalmente en empresas automotrices y con ello se hace uso de las CORE TOOLS ya que el APQP es una de ellas; como también: AMEF (Failure Mode and Effects Analysis), PPAP (Product Part Approval Process), SPC (Statistical Process Control) y MSA (Measurement Systems Analysis). Como principales herramientas de documentación especificando las características y condiciones del producto a elaborar.

La planeación avanzada (APQP) es una herramienta de gran importancia para el control de los procesos garantizando la calidad en los productos, es por eso que se realiza la implementación de esta herramienta en secuencia de las demás CORE TOOLS.

6. Descripción de la Empresa u Organización y del Puesto o Área del Trabajo del Residente.

Manufacturas Industriales CEJ. S.A. de C.V. más conocida como Maindsteel, es una empresa dedicada a la manufactura y comercialización de productos metálicos, fundada en el año 2006 ubicada en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes (PIVA), Esta empresa cuenta con los procesos de: Diseño, Corte, Punzado CNC, Doblado CNC y Manual, Troquelado, Estampado, Remachado, Soldadura (MIG, TIG Y Resistencia), Pintura en Polvo y Liquida. Aparte cuenta con procesos de soporte como lo son: Control de Documentos, Gestión del Talento Humano y Mejora Continua.

Actualmente Maindsteel cuenta con 9 líneas de negocio las cuales son:

- **Maindsteel Automotive:** Su principal enfoque es desarrollar autopartes metálicas para clientes como TACHI'S, NISSAN, MAZDA Y CALSONIC KANSEI.
- **Maindsteel comercio:** En esta línea se fabrican góndolas, racks, exhibidores y check outs. Enfocada en atender las necesidades de clientes como: ARCACONTINENTAL, FEMSA, BIMBO, Vianney, Extra, Soriana, entre otras.
- **Desarrollo Urbano:** Encargada de fabricar contenedores de basura para el gobierno municipal y creando mejora para espacios públicos.
- **Maindsteel Home and Office:** Enfocada en desarrollar productos propios para la decoración de hogares y oficinas.
- **Maindsteel Industrial:** La cual se dedica a fabricar racks, carritos para manejo de materiales y mesas de trabajo para otras industrias.
- **Mindsoft:** Enfocada en servicios TI y aplicaciones ERP.
- **Maindsteel Tecnology:** Enfocada en el desarrollo y equipo de procesos de manufactura, así como proyectos de energía renovable.
- **Maindsteel Agro:** Enfocada al desarrollo de implementos agrícolas.

- **Maind Green:** Dirigida a ofrecer soluciones integrales para el sector agrícola mediante el desarrollo de insumos propios, así como la distribución de tractores SONALIKA.

MAINSTEEL cuenta con más de 180 clientes y el reconocimiento de ser una de las empresas mexicanas más exitosas de los últimos años.

El estudiante estará en el área de Calidad Automotriz donde podrá desarrollar el proyecto de Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) para la Plataforma L21B del cliente TACHI'S.

Misión de la Empresa.

Pasión por vivir, crear y crecer.

Visión de la Empresa.

Ser la máxima expresión de un potencial.

Política de Calidad

Trascendemos creando soluciones integrales, comprometidos con la plena satisfacción del cliente evolucionando a través de la innovación cumpliendo con las normas y estándares de calidad establecidos y mejorando continuamente nuestros procesos, productos y servicios.

Estructura Organizacional.

El organigrama de la empresa es muy extenso es por eso que únicamente se presenta la estructura del área donde el estudiante está presentando el proyecto la cual como ya habíamos mencionado anteriormente es el área de Calidad (Ilustración 1).

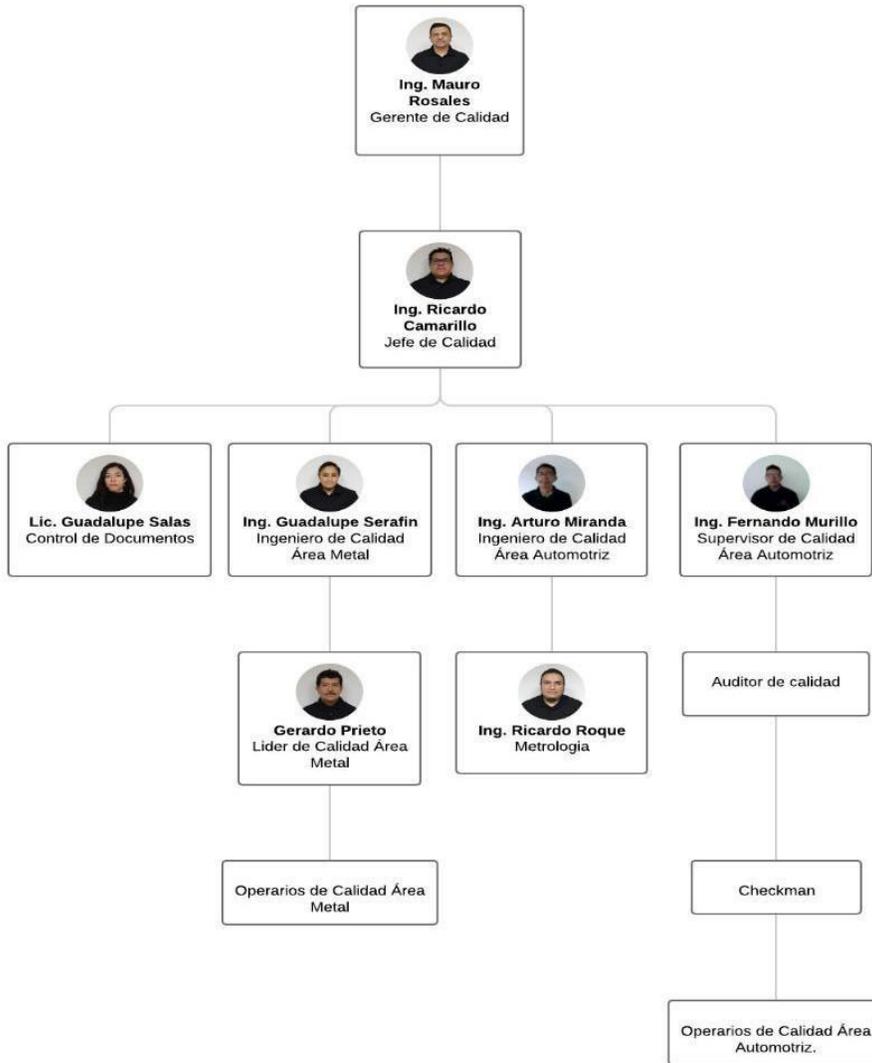


Ilustración 1 Estructura Organizacional del Área de Calidad.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Para la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto de la plataforma L21B (Cabeceras "línea automotriz") es necesario la implementación de un plan de control para mejorar la calidad en los distintos números de parte es por eso que se tiene la necesidad de crear el plan de calidad ya que el producto tiene que cumplir con los requerimientos necesarios en su diseño y manufactura. Sin un plan de control de calidad las piezas de la plataforma L21B no podrán satisfacer las necesidades del cliente en el tiempo y forma especificado, todas estas acciones pueden hacer que la empresa cancele posibles contratos con los clientes.

Para el desarrollo de planes de control es necesario aplicar las 5 fases del APQP (Planeación Avanzada de la Calidad del Producto), las cuales son:

- 1.- Planeación y Definición de un Programa. (Concepto)
- 2.- Diseño y Desarrollo del Producto. (Producto/Prototipo)
- 3.- Diseño y Desarrollo del Proceso. (Proceso)
- 4.- Validación del Producto y Proceso. (Producto y Proceso)
- 5.- Evaluaciones, Retroalimentación y Acciones Correctivas. (Producción)

Todas estas fases requieren una sincronización de las actividades del desarrollo del nuevo producto, esto es clave para seguir siendo competitivos en el mercado. Esto implica asegurar la comunicación de cada una de las áreas que comprenden la fabricación del producto, la empresa y el cliente el cual busca que se diseñe bien el producto y proceso a la primera dentro del tiempo y costo planeado.

8. Justificación.

Este proyecto es un potenciador de la productividad ya que, con un buen diseño de este los costos del diseño del producto son más bajos, disminuye la variabilidad del producto, economiza los controles de producción y reduce hasta 10 veces más los costos de producción al ser liberados al cliente implementando programas de prototipos y la validación del diseño en conjunto con los ellos.

9. Objetivos.

Objetivo General.

- Aplicar la Planeación de la Calidad del Producto (APQP) en la plataforma L21B con el fin de definir y establecer los pasos necesarios para asegurar que el producto satisface perfectamente las necesidades y requerimientos específicos del cliente en su diseño y manufactura.

Objetivos Específicos.

- Implementar ayudas visuales en las líneas de producción con el fin de evitar piezas no conformes y aumentar la productividad de los operadores.
- Modificar Ayudas visuales, Instrucciones de trabajo, Instrucciones de uso de plantillas de inspección y Hojas de registro de inspección continuamente para asegurar el cumplimiento de la calidad del producto.
- Modificar continuamente el Control Plan, AMEF y Diagrama de Flujo conforme se va requiriendo ya que son documentos vivos e influyen directamente en el proceso del producto.

CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO.

10. Marco Teórico (Fundamentos Teóricos).

Las Core Tools son un conjunto de herramientas principalmente usadas en el sector automotriz también conocidas como PPAP, APQP, AMEF, SPC y MSA. Estas herramientas son procesos desarrollados conjuntamente por Chrysler, Ford y General Motors para diseñar, desarrollar, prevenir, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Estas herramientas son un requisito de la especificación técnica IATF 16949:2016. (SCP Consulting Group, 2019)

APQP (Advanced Product Quality Planning).

APQP o Advanced Product Quality Planning, es un marco de procedimientos y técnicas utilizadas para el desarrollo de productos en la industria, en particular la industria automotriz. Es muy similar al concepto de Diseño para Six Sigma (DFSS). El APQP al igual que el PPAP, AMEF, SPC y MSA son consideradas las Core Tools del sector automotriz y es un requisito de la especificación técnica ISO/TS 16949.

Se trata de un proceso definido para un sistema de desarrollo de productos para General Motors, Ford, Chrysler y sus proveedores. Según AIAG (Automotive Industry Action Group), el propósito del APQP es producir un plan de calidad del producto que apoye el desarrollo de un producto o servicio que satisfaga las necesidades del cliente.

El APQP es un proceso desarrollado a finales de 1980 por una comisión formada por Ford, GM y Chrysler. Esta herramienta es utilizada hoy en día por estas tres empresas, sus proveedores y algunas filiales. El APQP sirve de guía en el proceso de desarrollo y también es una forma estándar para compartir los resultados entre los proveedores y las empresas automotrices.

Dicho proceso se enfoca en el desarrollo, la industrialización y el lanzamiento de nuevos productos.

El APQP cuenta con 5 fases:

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

(SPC Consulting Group, 2019)

En el apartado de Anexos se muestra una imagen de las Fases de la APQP (Ilustración 24).

Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF).

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas, también conocido como AMEF o FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis), nació en Estados Unidos a finales de la década del 40. Esta metodología desarrollada por la NASA, se creó con el propósito de evaluar la confiabilidad de los equipos, en la medida en que determina los efectos de las fallas de los mismos.

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

- Productos: El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

- **Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.
- **Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.
- **Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Generar Know-how.
- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos.

¿Cuándo se debe implementar el AMEF?

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera que considerar implementarlo no requiere de condiciones específicas de las operaciones. Sin embargo, pueden detectarse situaciones en las cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Etapas de documentación de procesos y productos.
- Etapas de recopilación de información como recurso de formación.
- Por exigencia de los clientes.

El AMEF es por excelencia la metodología propuesta como mecanismo de acción preventivo en el diagnóstico y la implementación del Lean Manufacturing. Este se activa por medio de los indicadores cuando se requiere prevenir la generación de problemas. (Chrysler LLC; Ford Motor Company; General Motors Company, Junio, 2008)

Análisis del Sistema de Medición (MSA).

El MSA es una herramienta fundamental para aquellas entidades que trabajan en proyectos Seis Sigma, para organizaciones automovilísticas con un sistema de administración de la calidad según los requisitos de la norma ISO/TS 16949, para laboratorios de calibración o ensayo acreditados por la ISO 17025...

Hay que tener presente que el análisis de sistemas de medición MSA va a permitir conocer la calidad de nuestras mediciones y, por lo tanto, el grado de control de nuestras actividades.

Uno de los estudios empleados habitualmente en el análisis de los sistemas de medición es el de repetitividad y reproducibilidad de los equipos y sistemas de medida, conocidos como estudios R&R o GRR (gage R&R). Esto nos permite

conocer la precisión de nuestras medidas y estimar la variación que se puede atribuir al proceso y la asociada al sistema de medición. De hecho, el GRR es una herramienta básica para la realización de proyectos Seis Sigma.

Además de la precisión de nuestras medidas es necesario conocer en profundidad otras características metrológicas asociadas al proceso de medición, como son los estudios del sesgo. Empleando materiales de referencia adecuados y participando en ejercicios de intercomparación se puede estudiar la diferencia entre el valor medio de nuestras medidas y el valor tomado como referencia.

Un estudio combinado de la precisión y de la veracidad va a permitirnos conocer la calidad de nuestras mediciones y, por lo tanto, junto con otras herramientas como los gráficos de control, realizar un seguimiento adecuado de nuestros procesos.

Pero también es necesario realizar otros estudios respecto a nuestro sistema de medición, como por ejemplo la linealidad, en el que se pretende conocer la relación entre lo que estamos midiendo y el resultado obtenido, o la estabilidad de los equipos.

Por último, una vez realizados todos los estudios pertinentes es necesario aplicar las herramientas estadísticas adecuadas para poder obtener conclusiones. El empleo de hojas de cálculo validadas es fundamental para realizar estos cálculos con garantías. (Chrysler Group LLC; Ford Motor Company; General Motors Company, Junio 2010)

Control Estadístico del Proceso (SPC)

SPC por sus siglas en inglés (statistical process control), mejor conocido en español como control estadístico de proceso, son gráficos de control, que permiten usar criterios objetivos para distinguir variaciones de fondo de eventos de importancia. Casi toda su potencia está en la capacidad de monitorizar el centro del proceso y su variación.

Conceptos Fundamentales de SPC:

La filosofía de administración por calidad total se basa en el mejoramiento constante del proceso, con la finalidad de prevenir que se elaboren productos o servicios defectuosos. Por lo tanto, un elemento fundamental en esta filosofía es el control del proceso. Es indispensable este control, pues en todo proceso está latente el fenómeno de la variabilidad.

Los factores que provocan la variabilidad son entre otros:

- La maquinaria o herramienta empleada, que no trabaja siempre de la misma manera.
- La materia prima, que no tiene en todo momento las mismas características
- El factor humano, cuyo trabajo depende de muchas circunstancias externas e internas

Con el control del proceso no se trata de suprimir la variabilidad sino de reducirla.

SPC en la Industria Automotriz

El SPC tiene una amplia aplicación en la industria automotriz, enfocado a los siguientes aspectos:

- Obtener y procesar datos que permitan establecer el comportamiento de los procesos para su control
- La satisfacción del cliente como principal meta del negocio
- La organización debe cumplir con su compromiso de mejora
- Los métodos estadísticos básicos pueden ser usados para que el esfuerzo de mejora sea efectivo
- Prevenir antes que corregir
- Mejorar el desempeño de los procesos

Puntos Básicos del Manual SPC

1. La recolección de los datos y el uso de métodos estadísticos para interpretarlos no es fines en sí mismos La intención es entender el proceso como una base de las acciones a tomar.
2. Los sistemas de medición son críticos para el análisis apropiado de los datos, y deben ser bien entendidos antes de la recolección de datos del proceso. Cuando tales sistemas carecen de control estadístico o su variación consume una porción substancial de la variación total en los datos de proceso, pueden originarse decisiones inapropiadas.
3. Los conceptos básicos del estudio de la variación y el uso de técnicas estadísticas para mejorar su desempeño, pueden aplicarse a cualquier área. Sin embargo, el material del Manual SPC está enfocado a las aplicaciones en procesos de manufactura.
4. La aplicación de técnicas estadísticas a la salida del proceso (partes) debe ser sólo el paso inicial. El proceso es el que genera esta salida, por lo cual hay que enfocar los esfuerzos conocer su desempeño y mejorarlo.
5. En el manual se ilustra la aplicación del SPC con ejemplos. Se recomienda que los participantes lo apliquen en casos reales de su organización.
6. El manual SPC es un primer paso hacia el uso de métodos estadísticos y no reemplaza la necesidad de los usuarios de incrementar su conocimiento de métodos estadísticos y su teoría. Los lectores deben ser alentados a aspirar a una educación estadística formal. En aquellos campos en que se exceda lo cubierto por este manual el lector debe buscar a la persona que tenga el conocimiento requerido y consultarla para aprender la técnica apropiada. (SPC Consulting Group, 2019)

Proceso de Aprobación de Pieza de Producción (PPAP).

El PPAP o Proceso de Aprobación de Pieza de Producción es un elemento imprescindible dentro de los procesos de producción industrial y requisito fundamental de los exigidos en la especialización técnica ISO/TS16949. La norma ISO/TS 16949 sobre los Sistemas de Calidad en el sector automotriz, garantiza la satisfacción del cliente por el cumplimiento de sus exigencias y la seguridad de los productos, siendo esta característica fundamental en este sector.

El fin que persigue el PPAP es definir y controlar que los registros de los proyectos de ingeniería y peticiones del cliente para que cumplan con las exigencias determinadas por los propios clientes de una manera constante.

Los registros de obligatorio cumplimiento formadores del PPAP son:

- Registros de Diseño: Una copia del dibujo. Si el cliente es responsable de este diseño es una copia del plano del cliente que se envía junto con la orden de compra (PO). Si el proveedor es responsable del diseño es un dibujo publicado en el sistema de liberación del proveedor.
- Documentos de Cambios de ingeniería: Un documento que muestra la descripción detallada del cambio en el diseño del producto. Por lo general, este documento se denomina “Notificación de cambios de ingeniería”
- Aprobación de la Ingeniería de clientes: Esta aprobación es generalmente el juicio de ingeniería con piezas de producción realizadas en la planta del cliente
- AMEF'S de Diseño: Una copia del DFMEA análisis y modo de falla de diseño, revisado y firmado por el proveedor y el cliente.
- Diagramas de Flujo del Proceso: Una copia del flujo del proceso, indicando todos los pasos y la secuencia en el proceso de fabricación, incluyendo los componentes entrantes.
- FMEA de proceso: Una copia del AMEF análisis y modo de falla de producción, revisado y firmado por el proveedor y el cliente. El PFMEA

sigue los pasos de flujo de proceso, e indicar “qué podría ir mal” durante la fabricación y el montaje de cada componente.

- Planes de Control: Una copia del Plan de Control, revisado y firmado por el proveedor y el cliente. El Plan de Control sigue los pasos PFMEA, y proporciona más detalles sobre cómo los “problemas potenciales” son verificados en el proceso de montaje de calidad de entrada, o en las inspecciones de productos terminados.
- Estudios de Análisis de Sistemas de Medición: Contiene generalmente el estudio R&R de las características críticas, y una confirmación de que los indicadores utilizados para medir estas características son calibrados.
- Resultados Dimensionales: Una lista de todas las dimensiones registradas en el dibujo. Esta lista muestra la característica de producto, la especificación, los resultados de la medición y la evaluación de la muestra si esta dimensión está “bien” o “mal”.
- Resultados de Pruebas de Materiales/Desempeños: Uno 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.
- Estudios Iniciales de Procesos: Por lo general, esta sección muestra todos los gráficos estadísticos de control de procesos que afectan a las características más importantes del producto.
- Documentación de Laboratorios Certificados: Copia de todas las certificaciones del laboratorio donde se realizan las pruebas reportadas en la sección 10
- Reportes de Aprobación de Apariencia (RAA's): 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.
- Muestras del Producto: Una muestra del lote de producción inicial.

- Muestras Master: Una muestra firmada por el cliente y el proveedor, que por lo general se utiliza para entrenar a los operadores de las inspecciones.
- Ayudas para el Chequeo: 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.
- Registros de cumplimiento con Requisitos Especiales de los clientes: Cada cliente puede tener requisitos específicos que se incluyen en el paquete PPAP
- Certificados de Emisiones de Partes (PSW's): 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 PPAP no se puede presentado.

Es un elemento que aporta a la organización unas herramientas que puedan ser usadas por todo el personal para entender y poner en marcha los requisitos exigidos por los clientes.

La propia organización tiene la responsabilidad de comprobar, previamente a la ejecutar el envío del material al cliente o de finalizar el proceso, que todos los parámetros medidos durante el proceso se encuentran dentro de los márgenes definidos y, por tanto, cumplen con los requisitos especificados por el cliente.

Así, que un PPAP sea aprobado supone que las piezas y materiales producidos cumplen los requisitos definidos por el cliente y, es correcto continuar con la fabricación a escala determinada por el cliente.

El Proceso de Aprobación de Piezas o PPAP es un componente dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, conocido por sus siglas APQP. De tal manera, que este sistema garantiza la calidad del material fabricado y el

cumplimiento de lo deseado por el cliente. Será el mismo cliente el que debe dar el visto bueno y su aprobación en todos los controles y modificaciones realizadas. (DiamlerChrysler Corporation; Ford Motor Company; General Motors Company, Marzo, 2006)

Plan de Control (CP).

El Plan de Control o también conocido en inglés como Control Plan es una metodología documentada en el manual de APQP para ayudar en la manufactura de productos de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente. Esta metodología proporciona un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control con valor agregado para el sistema total. Es una descripción escrita y resumida de los sistemas usados para minimizar la variación del producto y el proceso en cada etapa del mismo y que incluye las inspecciones de recibo, las áreas de material en proceso y material en salida. Proporciona una descripción escrita resumida de los sistemas utilizados para minimizar la variación en el proceso y en el producto. Debe considerarse sin embargo que el Plan de Control no reemplaza la información contenida en las instrucciones detalladas del operador.

Beneficios del CP:

- Reducción de la variación y los desperdicios
- Mejora de la calidad de los productos
- Identificación de las características del producto y proceso y los métodos de control para las fuentes de variación (variables de entrada), que causan variación en las características del producto (variables de salida)
- Contribuye a la satisfacción del cliente, al enfocarse a las características del producto y del proceso que son importantes.
- Asegura la comunicación entre las áreas de planeación, implementación y control.

Un plan de control puede aplicarse a un grupo o familia de productos. Es un documento vivo que debe ser actualizado cuando se mejoran los procesos y los sistemas. En las etapas tempranas del ciclo de vida del producto, el propósito del plan de control es documentar el plan inicial para el control del proceso.

El plan de control debe ser desarrollado por un equipo multidisciplinario, utilizando la información disponible, tal como:

- Diagrama de Flujo de Proceso
- AMEF de Diseño, AMEF de Proceso
- Características especiales
- Lecciones aprendidas de partes similares
- Conocimiento del proceso
- Revisiones de diseño g. Métodos de optimización (QFD, DOE...)

(SCP Consulting Group, 2019)

ISO/TS 16949.

ISO/TS 16949 es una especificación técnica ISO, con el propósito de desarrollar un sistema de gestión de calidad basado en la mejora continua y enfatizando en la prevención de errores y la reducción de scrap de producción. Esta especificación técnica (por sus siglas en inglés TS), está basada en el estándar ISO 9000 y su primera edición fue publicada en Marzo del 2002 bajo el nombre ISO/TS 16949:2002. Actualmente la versión más reciente es la liberada en el año 2009, ISO/TS 16949:2009.

El ISO/TS 16949 se aplica desde las fases de diseño y desarrollo de un nuevo producto, producción y, cuando sea relevante, instalación y servicio de productos relacionados con la industria automotriz. Principalmente la diferencia entre ISO/TS 16949 e ISO 9001 son las herramientas llamadas Core Tools, lo que es el APQP, PPAP, AMEF, SPC y MSA.

Los requerimientos de esta especificación son aplicables a lo largo de la cadena de producción. Recientemente también las plantas de ensamble de vehículos se están certificando bajo esta norma.

El objetivo de este estándar es el mejorar el sistema y el proceso de calidad para incrementar la satisfacción del cliente, identificar problemas y posibles riesgos en los procesos de producción y en la cadena de suministro, eliminar sus causas, tomar acciones preventivas y correctivas y medir la eficacia de estas.

Los 8 capítulos principales del ISO/TS 16949 son:

- Secciones 1-3: Introducción and Prefacio
- Capítulo 4: Sistema de Gestión de la Calidad (Requisitos)
- Capítulo 5: Responsabilidad de la Dirección
- Capítulo 6: Gestión de los Recursos
- Capítulo 7: Realización del Producto
- Sección 8: Medición, Análisis y Mejora

Esta especificación está orientada a los procesos de negocio que se aborda también en la norma ISO 9001:2008. Se buscan los procesos de negocio en el que hay interacciones e interfaces que necesitan ser identificadas, mapeadas y controladas por el sistema de gestión de la calidad. Adicionalmente se define la comunicación hacia el exterior con proveedores, clientes y ubicaciones remotas. La especificación distingue entre los procesos orientados al cliente, apoyo a los procesos y procedimientos de gestión. Este enfoque orientado al proceso está destinado a mejorar la comprensión de todo el proceso.

Un requisito clave del ISO/TS 16949:2009 es el cumplimiento de los requisitos específicos del cliente, creado por el fabricante de automóviles, además del sistema de gestión de calidad de sus proveedores. Esto puede haber contribuido decisivamente al reconocimiento mundial de la TS por muchos fabricantes. (SPC Consulting Group, 2019)

Aplicación del APQP en otros proyectos.

Nombre del proyecto: Introducción de un nuevo producto por medio de la metodología APQP en el área de filtros especiales.

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar el lanzamiento de un nuevo tipo de filtro, el cual formará parte de la manufactura del grupo de productos médicos. Se analizan las características de los filtros y se identifica el tipo de filtro a fabricar y a un lote de 300 piezas se aplica la metodología APQP. Los resultados obtenidos permiten evidenciar que durante el proceso de fabricación se logró realizar seguimiento-evaluación a las pruebas piloto para garantizar que las muestras pasaron las pruebas eléctricas y éstas cumplían con las especificaciones mecánicas que permitieron generar hallazgos en el proceso de prueba y subsanar fallas antes de colocar el producto final en el mercado. Se concluye que el método APQP sirve de base para asegurar la calidad del producto. (Quezada Acosta, Rodríguez Picón, Rodríguez Barbón, Romero López, & Cordero Díaz, 2028)

Nombre del proyecto: Metodología para la Planificación Avanzada de la Calidad en la cadena de valor: caso de estudio en una empresa metalúrgica.

Resumen: En la actualidad con la globalización de los mercados, los clientes exigen gran variedad de productos con estándares que presenten ventajas comparativas, en cantidades variables, considerando los mejores niveles de calidad, los más bajos costos y los menores tiempos de entrega. Es así, como cada participante del proceso se convierte en un factor determinante para el flujo continuo de la cadena de valor. Esta investigación aplicada tiene como fin dar a conocer la función de las herramientas de calidad, tal como APQP, AMEF, QFD, en el sector metalúrgico, cuyo objetivo pretende reducir el tiempo desde el pedido del cliente a la fabricación y entrega de los productos eliminando las actividades sin valor en el proceso productivo en el caso de estudio. Se entiende por actividad sin valor, aquello que el cliente no está dispuesto a dar un pago monetario, por ejemplo, producto no conforme, exceso de movimientos, exceso de inventario, es

decir, lo que hoy en día se conoce como los siete desperdicios en lean manufacturan. A continuación, se desarrollan las tres primeras fases planteadas por la herramienta APQP las cuales permiten conocer la voz del cliente, establecer las características del producto y del diseño, y lograr el desarrollo, el mantenimiento y el flujo continuo de la cadena de valor, satisfaciendo las expectativas de los clientes. (Lopera Yurani & Marín Yudi, 2014)

Nombre del proyecto: Aplicación de APQP en proyecto de manufactura de asientos para automóvil.

Resumen: En el presente trabajo se efectuó un análisis del funcionamiento de los procesos en una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos para la industria automotriz, sin embargo, se percibe que existen muchos rechazos de los clientes, porque no cumplen con las especificaciones del producto. Se propuso y se llevó acabo la aplicación de la fase III del APQP “Diseño y desarrollo del proceso” para el mejoramiento de cada uno de los puntos de esta fase. La metodología consistió en la utilización del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) y dividir a este en 8 pasos o actividades para la solución del problema. Se apoyó de consultas y análisis de normas aplicables al presente tema como son la ISO 9001:2008, ISO/TS 16949:2009, y los manuales emitidos por la AIAG, APQP, PPAP, AMEF. (Hernández Jiménez , 2019)

Nombre del proyecto: Metodología para la implementación de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto en la industria metalmecánica.

Resumen: 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 también requieren 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, nosotros consideramos que sería de gran ayuda para la Industria Metalmeccánica, y es por eso que hemos desarrollado este material practico, con el fin de mostrar cómo llevar a cabo la metodología, así como la sugerencia de herramientas de apoyo con las cuales se pueda acelerar y asegurar su implementación a la forma de trabajo de cualquier empresa del ámbito metalmeccánico. (Romero Olea, 2008)

Nombre del proyecto: MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA PLANEACIÓN AVANZADA DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO (APQP) EN LAS ENSAMBLADORAS Y PROVEEDORES DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DEL SECTOR MOTOCICLETAS EN LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

Resumen: Como uno de los objetivos centrales del programa, se pretende establecer un proceso de ejecución de los proyectos de desarrollo de nuevos productos (DNP) más robusto, que les permita a las empresas crecer al ritmo de la demanda de motos. El procedimiento actual se basa en la gestión de proyectos a través de un procedimiento reconocido en el sector, como el APQP (Planeación Avanzada de la Calidad del Producto), basado en la implementación de una serie de herramientas clave de gestión para el DNP. En la investigación realizada, se caracterizó el contexto actual de las metodologías de desarrollo de nuevas partes en el sector local de motocicletas. Luego, se realiza un análisis comparativo de estas metodologías, frente al APQP y a la metodología propia de Renault como punto de referencia. Finalmente se realiza una propuesta de modelo operacional para las ensambladoras del PGM, con el fin de mejorar el desempeño en sus proyectos de desarrollo de partes para motocicletas. (Gutiérrez Restrepo, 2018)

Nombre del proyecto: Diseño e implementación de un sistema de planificación avanzada de la calidad de un producto en una industria de calderería.

Resumen: Se pretende diseñar e implementar un modelo genérico con el fin de planificar el proceso de diseño y desarrollo de un producto. Se toma como referencia el modelo de Planificación Avanzada de la Calidad de un Producto (APQP) y se adapta a las necesidades de la empresa Laser Work. Dicha empresa se dedica al corte por láser de productos metalúrgicos y al sector de calderería. La planificación del proceso comienza cuando el cliente suministra información detallada sobre las características principales del producto, desde las dimensiones hasta tolerancias en aquellos elementos críticos, y solicita que se le haga una propuesta técnica y económica para atender unos requisitos de producción y entrega. A partir de ahí, entre el productor y el cliente se tiene que establecer una forma de trabajo consensuada que promueva la comunicación y la coordinación entre las dos organizaciones como medio para asegurar calidad del producto a fabricar y el cumplimiento de los requisitos de producción establecidos. Esto se consigue mediante la aplicación de una metodología que sirve para establecer un plan, que contendrá las tareas a realizar, las metodologías a utilizar, los entregables y las revisiones a realizar. Otro objetivo adicional es el desarrollo de una herramienta para calcular el coste del conjunto, ya que es un apartado donde todavía prevalece la propia experiencia al asignar el precio de las piezas. Se pretende determinarlo de forma sistemática a partir del margen de beneficio y de todos los parámetros de fabricación que conllevan el coste real de las piezas. La implantación práctica del modelo APQP de Laser Work se realizará aplicando el modelo genérico a un producto solicitado por uno de los principales clientes de la empresa ha solicitado la fabricación de un conjunto mecánico, cuya demanda de entrega se espera que sea periódica. (Trilles Barreda, 2018)

CAPITULO 4: DESARROLLO.

11. Procedimiento y Descripción de las Actividades.

La plataforma L21B (Cabeceras automotrices) es manufacturada para el cliente TACHIS´S y esta consta de 5 números de parte:

- ✓ 155J1-E1201 - FRM HRST FR SEAT
- ✓ 216A3-E1201 - FRM HRST R/S BACK
- ✓ 216A3-E1261 - FRM HRST R/S BACK
- ✓ 216B3-E1201 - FRM HR R/S CTR
- ✓ 244A1-E1201 - FRM RR ARST

Cada una de las piezas que conforman la Plataforma L21B tiene un proceso de manufactura diferente:

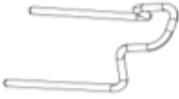
NOMBRE Y NUMERO DE PARTE	PROCESO DE MANUFACTURA	MAQUINA O HERRAMIENTA	DIBUJO
FRM HRST FR SEAT 155J1-E1201	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maquinado de Punta 1 2. End Forming 1 3. Maquinado de Punta 2 4. End Forming 2 5. Formado de U 6. Formado de Z 7. Ranurado 8. Cromado 9. Alineación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Taladro de Banco 2. Aboquilladora Hidráulica 3. Taladro de Banco 4. Aboquilladora Hidráulica 5. Dobladora Neumática 5.1. Inspección en Plantilla Periférica 6. Prensa Troqueladora 7. Fresadora de Ranura 8. Línea de Cromo 9. Mesa de inspección 	
FRM HRST R/S BACK 216A3-E1201	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formado de U 2. Formado de Z 3. Stampado 4. Alineación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dobladora Neumática 1.1. Inspección en Plantilla Periférica 2. Prensa Troqueladora 3. Prensa Troqueladora 4. Mesa de Inspección 	
FRM HRST R/S BACK 216A3-E1261	<ol style="list-style-type: none"> 1. End Forming 2. Formado de U 3. Formado de Z 4. Stampado 5. Alineación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aboquilladora Hidráulica 2. Dobladora Neumática 2.1. Inspección en Plantilla Periférica 3. Prensa Troqueladora 4. Prensa Troqueladora 5. Mesa de Inspección 	
FRM HR R/S CTR 216B3-E1201	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formado de U 2. Formado de Z 3. Stampado 4. Alineación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dobladora Neumática 1.1. Inspección en Plantilla Periférica 2. Prensa Troqueladora 3. Prensa Troqueladora 4. Mesa de Inspección 	
FRM RR ARST 244A1-E1201	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formado de U 2. Formado Lateral 3. Formado Lateral 2 4. Alineación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dobladora Neumática 1.1. Inspección en Plantilla Periférica 2. Prensa Troqueladora 3. Prensa Troqueladora 4. Mesa de Inspección 	

Ilustración 2 Procesos de Manufactura de las partes de la Plataforma L21B

A continuación, se describirán las actividades realizadas para la aplicación de las 5 fases de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP). La documentación que se menciona en la descripción de las actividades se aplicó para cada una de las partes para crear la carpeta PPAP de cada una de ellas.

Primera Fase: Planeación y Definición de un Programa.

Determinación de los Requerimientos del Cliente

Para comenzar con la producción del nuevo proyecto L21B (cabeceras automotrices) se definió un plan de desarrollo en conjunto con el cliente el cual asegurara el cumplimiento de los objetivos del proyecto que son la determinación de las necesidades, de requisitos y de las expectativas del cliente, para eso se utilizaron las siguientes herramientas:

- Integración de Equipo Multifuncional.

Se definió que áreas de producción integraran el equipo de trabajo durante este proyecto, las cuales son Calidad, Producción, Recursos Humanos, Ingeniería, Procesos, Diseño, Ventas y Compras. Para darle continuidad se realizó un documento SMS (Supplier Master Schedule) el cual es un cronograma de actividades donde se muestra el tiempo en el que responsable de cada área ya mencionada registra el progreso o el estatus de las actividades o responsabilidades que tienen a su cargo durante el proyecto para llevar a cabo el proceso de producción de la pieza, este documento es de suma importancia en las carpetas PPAP de cada uno de los números de parte de esta plataforma.

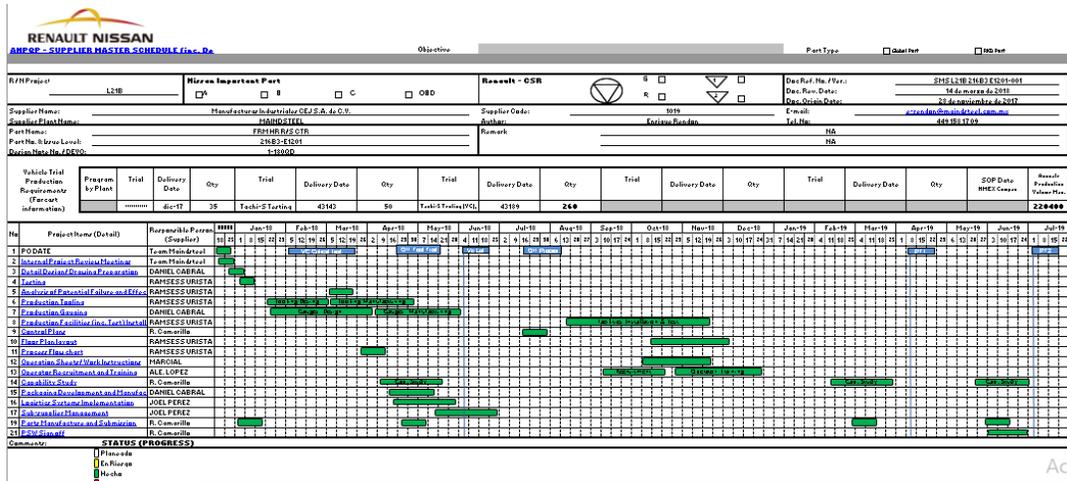


Ilustración 3 Documento SMS

- Dibujos y Diseños.

La empresa en conjunto con el cliente determinó cuáles serían las especificaciones de cada una de los números de parte. En los planos de las diferentes partes se encuentran cada una de las características deseables como lo son la posición de la costura, posición del planchado, recubrimientos especiales, aboquillado, entre otras características. Otra de las especificaciones son los elementos que el cliente no desea ver en las piezas como lo son oxido, rebaba, deformaciones, fisuras y golpes.

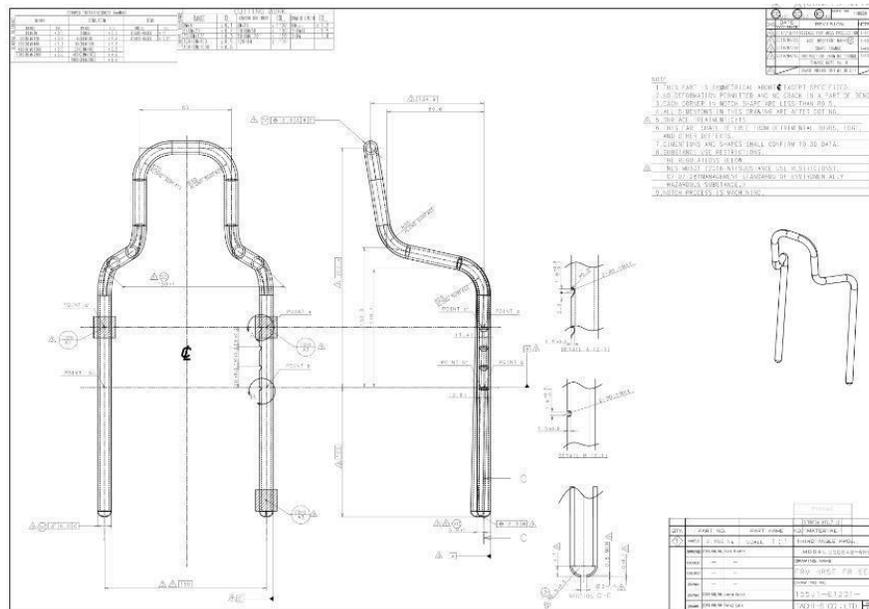


Ilustración 4 Plano de la pieza 155J1-E1201

Los planos de las piezas se muestran en el apartado de Anexos (Ilustración 25, 26, 27 y 28).

- Lista preliminar de materiales.

Se realizó la selección del proveedor en conjunto con el departamento de Compras, y se creó la lista preliminar de los materiales para comenzar con las pruebas de producción de la Plataforma L21B, la selección se definió de acuerdo a las características y especificaciones del producto, se optó por la mejor opción de todos los proveedores.

Lista Preliminar de materiales Plataforma L21B				
Nombre	Cantidad	Descripción	Proveedor	N° de Pieza
STKM 13A ERW TUBING	331	12.7mm x 2mm x 866mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	155J1-E1201
STKM 13A ERW TUBING	219	12.7mm x 2mm x 866mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	155J1-E1202
STKM 13A ERW TUBING	275	12.7mm x 1.4mm x 402mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	216B3-E1201
STKM 13A ERW TUBING	331	12.7mm x 1.4mm x 466mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	216A3-E1201
STKM 13A ERW TUBING	109	12.7mm x 1.4mm x 466mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	216A3-E1201
STKM 13A ERW TUBING	110	12.7mm x 1.4mm x 484mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	216A3-E1261
STKM 13A ERW TUBING	165	15.9mm x 1.4mm x 812mm	MARUICHIMEX S.A. de C.V.	244A1-E1201

Tabla 1 Lista Preliminar de Materiales.

- Estudios de Confiabilidad y Variabilidad para Características Especiales.

Se dio autorización de comenzar con el prototipo de las diferentes piezas, en este documento se establece que la producción del prototipo deberá de ser de 100 piezas El documento de autorización se encuentra en el apartado de anexos (Ilustración 29).

El área de Producción arranco con la manufactura de las primeras piezas de prototipo de la plataforma y se realizaron los estudios de capacidad los cuales solo se realizan para las piezas con características especiales, en el plano de cada número de parte se indica si la pieza contiene características especiales con las letras cc y sc.

Al verificar los planos de la Plataforma L21B se pudo percatar que el plano del número de parte 155J1-E1201 indicó que contenía 6 características especiales y

el plano de la parte 216A1-E1201 solo presento una característica especial. Se tomaron 30 datos de cada una de las características especiales de cada pieza para realizar un estudio de capacidad y variabilidad en Excel, con los resultados de los estudios de capacidad se definieron las metas de calidad para todas las características especiales.

Se toma en cuenta que los estudios se realizaron a piezas prototipo, el CP debe ser mayor a 1.6 para que el proceso sea aceptado, se tomaron 30 datos para realizar los estudios En las siguientes ilustraciones se muestran los estudios realizados en la producción de prototipos.

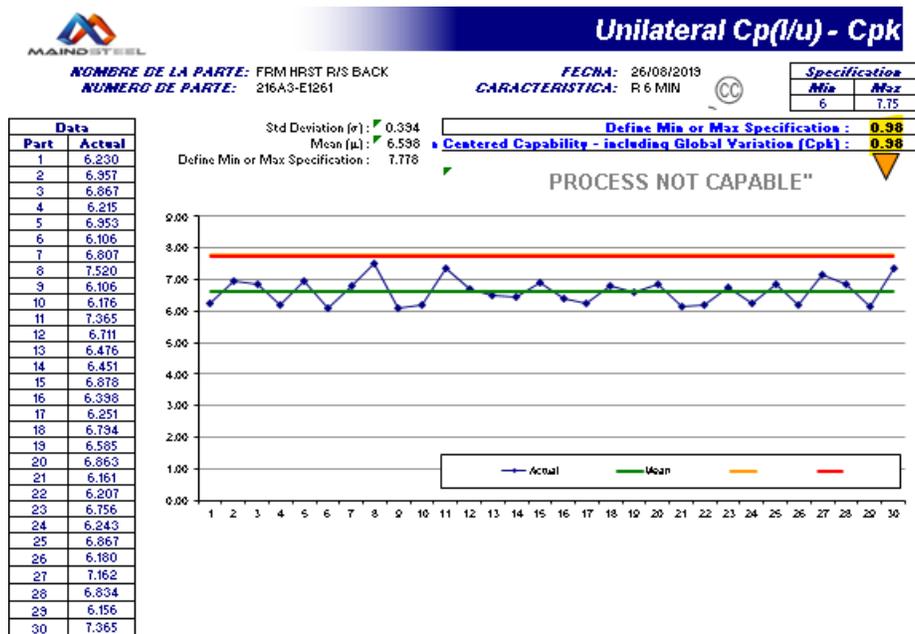


Ilustración 5 Estudio de Capacidad de Diámetro de End Forming pieza 216A3-E1201



Bilateral Cp - Cpk

NOMBRE DE LA PARTE: FRM HRST FR SEAT
 NUMERO DE PARTE: 155J1-E1201

FECHA: 26/08/2019
 CARACTERISTICA: 5.9±0.2

Specification		
Mis	Nominal	Maz
5.7	5.9	6.1

Data	
Part	Actual
1	5.84
2	5.84
3	5.95
4	5.72
5	5.95
6	5.85
7	6.07
8	5.72
9	5.87
10	5.82
11	5.77
12	5.83
13	5.83
14	5.74
15	5.76
16	5.85
17	5.97
18	5.85
19	5.81
20	5.96
21	5.83
22	5.79
23	6.00
24	5.80
25	5.75
26	6.01
27	5.79
28	5.92
29	5.72
30	5.92

Std Deviation (σ): 0.094
 Mean (μ): 5.854
 Upper Control Limit (UCL): 6.137
 Lower Control Limit (LCL): 5.571

Short-term Capability (Cp): 0.71
 Centered Capability - including Global Variation (Cpk): 0.55

PROCESS NOT CAPABLE"

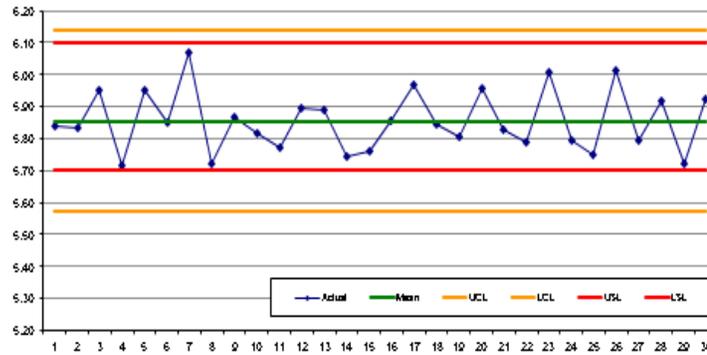


Ilustración 6 Estudio de Capacidad Alineación de Extremos pieza 155J1-E1201



Bilateral Cp - Cpk

NOMBRE DE LA PARTE: FRM HRST FR SEAT
 NUMERO DE PARTE: 155J1-E1201

FECHA: 26/08/2019
 CARACTERISTICA: 12.7±0.12

Specification		
Mis	Nominal	Maz
12.58	12.7	12.82

Data	
Part	Actual
1	12.60
2	12.64
3	12.65
4	12.77
5	12.63
6	12.68
7	12.77
8	12.60
9	12.63
10	12.63
11	12.62
12	12.64
13	12.70
14	12.65
15	12.63
16	12.68
17	12.70
18	12.78
19	12.73
20	12.64
21	12.63
22	12.70
23	12.72
24	12.62
25	12.63
26	12.63
27	12.64
28	12.63
29	12.76
30	12.74

Std Deviation (σ): 0.049
 Mean (μ): 12.685
 Upper Control Limit (UCL): 12.832
 Lower Control Limit (LCL): 12.538

Short-term Capability (Cp): 0.82
 Centered Capability - including Global Variation (Cpk): 0.71

PROCESS NOT CAPABLE"

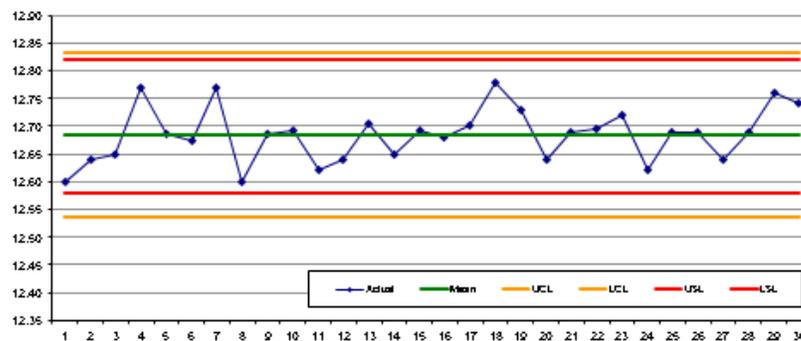


Ilustración 7 Estudio de Capacidad de Altura de Ultima Ranura pieza 155J1-E1201



Bilateral Cp - Cpk

NOMBRE DE LA PARTE: FRM HRST FR SEAT
 NUMERO DE PARTE: 155J1-E1201

FECMA: 26/08/2019
 CARACTERISTICA: 104.9±1.0

Specification		
Min	Nominal	Max
103.3	104.9	105.3

Data	
Part	Actual
1	105.34
2	105.26
3	105.00
4	105.05
5	105.14
6	104.98
7	104.83
8	105.15
9	105.45
10	105.15
11	105.03
12	104.90
13	104.64
14	105.03
15	105.07
16	104.93
17	104.90
18	104.75
19	104.86
20	105.60
21	105.23
22	105.25
23	105.03
24	105.13
25	105.17
26	105.33
27	105.61
28	105.14
29	105.17
30	104.96

Std Deviation (σ): 0.224
 Mean (μ): 105.107
 Upper Control Limit (UCL): 105.778
 Lower Control Limit (LCL): 104.435

Short-term Capability (Cp): 1.49
 Centered Capability - including Global Variations (Cpk): 1.18

PROCESS IS CAPABLE

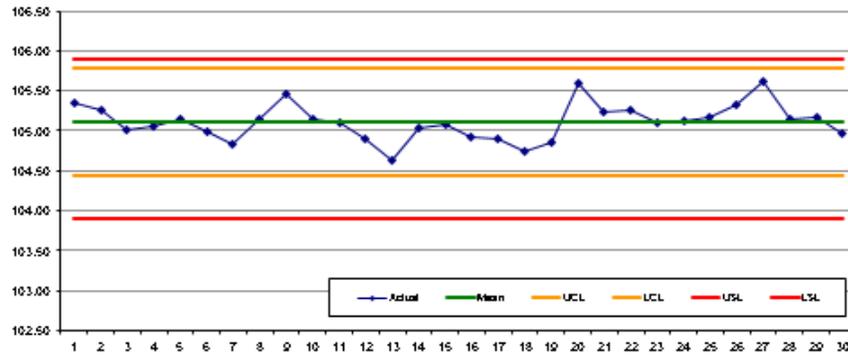


Ilustración 8 Estudio de Capacidad de Altura de Z pieza 155J1-E1201



Bilateral Cp - Cpk

NOMBRE DE LA PARTE: FRM HRST FR SEAT
 NUMERO DE PARTE: 155J1-E1201

FECMA: 26/08/2019
 CARACTERISTICA: 222.5±1.0

Specification		
Min	Nominal	Max
221.5	222.5	223.5

Data	
Part	Actual
1	222.36
2	222.23
3	222.53
4	222.09
5	222.39
6	222.27
7	222.58
8	222.72
9	222.19
10	222.24
11	222.39
12	221.90
13	222.45
14	222.10
15	222.58
16	222.63
17	222.28
18	222.68
19	222.45
20	222.68
21	222.05
22	222.38
23	222.90
24	222.02
25	222.46
26	222.65
27	222.23
28	222.76
29	222.80
30	222.57

Std Deviation (σ): 0.256
 Mean (μ): 222.421
 Upper Control Limit (UCL): 223.189
 Lower Control Limit (LCL): 221.652

Short-term Capability (Cp): 1.30
 Centered Capability - including Global Variations (Cpk): 1.20

PROCESS IS CAPABLE

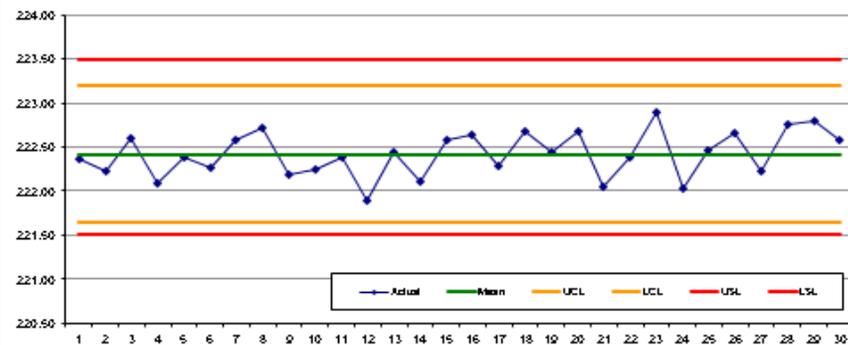


Ilustración 9 Estudios de Capacidad Longitud total de la pieza 155J1-E1201



Bilateral Cp - Cpk

NOMBRE DE LA PARTE: FRM HRST FR SEAT
 NUMERO DE PARTE: 155J1-E1201

FECMA: 26/08/2019
 CARACTERISTICA: 5.5±0.5

Specification		
Mis	Nominal	Maz
5	5.5	6

Data	
Part	Actual
1	5.74
2	5.35
3	5.45
4	5.63
5	5.35
6	5.46
7	5.74
8	5.56
9	5.37
10	5.35
11	5.57
12	5.40
13	5.63
14	5.45
15	5.46
16	5.35
17	5.73
18	5.48
19	5.67
20	5.33
21	5.67
22	5.45
23	5.69
24	5.47
25	5.54
26	5.64
27	5.62
28	5.42
29	5.58
30	5.77

Std Deviation (σ): 0.138
 Mean (μ): 5.531
 Upper Control Limit (UCL): 5.946
 Lower Control Limit (LCL): 5.116

Short-term Capability (Cp): 1.20
 Centered Capability - including Global Variations (Cpk): 1.13

PROCESS IS CAPABLE

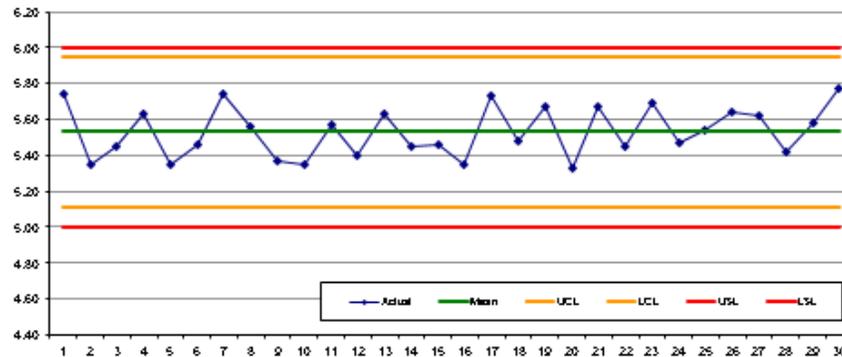


Ilustración 10 Estudios de Capacidad Diámetro de End Forming pieza 155J1-E1201

Segunda Fase: Diseño y Desarrollo del Producto.

En esta fase se recopiló toda la información de la primera fase para poder realizar la verificación y revisiones del diseño, el material y especificaciones de ingeniería.

- Dibujos de Ingeniería.

Todos los dibujos o planos de ingeniería deben incluir las características especiales, son todas aquellas que no se controlan directamente en el proceso y pueden afectar el cumplimiento de la calidad en el producto. Es por eso que se realizó un documento en donde se describen mejor las características especiales de los números de parte ya mencionados anteriormente 155J1-E1201 Y 216A3-E1261.

En este documento se especifican las dimensiones de las características especiales, la tolerancia, la herramienta que es utilizada para medirlas y Plano de la pieza.

R/N/Project: L21B	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D Must be Important Part	Result - CSR <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> T	Doc Ref. No./Ver.: SC8KFD-L21B-155J1E1201-001 Doc. Rev. Date: 30/07/2018 Orig. Origin Date: 02/02/2018
Supplier Name: Supplier Plant Name:	Manufacturador Industrial OEJ MAINSTEEL	Supplier Code: Author:	1019 Ricardo Camarillo
Part Name: Part No. & Issue Level: Design Note No. / DEV0:	FRMHRSTR SEAT 155J1-E1201 (4) 1-190EN	Remark:	E-mail: www@mainsteel.com Tel. No: (449)242674

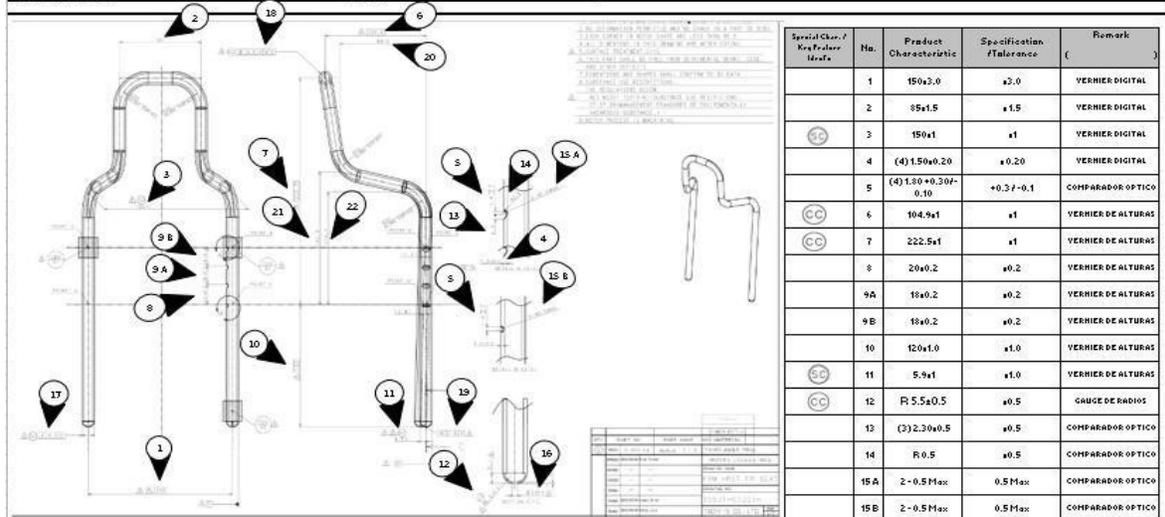


Ilustración 11 Documento de Características Especiales

Todas las dimensiones de las piezas son evaluadas para asegurar la factibilidad y compatibilidad con los estándares de medición y manufactura.

- Especificaciones de los Materiales.

Se revisaron nuevamente las especificaciones de los materiales ya mencionados anteriormente para verificar las características especiales, requerimientos de propiedades físicas, desempeño, manejo y su almacenamiento. Todas estas características se incluyen en el Plan de control que más adelante se mencionara.

- Cambios a los Dibujos y Especificaciones.

Cuando se realiza un cambio en algún plano se debe registrar en un documento llamado historial de cambio, todo esto debe estar controlado para que no haya posibles equivocaciones con planos obsoletos y se debe asegurar que estos cambios son comunicados a todas las áreas afectadas por el mismo.

En este documento se registra el nivel y número de revisión del dibujo, fecha en el que se realiza el cambio, número de parte (Cada número de parte contiene su propio documento que será anexado a su carpeta PPAP), se deberá registrar que cambio se realizó y el nombre de la persona que realizó dicho cambio.

<i>Historial de Cambios</i>					
Rev. de Dibujo	Part number	Nivel	¿Que Cambio?	Fecha de Cambio	¿Quien Realiza el Cambio?
N	155.JI-E1201	1-1716X	Emision de documento	05/08/2019	Ricardo Camarillo Hernández
1	155.JI-E1201	1-1807C	Se anesaron características críticas al dibujo por parte de TSM	21/08/2019	Ricardo Camarillo Hernández
2	155.JI-E1201	1-180C2	Cambio de ingeniería por parte de TSM	06/09/2019	Ricardo Camarillo Hernández
3	155.JI-E1201	1-1903M	Cambio de ingeniería por parte de TSM	24/09/2019	Ricardo Camarillo Hernández
4	155.JI-E1201	1-190EN	Cambio de ingeniería por parte de TSM	09/10/2019	Ricardo Camarillo Hernández

Ilustración 12 Documento Historial de Cambios

Tercera Fase: Diseño y Desarrollo del Proceso.

- Estándares y Especificaciones de empaque.

Se realizó un documento diseñado y desarrollado para especificar las condiciones que aseguren el empaque individual del producto, el diseño del empaque asegura que las características y desempeño del producto se mantengan íntegros durante el empaque, el tránsito y el desempaque. El empaque asegura que el manejo del material es compatible con todos los equipos (montacargas, patín, carrito, entre otros.)

Este documento contiene diferentes especificaciones

- Nombre del Documento.
- Datos Generales de la Pieza. (Número de parte, nombre de la parte y nombre de la empresa)
- Especificaciones del número de parte.
- Especificaciones del empaque.
- Especificaciones del pallet rack.
- Nombre de la empresa de donde proviene el embarque.

- Selección si son piezas prototipo o producción en masa.
- Nombre y Firma de todos los responsables de las áreas involucradas en el proyecto.
- Descripción de las especificaciones de la pieza individual.
- Descripción de las especificaciones de una caja de piezas.
- Descripción de las especificaciones del embalaje de las cajas.
- Nombre y Firma de los departamentos involucrados del Cliente.

El Documento se muestra en el apartado de Anexos. (Ilustración 30 y 31)

- Revisión el Manual del Sistema de Calidad para el Producto y Proceso.

Se realizó la revisión el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa, esto se hace para obtener un mejor control para producir el producto. Se puede actualizar el manual para que el equipo mejore el sistema de calidad existente basado en información del cliente, experiencia del equipo y experiencia anterior.

- Diagrama de Flujo del Proceso.

El diagrama de Flujo es una representación esquemática del flujo del proceso de manufactura de cada una de las piezas. Es usado para analizar las fuentes de variación de máquinas, materiales, métodos y requerimientos del personal desde el inicio hasta el final del proceso de manufactura.

Como se mencionó anteriormente cada número de parte pasa por un proceso de manufactura diferente, cada parte contiene un diagrama de flujo y especificaciones diferentes. El documento es generado por el departamento de Ingeniería de Procesos en conjunto con el departamento de Calidad y contiene las siguientes características:

- Nombre del Documento.
- Datos Generales de la pieza.

- Descripción de la operación. (Es el nombre de cada uno de los procesos por el cual pasa la materia prima para su transformación, desde el recibo de la misma hasta el embarque del producto.)
- Diagrama de Flujo (El cual contiene el número de operación de cada proceso).
- Características del proceso y producto.
- Control de métodos. (Contiene el documento de registro por el cual está controlado el proceso).

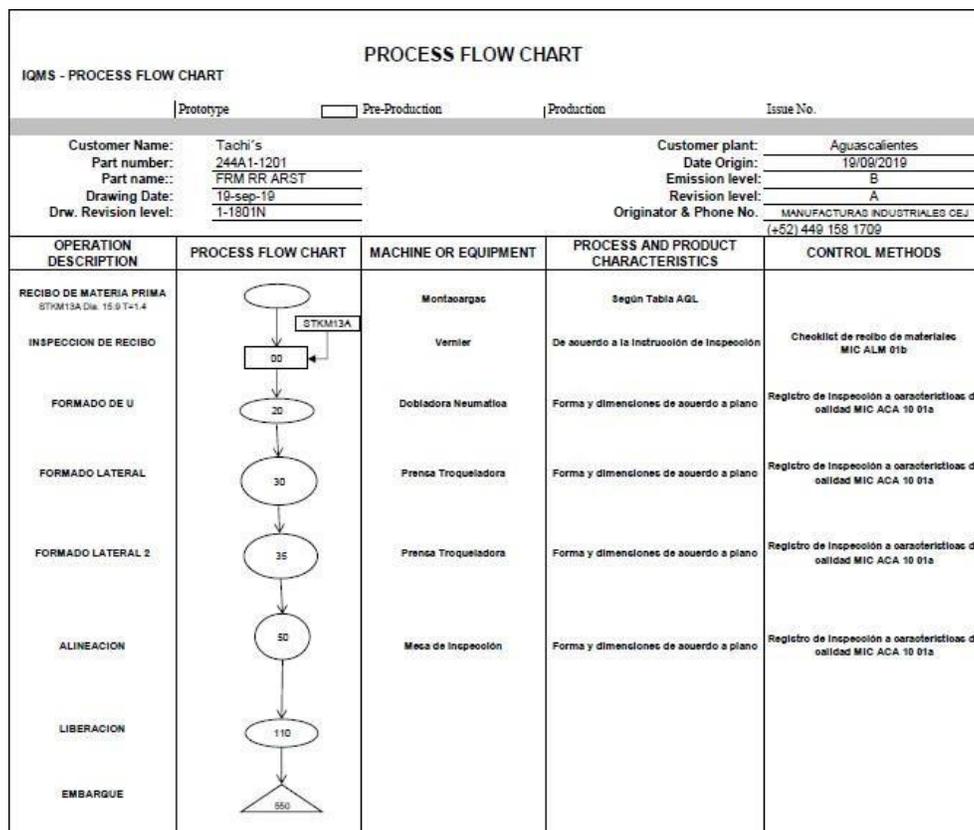


Ilustración 13 Diagrama de Flujo de proceso de la pieza 244A1-E1201

En el apartado de Anexos se encuentran los Diagramas de Flujo de las piezas. (Ilustración 32, 33 y 34)

- Distribución de Piso de la Planta.

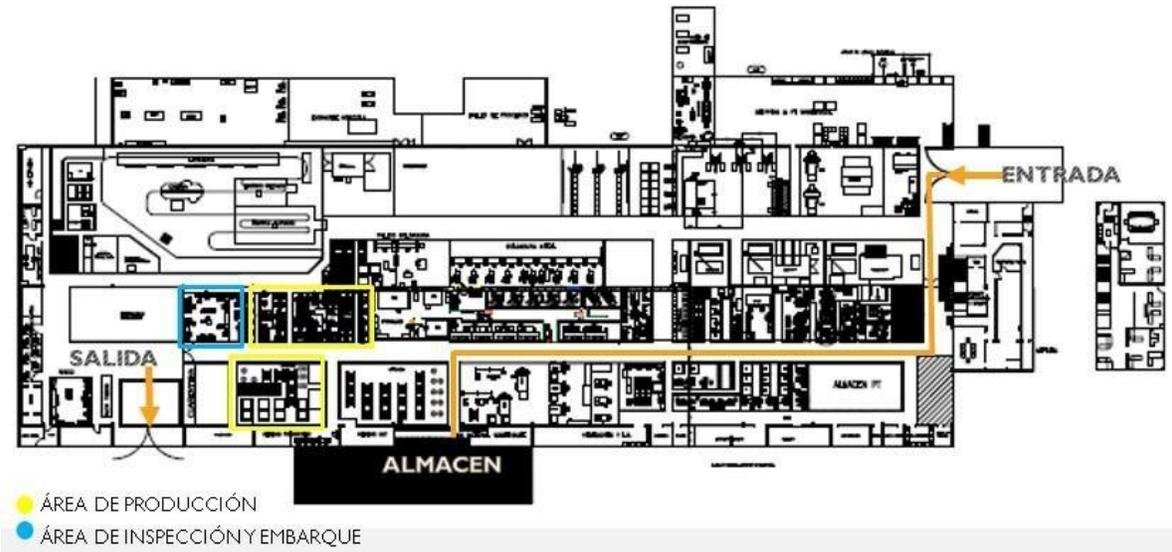


Ilustración 14 Distribución de Líneas de Producción

Se han cambiado continuamente las líneas de producción para que el flujo del producto sea mejor, y así se evitan los tiempos muertos en producción.

- Análisis de Modo y Efecto de Falla del Proceso. (AMEF)

Este documento es una revisión disciplinada y análisis del proceso y se utiliza para anticipar, resolver o monitorear los problemas potenciales dentro del proceso de manufactura. Este es un documento vivo el cual tiene que ser analizado y modificado con continuidad según los requerimientos que surjan durante el proceso de manufactura.

Este documento de suma importancia ya que nos ayuda a enfocar los controles para reducción de las ocurrencias o detección de fallas y también trae grandes beneficios como el mejoramiento de la calidad y producción.

El proceso de producción comienza desde que la materia prima llega a la empresa hasta que termina con el embarque de las piezas.

Se desarrolló un Análisis de Modos y Efectos de Falla del Proceso (AMEF) uno por cada pieza que conforma la plataforma L21B.

Encabezado del documento AMEF

Este encabezado contiene los siguientes datos:

- Nombre del documento.
- Nombre de la pieza.
- Numero de parte.
- Nombre de las áreas que participan en el proceso.
- Nombre de los encargados de cada área que participan en el proceso.
- Fecha de emisión.
- Nivel de revisión.
- Nombre de quien realizo el documento.
- Rangos de evaluación: Probabilidad de aparición, importancia para los clientes y Probabilidad de detección.

		POTENTIAL FAILURE MODE AND AFFECTS ANALYSIS		Part Name:	Part Number:
				FRM HRST R/S BACK	216A3-E1261
Project FMEA <input type="checkbox"/>		Process FMEA <input checked="" type="checkbox"/>		Assembly System	Date of the drawing
					LEVEL:
				19/06/2017	11715H
Nombre de los Departamentos Participantes y/o Proveedores: <small>Quality, Engineering, Maintenance, Production, Purchasing</small>					
				Prepared by (Name&Department)	Emission Date:
				Ramsess Urista	20-feb-27
					Revision:
					A
CORE TEAM <small>JOSE MARCIAL, Procurement / GUSTAVO PERALES Maintenance / MAURO ROSALES Quality / JOSE LUIS MEDINA Resource Humanar / JOEL PEREZ Camarero y Almacenes</small>					
Probability of the aparition (Occurrence)		Importance for the Customers (Severity)		Probability of Detection (Detection)	
Improbable	1	Defect barely perceptible	1	Hi	- 1
Very small	2 - 3	Defect with low importance, small inconvenience of the Customer	2-3	Medium	- 2 - 3
Small	4 - 6	Defect moderate importance	4-6	Small	- 4 - 6
Medium	7 - 8	Defect serious, Client dissatisfaction	7-8	Very small	- 7 - 8
Hi	9 - 10	Defect extremely serious	9-10	Improbable	- 9 - 10
				KEY CHARACTERISTICS . CO	

Cuerpo del AMEF.

- Función del Proceso.

En este apartado se indica el proceso de manufactura (Recibo de Materia Prima, Almacenamiento de Materia Prima, End Forming, Formado de U, Formado de Z, Ranurado, Maquinado de Punta, Pulido, Cromado, Alineación, Liberación, Embarque a Cliente).

- Pasos críticos del proceso.

Se realizó un análisis potencial para identificar las fallas potenciales que afecten de manera critica el proceso.

- Efectos potenciales.

Se revisó la información histórica y se verificaron las fallas que han ocurrido con anterioridad; por otro lado, con ayuda de los departamentos

involucrados se deben identificar las fallas que se pudieran presentar en el proceso.

- Severidad de los efectos potenciales.

En el encabezado del documento se encuentra los rangos para evaluar los efectos potenciales, para evaluar la severidad de los efectos potenciales se toma el apartado de Probability of the aparition

Probability of the aparition (Ocurrence)	
Improbable	1
Very small	2 - 3
Small	4 - 6
Medium	7 - 8
Hi	9 - 10

Tabla 2 Rangos de Evaluación para Efectos Potenciales

- Causas potenciales de las fallas.

Aquí se indicaron las especificaciones en que el efecto potencial puede afectar el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones del cliente, incluso al proceso siguiente.

- Severidad e importancia para los clientes.

En el encabezado del documento se encuentra los rangos para evaluar que tan importante es para el cliente la causa potencial, para evaluar la severidad de las causas potenciales se toma el apartado de Importance for the Customers

Importance for the Customers (Severity)	
Defect barely perceptible	1
Defect without important, small inconvenience of the Customer	2 - 3
Defect moderately serious	4 - 6
Defect serious, Client dissatisfied	7 - 8
Defect extremely serious	9 - 10

Tabla 3 Rangos de Evaluación para Causas Potenciales de las Fallas

- **Detección y Prevención de controles de procesos.**
Se establecieron acciones de detección y prevención para las fallas y causas potenciales.
- **Probabilidad de detección**
En el encabezado del documento se encuentra los rangos para evaluar las probabilidades de detección, para evaluar los controles del proceso se toma el apartado de Probability of Detection.

Probability of Detection (Detection)		
Hi	=	1
Medium	=	2 - 3
Small	=	4 - 6
Very small	=	7 - 8
Improbable	=	9 - 10

Tabla 4 Rango de Evaluación para Controles de Procesos

- **Numero de Prioridad de Riesgo. (RPN)**
El RPN es el producto de multiplicar las 3 evaluaciones, el RPN es un número del 1 al 100 que nos indica la prioridad que se le debe dar a cada falla para poder eliminarla.
Si el número del RPN es superior a 100 es un claro indicador de que se deben implementar acciones preventivas para evitar la ocurrencia de fallas.

Fault	Potential Fault					Actual Situation				
	POTENTIAL FAILURE MODE	POTENTIAL EFFECT (S) Consequence ¿What happen?	SEVERITY	CLASS	POTENTIAL CAUSE (S) OF FAILURE	OCCURRENCE	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	DETECTIO	NPR
FORMADO DE U	Ancho total del producto entre centros no cumple con el requerimiento del cliente	Perdida de funcionalidad primaria en el ensamble final	4		La maquina de formado de "U" no se encuentra calibrada para este formado	3	Liberación de primera pieza	inspección del producto en plantilla de inspección al 100%	6	72
	Angulo de formado no cumple con dibujo de ensamble		4		La maquina de formado de "U" no se encuentra calibrada para este formado	3	Liberación de primera pieza	inspección del producto en plantilla de inspección al 100%	6	72
	Posición de costura fuera de especificación	En procesos subsecuentes pudiera presentarse fractura o fatiga en el tubo	4		Incumplimiento del operador a proceso estándar según hoja de operación estándar	3	El personal operativo se encuentra capacitado en operación..	inspección del producto en plantilla de inspección al 100%	6	72

- Plan de Control

Este plan de control es de suma importancia para el área de producción. En este documento se describieron las medidas dimensionales, los materiales y pruebas funcionales de producción, con la finalidad de que el producto reúna las especificaciones y características requeridas por el cliente, así mismo este documento lo utilizamos para asegurar que se usaron los datos requeridos para establecer correctamente los parámetros preliminares del proceso y los requerimientos de empaque.

Se elaboró el documento el cual contiene lo siguiente:

- Nombre del documento
- Datos generales de la pieza.
- Numero de proceso
- Nombre del proceso
- Características del Proceso
- Tolerancia de dimensiones
- Método de evaluación de las características
- Frecuencia de evaluación
- Nombre del documento de Control de Métodos
- Plan de reacción
- Uso de Poka Yoke. (en caso de que sea utilizado un poka yoke)

R / N Project: L21B		Nissan Important Part		Renault - CSR		<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> 2		Doc Ref. No. / Ver.: CP-L21B-216A3 E1261-001					
Supplier Name: Manufacturas Industriales CEJ, S.A. de C.V.		Supplier Code: 1019		Author: RICARDO CAMARILLO		Doc. Rev. Date: 17/04/2019		Doc. Origin Date: 17/04/2019					
Supplier Plant: Mainsteel planta Aguascalientes		Supplier Approval: Manufacturas Industriales CEJ, S.A. de C.V.		Dept.: Aseguramiento de calidad		E-mail: riccam@cej.com.mx		Tel: (+52) 449 158 1709					
Part Name: FRMHRST RRS BACK		Date: 17/04/2019		Date:		F / N Acknowledgement:		Date:					
Part No. & Issue Level: 216A3-E1261		Design Note No. / DEVO: 11001N		Date:		Date:		Date:					
<i>Acte: Acknowledgement by Renault and/or Nissan shall not relieve the supplier in any way from its responsibilities.</i>													
No.	Process Description	Machine, Device, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics		Spec. Char / Key Feature Ident'n	Specification / Tolerance	Evaluation / Measurement Technique	Methods		Maintenance	Poka Yoke	Reaction Plan	
			No.	Product				Process	Size				Freq'cy
20	Formado de "U"	Prensa Neumatica	N/A	Parámetros de operación		Lista de limpieza, lubricación e inspección de equipo (MIC MPT-01d)	Visual	1 vez al día	Inicio de cada turno	Lista de limpieza, lubricación e inspección de equipo (MIC MPT-01d)	N/A	N/A	Aplicar procedimiento de material no conforme (MIC-ACA-13) / Inspecciones y pruebas de los materiales MIC-ACA-10
			ANCHO DE FORMADO DE U (PARTE INFERIOR)		120 +/- 1 mm (1 pieza cada hora)	Vernier digital con resolución de 0.01 mm	a) 1 pieza b) 2 piezas	a y b Registro de inspección a caract. de calidad MIC-ACA-10-01a Aseguramiento de calidad MIC-ACA-10c					
			ANCHO DE FORMADO DE U (PARTE SUPERIOR)		120 +/- 1 mm (1 pieza cada hora)	Vernier digital con resolución de 0.01 mm							
			ALTURA TOTAL DE EXTREMO A		190 +/- 1 mm (1 pieza cada hora)	Vernier digital con resolución de 0.01 mm							
			ALTURA TOTAL DE EXTREMO B		190 +/- 1 mm (1 pieza cada hora)	Vernier digital con resolución de 0.01 mm							
			POSICION DE COSTURA DE TUBO		Acorde al plano	Visual	a) Liberación de proceso b) Cada hora						
			Confirmación en plantilla periférica		120 +/- 1 mm	Plantilla periférica	100% del material						

Ilustración 15 Documento Plan de Control

Con este documento se elaboran los Registros de Inspección de Características de Calidad en el cual se colocan las características y dimensiones para que cada cierto tiempo se inspeccionen las piezas (esto conforme a lo que indique el Control Plan).

Cuarta Fase: Validación del Producto y del Proceso.

La validación del proceso de manufactura de la Plataforma L21B se realizó a través de las corridas piloto de producción. Durante esta corrida el departamento de Calidad valido que el Plan de Control y el Diagrama de Flujo estuvieran siendo seguidos correctamente por los operarios y se aseguró que el producto reuniera los requerimientos del Cliente.

La cantidad mínima para una corrida de prueba es generalmente determinada por el Cliente, en este caso se determinó una corrida de 300 piezas por cada número de parte.

Durante la corrida de prueba se presentaron las siguientes situaciones de piezas no conformes:

- 15 piezas 155J1-E1201 con doble ranurado
- 19 piezas 216A3-E1261 sin End Forming
- 13 piezas totales 216A3-E1261, 216A3-E1201 y 216B3-E1301 sin proceso de planchado
- 10 piezas totales 216A3-E1261, 216A3-E1201 y 216B3-E1301 con costura invertida.
- 15 piezas 155J1-E1201 Extremos mal alineados.



Doble ranurado



Extremos mal alineados



Costura invertida

Se implementaron las siguientes acciones en el área de producción para evitar la producción de piezas no conformes:

Registros de Inspección: Se implementaron registros de inspección para llevar un mejor control de los defectos en las piezas, este registro se encuentra en las líneas de producción y se realizó un registro por cada proceso por el cual pasan las piezas. Este se va llenando conforme lo diga el Plan de Control en el apartado de frecuencia de inspección.

El operario tendrá que llenar el registro por proceso al inicio del turno y después cada hora tomando una pieza y dimensionar cada una de las características que indique este formato.

MAINSTEEL		REGISTRO DE INSPECCIÓN A CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD										No. Operación	Máquina	Área	Mes		
		216A3-E1261 (FORMADO DE U)										20	PRENSA NEUMÁTICA	AUTOMOTRIZ			
		FRM HRST R/S BACK										Registrar la dimensión obtenida en la inspección de cada característica dando aplique					
		TACHI-S										Encerrar en un círculo el resultado final, Conforme (C) o No Conforme (N/C).					
NUMERO DE MODELO y/o NUM. DE PARTE:		216A3-E1261 (FORMADO DE U)															
NOMBRE DE LA PARTE		FRM HRST R/S BACK															
CLIENTE		TACHI-S															
NUMERO DE LOTE																	
CARACTERÍSTICA		Torax : Día :															
No		Hora :															
NOMBRE		Especificación															
1 ANCHO DE FORMADO DE U (PARTE SUPERIOR)		120 +/- 1mm. (1 pieza cada 2 horas)															
1 ANCHO DE FORMADO DE U (PARTE INFERIOR)		120 +/- 1mm. (1 pieza cada 2 horas)															
2 ALTURA TOTAL DE EXTREMO A		190 +/- 1mm. (1 pieza cada hora)															
2 ALTURA TOTAL DE EXTREMO B		190 +/- 1mm. (1 pieza cada hora)															
3 POSICION DE COSTURA DE TUBO		Visual															
4 APARIENCIA (ATRIBUTOS)		PIEZAS LIBRES DE: ÓXIDO, GOLPEZ, RENDAJA Y DEFORMACIONES (FRENDA CADA 10 HORAS)															
RESULTADO FINAL:		C	N/C	C	N/C	C	N/C	C	N/C	C	N/C	C	N/C	C	N/C	C	N/C
AUDITÓ (No. De nombre):																	
NUMERO DE CARACTERÍSTICA N/C:																	

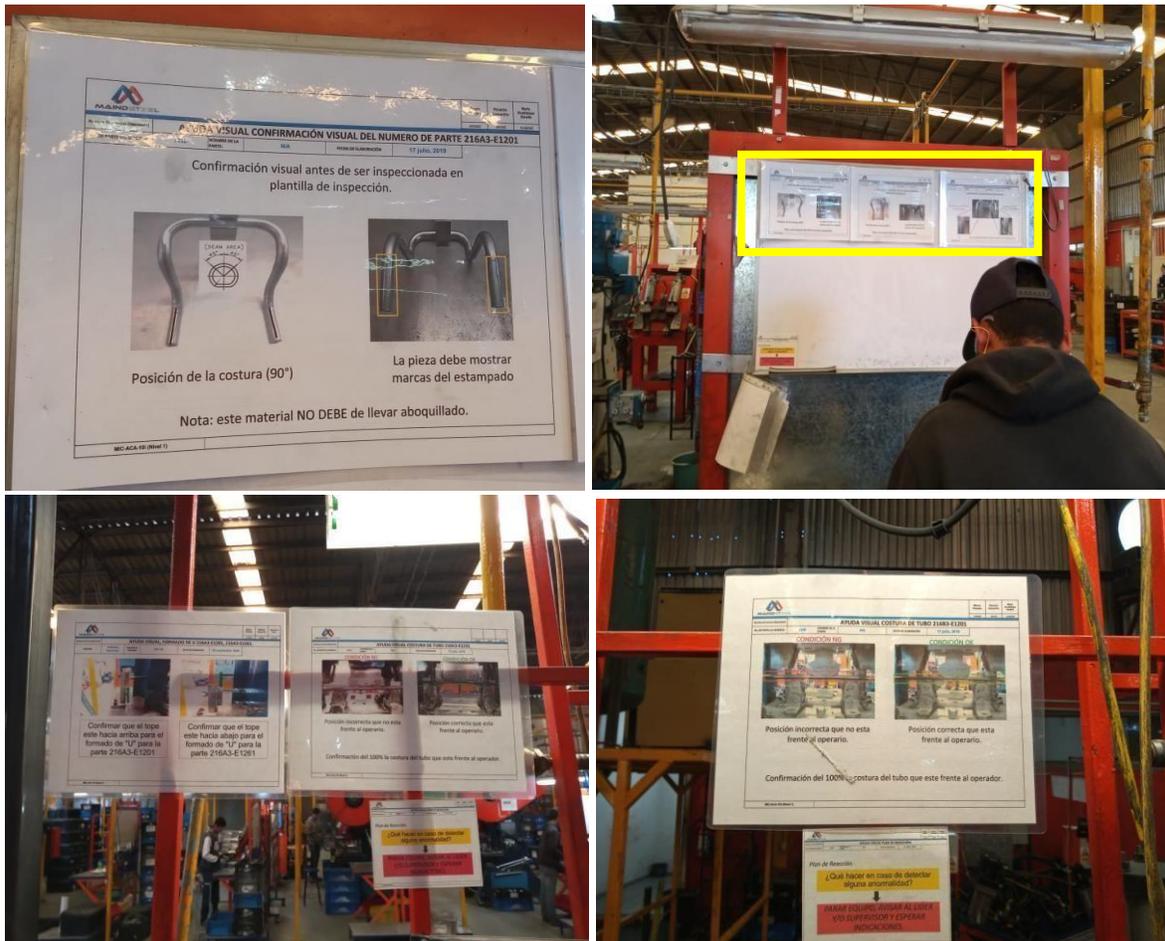
Ilustración 16 Documento de Registro de Inspección a Características de Calidad.

- Hojas de Verificación de Calidad: Es un registro que se encuentra en el área de inspección de calidad antes de que el producto sea empacado para verificar visualmente que la pieza presencie cada una de las características, se revisan todas las piezas al 100% que llegan de producción, las piezas no conformes se verifican si se puede hacer retrabajo se regresan a producción y si no cumplen con esa especificación son colocadas en el contenedor de scrap.

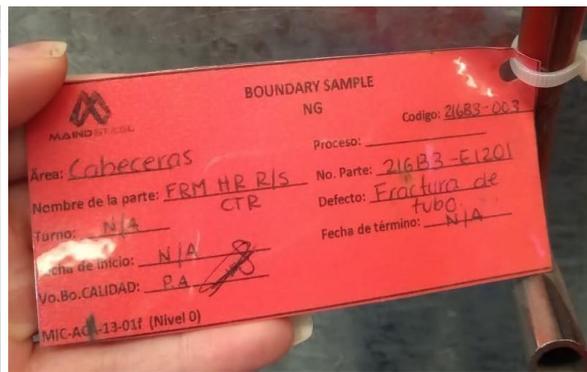
MAINSTEEL		HOJA DE VERIFICACIÓN CALIDAD												
Número de parte		216B3-E1201												
Nombre de la parte		FRM HR R/S CTR												
1		2		3		4								
														
Item	Verificación de Pieza	Herramienta de Medición	Date											
1	No debe de presentar raspones, rayas, óxido, grietas ni golpes.	Visual												
2	No debe presentar fisuras													
3	Presencia de endforming (Chafan)													
4	Posición de costura (90°)													
5	La pieza debe entrar libre en la plantilla (Inspección al 100%)	Plantilla de Inspección												
Cantidad total inspeccionada														
Número de piezas defectuosas														
Número de piezas OK														
Firma de quien libera														
Observaciones														

Ilustración 17 Documento Hoja de Verificación de Inspección.

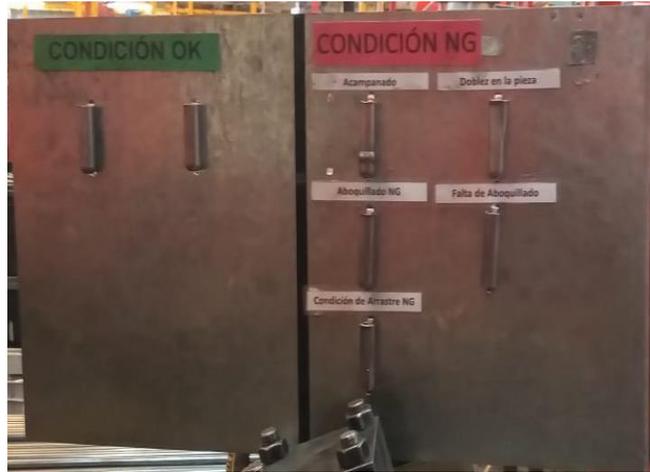
- Ayudas Visuales: Se implementaron ayudas visuales en las mesas de inspección de producción de cada proceso por el cual pasan las piezas con el fin de que el operario evite la producción de piezas no conformes.



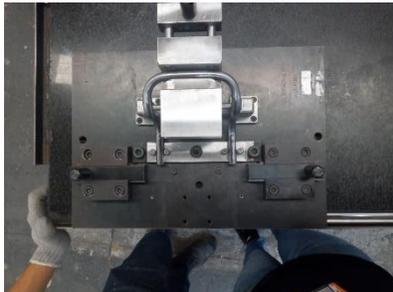
- Tableros Visuales: Se implementó un tablero en el cual se pidió autorización para utilizar las piezas defectuosas de cada una de las partes y se colocaron en el tablero para que el operario pueda identificar los defectos que se pueden producir en el proceso, se les colocó una etiqueta roja (scrap) en la cual especifica donde se originó, el nombre del defecto y número de la pieza.



- Tablero de End Forming: Se implementó un tablero en la maquina aboquilladora hidráulica donde se realiza el proceso del end forming (aboquillado) este tablero contiene defectos del End Forming que han surgido para que el operario detecte cuales son las condiciones no conformes, todo esto con el fin de reducir los defectos en la producción.



- Hojas de Instrucción para el Uso de Plantillas: En este documento se describen los pasos a seguir para la inspección de la pieza en la plantilla, pero uno de los principales problemas es que los operarios no entendían al 100 como desarrollar esta actividad, colocamos imágenes de cada uno de los pasos a seguir para hacer que este documento sea también de ayuda visual ya que los operarios se confundían al momento de la inspección de la pieza en plantilla.



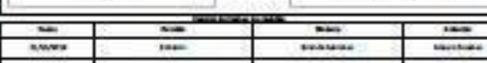
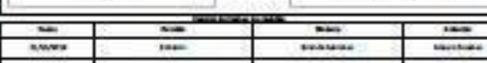
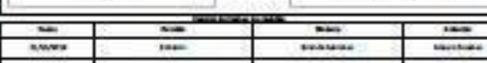
 HOJA DE INSTRUCCIÓN PARA USO PLANTILLAS				Fecha: 21-03-2018 Versión: 0 Fecha Rev: 20-02-2018																																																																	
Proceso	Nombre del Proceso	Número de Parte	Nombre de la Parte	Hoja	Revisión	Revisó	Autorizó																																																														
Inspección de producto final	Uso de plantilla de inspección	3188-0230	Platón de G/LC/D	1/1	Ángela Álvarez	María Camacho	Isabel Isordia																																																														
Requisitos:				Precondiciones De La Operación:																																																																	
                 				<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Instrucciones</th> <th>Punto a Verificar</th> <th>Punto de Seguridad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Verificar que la plantilla sea la correcta.</td> <td>Que sea el número de parte 21880-0230 e inspección.</td> <td>N/A.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Verificar la etiqueta.</td> <td>Que esta vigente.</td> <td>N/A.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Verificar que la plantilla sea funcional.</td> <td>Que este limpia, libre de daños y no exista fallas de bloques y de piezas.</td> <td>N/A.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Inspección de la pieza.</td> <td>Que la medida de la pieza este al lado derecho de del estampo, confirmar presencia del estampo.</td> <td>N/A.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Colocar la pieza a inspeccionar en plantilla (sobre pieza).</td> <td>Verificar la planicidad en las extremos, (aproximando la pieza de del lado derecho y sosteniendo el lado izquierdo).</td> <td>Repetir la actividad al lado izquierdo de la pieza.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Si la pieza no presenta juego en los extremos.</td> <td>Controlar la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza. (Distanciarlo de los extremos siempre pegado en la pieza de alineación).</td> <td>La pieza debe de estar en estado libre en el block.</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Si la pieza presenta juego en los extremos. (Manteniendo el extremo siempre pegado en la pieza de alineación).</td> <td>Controlar el lado izquierdo de la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza.</td> <td>La pieza debe de estar en estado libre en el block.</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Verificar el lado derecho de la pieza (Manteniendo el extremo siempre pegado en la pieza de alineación).</td> <td>Desplazando la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza.</td> <td>La pieza debe de estar en estado libre en el block.</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Colocar la pieza en el bloque A.</td> <td>Verificar que la pieza calza libremente en los bloques, (colocar block A, para asegurar la pieza, sin que esta tenga contacto con el block).</td> <td>N/A.</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Verificar la longitud total de la pieza (La pieza debe de estar al lado de verificación de altura y se debe de aprieta).</td> <td>Controlar al block GO, NO GO hacia el lado izquierdo de la pieza.</td> <td>Ver ayuda visual anexa en este mismo documento.</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Verificar la longitud total del lado derecho de la pieza.</td> <td>Controlar al block GO, NO GO hacia el lado derecho de la pieza.</td> <td>Ver ayuda visual anexa en este mismo documento.</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Alinear la pieza de la plantilla de inspección.</td> <td>Controlar los bloques GO NO GO a su posición angular y que la pieza quede libre de la plantilla, medir la pieza posicionada en la caja de producción DR.</td> <td>N/A.</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td colspan="3">  </td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td colspan="3">  </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				No.	Instrucciones	Punto a Verificar	Punto de Seguridad	1	Verificar que la plantilla sea la correcta.	Que sea el número de parte 21880-0230 e inspección.	N/A.	2	Verificar la etiqueta.	Que esta vigente.	N/A.	3	Verificar que la plantilla sea funcional.	Que este limpia, libre de daños y no exista fallas de bloques y de piezas.	N/A.	4	Inspección de la pieza.	Que la medida de la pieza este al lado derecho de del estampo, confirmar presencia del estampo.	N/A.	5	Colocar la pieza a inspeccionar en plantilla (sobre pieza).	Verificar la planicidad en las extremos, (aproximando la pieza de del lado derecho y sosteniendo el lado izquierdo).	Repetir la actividad al lado izquierdo de la pieza.	6	Si la pieza no presenta juego en los extremos.	Controlar la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza. (Distanciarlo de los extremos siempre pegado en la pieza de alineación).	La pieza debe de estar en estado libre en el block.	7	Si la pieza presenta juego en los extremos. (Manteniendo el extremo siempre pegado en la pieza de alineación).	Controlar el lado izquierdo de la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza.	La pieza debe de estar en estado libre en el block.	8	Verificar el lado derecho de la pieza (Manteniendo el extremo siempre pegado en la pieza de alineación).	Desplazando la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza.	La pieza debe de estar en estado libre en el block.	9	Colocar la pieza en el bloque A.	Verificar que la pieza calza libremente en los bloques, (colocar block A, para asegurar la pieza, sin que esta tenga contacto con el block).	N/A.	10	Verificar la longitud total de la pieza (La pieza debe de estar al lado de verificación de altura y se debe de aprieta).	Controlar al block GO, NO GO hacia el lado izquierdo de la pieza.	Ver ayuda visual anexa en este mismo documento.	11	Verificar la longitud total del lado derecho de la pieza.	Controlar al block GO, NO GO hacia el lado derecho de la pieza.	Ver ayuda visual anexa en este mismo documento.	12	Alinear la pieza de la plantilla de inspección.	Controlar los bloques GO NO GO a su posición angular y que la pieza quede libre de la plantilla, medir la pieza posicionada en la caja de producción DR.	N/A.	13					14				
No.	Instrucciones	Punto a Verificar	Punto de Seguridad																																																																		
1	Verificar que la plantilla sea la correcta.	Que sea el número de parte 21880-0230 e inspección.	N/A.																																																																		
2	Verificar la etiqueta.	Que esta vigente.	N/A.																																																																		
3	Verificar que la plantilla sea funcional.	Que este limpia, libre de daños y no exista fallas de bloques y de piezas.	N/A.																																																																		
4	Inspección de la pieza.	Que la medida de la pieza este al lado derecho de del estampo, confirmar presencia del estampo.	N/A.																																																																		
5	Colocar la pieza a inspeccionar en plantilla (sobre pieza).	Verificar la planicidad en las extremos, (aproximando la pieza de del lado derecho y sosteniendo el lado izquierdo).	Repetir la actividad al lado izquierdo de la pieza.																																																																		
6	Si la pieza no presenta juego en los extremos.	Controlar la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza. (Distanciarlo de los extremos siempre pegado en la pieza de alineación).	La pieza debe de estar en estado libre en el block.																																																																		
7	Si la pieza presenta juego en los extremos. (Manteniendo el extremo siempre pegado en la pieza de alineación).	Controlar el lado izquierdo de la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza.	La pieza debe de estar en estado libre en el block.																																																																		
8	Verificar el lado derecho de la pieza (Manteniendo el extremo siempre pegado en la pieza de alineación).	Desplazando la pieza al frente del block, para verificar la altura de la pieza.	La pieza debe de estar en estado libre en el block.																																																																		
9	Colocar la pieza en el bloque A.	Verificar que la pieza calza libremente en los bloques, (colocar block A, para asegurar la pieza, sin que esta tenga contacto con el block).	N/A.																																																																		
10	Verificar la longitud total de la pieza (La pieza debe de estar al lado de verificación de altura y se debe de aprieta).	Controlar al block GO, NO GO hacia el lado izquierdo de la pieza.	Ver ayuda visual anexa en este mismo documento.																																																																		
11	Verificar la longitud total del lado derecho de la pieza.	Controlar al block GO, NO GO hacia el lado derecho de la pieza.	Ver ayuda visual anexa en este mismo documento.																																																																		
12	Alinear la pieza de la plantilla de inspección.	Controlar los bloques GO NO GO a su posición angular y que la pieza quede libre de la plantilla, medir la pieza posicionada en la caja de producción DR.	N/A.																																																																		
13																																																																					
14																																																																					
  				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Plantilla de inspección</th> </tr> <tr> <th>Acción</th> <th>Estado</th> <th>Medio</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Inspección</td> <td>Visual</td> <td>Continua</td> </tr> </tbody> </table>				Plantilla de inspección				Acción	Estado	Medio	Frecuencia	1	Inspección	Visual	Continua																																																		
Plantilla de inspección																																																																					
Acción	Estado	Medio	Frecuencia																																																																		
1	Inspección	Visual	Continua																																																																		

Ilustración 18 Documento de Hoja de Inspección para Uso de Plantilla.

- Evaluación para los sistemas de Medición.

Todos los equipos de medición (Pie de rey digital, Calibrador de alturas digital, Lainas de radio y Lainas de diámetro) y los métodos para verificar las características de las especificaciones que nos proporciona el Plan de control tienen que estar sujetos a evaluación continuamente antes y durante la corrida de prueba de producción.



Para la evaluación de los Sistemas de Medición se elaboró un documento el cual es un Plan de Análisis del Sistema de Medición, este plan debe incluir un estudio R&R el cual contenga la responsabilidad para asegurar la linealidad del instrumento de medición, la exactitud, la repetitividad y correlación para instrumentos duplicados.

El estudio R&R se realiza para saber si un equipo de medición realmente esta calibrado y verificar si no existen alteraciones en su funcionamiento.

La metodología para el estudio R&R consistió en que 3 operarios midieron 5 veces una pieza con el mismo instrumento de medición para verificar la variabilidad de las dimensiones y ver si el instrumento de medición esta calibrado, todo esto se va registrando en el documento de Estudio R&R, después se crea una gráfica donde se verifica la variabilidad de los datos.

Este estudio se realiza en conjunto con el departamento de Metrología y se realizó uno por cada número de parte y se realiza cada mes para tener un control de los instrumentos de medición.

ID SHEET: GR&R data sheet (LONGITUD)

GAGE REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY DATA SHEET

APRAISER / TRIAL #

PART

APRAISER / TRIAL #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE
1. A 1	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	1.0000	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
2. 2	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	1.0000	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
3. 3	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	0.3335	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
4. Average	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	0.3338	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	$\bar{X}_A = 2.3150$
5. Range	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	$R_A = 0.0000$
6. B 1	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	1.0000	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
7. 2	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	1.0000	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
8. 3	0.0000	0.2500	0.4335	0.6000	0.8000	0.3335	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3143
9. Average	0.0000	0.2500	0.4338	0.6000	0.8000	0.3338	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	$\bar{X}_B = 2.3150$
10. Range	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	$R_B = 0.0001$
11. C 1	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	1.0000	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
12. 2	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	1.0000	2.0000	3.3335	6.0000	8.0000	2.3150
13. 3	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	0.3335	2.0000	4.0000	6.0000	8.0000	2.3150
14. Average	0.0000	0.2500	0.5000	0.6000	0.8000	0.3338	2.0000	3.3338	6.0000	8.0000	$\bar{X}_C = 2.3150$
15. Range	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	$R_C = 0.0001$
16. Part Average (\bar{X}_p)	0.0000	0.2500	0.4333	0.6000	0.8000	0.3338	2.0000	3.3333	6.0000	8.0000	$\bar{X} = 2.3150$ $R_p < 8.0000$

Ilustración 19 Datos Obtenidos de los Estudios R&R

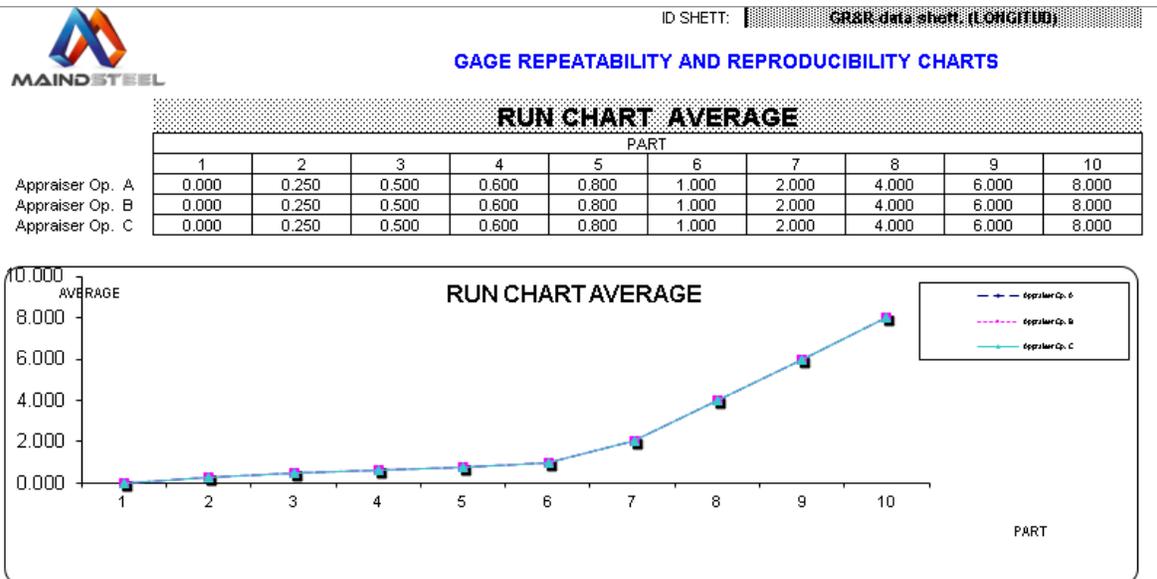


Ilustración 20 Grafica de Repetitividad y Reproducibilidad de los Estudios R&R

Quinta Fase: Evaluaciones Retroalimentación y Acciones Correctivas.

Con la validación de la producción masiva del proceso de manufactura adicionalmente, deben evaluarse y seguir monitoreando los siguientes aspectos:

- Variación

Se aplicarán continuamente graficas de control o alguna otra técnica estadística para llevar el control del proceso e identificar las variaciones del proceso, todo esto con el fin de establecer acciones preventivas en caso de que sea necesario.

Se capturan todos los datos de los registros de inspección que están en las líneas de producción y se colocan en un archivo donde vamos verificando la variabilidad de las dimensiones, esto se realiza para tener un mayor control dentro del proceso de producción.

No. (match)	Special Character	Characteristic Specification and Tolerance	Nominal Dimension (numeric only)	Upper Tolerance	Lower Tolerance (negative)	Results (number, pass, OK)										Conformance		OBSERVACIONES
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	OK	Not OK	
1		70.00+/-0.50mm	70.00	0.50	-0.50	70.28	70.36	70.40	69.72	69.91	70.19	70.28	70.27	70.39	69.74	OK		
2		134.90+/-0.50mm	134.9	0.50	-0.50	134.95	135.03	134.97	135.03	135.17	134.93	134.98	134.93	134.86	135.00	OK		
3		66.00+/-1.50mm	66.00	1.50	-1.50	65.41	65.38	64.84	65.38	66.61	66.06	65.46	64.82	65.92	65.35	OK		
4		30.20+/-1.50mm	30.20	1.50	-1.50	29.61	29.58	29.04	29.58	30.81	30.26	29.66	29.02	30.12	29.55	OK		LADO (A)
4		30.20+/-1.50mm	30.2	1.50	-1.50	30.58	30.45	30.66	30.82	30.29	30.65	30.25	30.54	30.89	30.99	OK		LADO (B)
5		 0.3	0.30	0.30	-0.30	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.05	0.08	0.03	0.02	0.04	OK		PLANITUD (A)
5		 0.3	0.30	0.30	-0.30	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01	OK		PLANITUD (B)
6		5.40+/-0.15mm	5.40	0.15	-0.15	5.43	5.49	5.39	5.43	5.46	5.42	5.43	5.43	5.42	5.44	OK		LADO (A)
6		5.40+/-0.15mm	5.40	0.15	-0.15	5.38	5.39	5.49	5.33	5.39	5.34	5.35	5.34	5.34	5.33	OK		LADO (B)

Ilustración 21 Datos de Inspección.

- Satisfacción del Cliente.

La empresa en conjunto con el cliente se evaluará continuamente el desempeño del producto final, realizando auditorias del producto, quejas de parte del Cliente e incluso hablando directamente con el Cliente y verificar que el producto aún sigue cumpliendo las características deseadas. Toda esta información sirve para evaluar y si es necesario establecer acciones correctivas y preventivas.

- Entrega y servicio.

El embarque del producto debe lograrse al 100% en tiempo especificado con el Cliente, de igual manera deberá seguir las especificaciones de empaque para asegurar que el producto es entregado bajo las especificaciones establecidas, ya que esto es una parte integral de la Calidad.

Se evaluarán continuamente los envíos y entregas y si es necesario se tomarán acciones correctivas para mejorar la calidad de entrega y servicio y tener completamente la satisfacción del cliente.

- Creación de carpetas PPAP

Con la validación del proceso de manufactura por parte del Cliente TACHI'S se logró crear la carpeta PPAP de cada una de las piezas que conforman la Plataforma L21B esta carpeta consta de los documentos que se elaboraron durante la corrida de prueba de producción y otros documentos que son necesarios para la producción la carpeta en total debe contener 18 documentos

- Registros de Diseño.
- Documentos de Cambios de Ingeniería Autorizados.
- Aprobaciones de Ingeniería del Cliente.
- AMEFS de diseños.
- Diagramas de Flujos de los Procesos. (Documento vivo)
- AMEFS de Procesos. (Documento vivo)
- Planes de Control. (Documento vivo)
- Estudios de Análisis de Sistemas de Medición.
- Resultados Dimensionales.
- Resultados de Pruebas de Materiales/Desempeños.
- Estudios Iniciales de Proceso.
- Documentación de Laboratorios Calificados.
- Reportes de Aprobación de Apariencias (RAAs).
- Partes Muestra de Producción.
- Muestras Masters.
- Ayudas para Chequeo.
- Requerimientos Específicos de los Clientes para PAPPs.
- Certificados de Emisiones de Partes (PSWs).

Esta carpeta es indispensable para la corrida regular de producción, los documentos vivos se actualizan constantemente según lo va requiriendo producción o el cliente esto con el fin de mejorar el proceso de producción.

- Estudios de Capacidad de Características Especiales.

Se han realizado estudios de capacidad del proceso para las características especiales para verificar la variabilidad del proceso actual y compararlos con los estudios que se realizaron al inicio en la producción piloto, los estudios de capacidad han estado mejorando continuamente, se logró disminuir la variabilidad en un 30% esto quiere decir que se tiene un mejor control sobre los procesos, pero se está trabajando aún más para seguir controlando para seguir aumentando la capacidad del proceso.

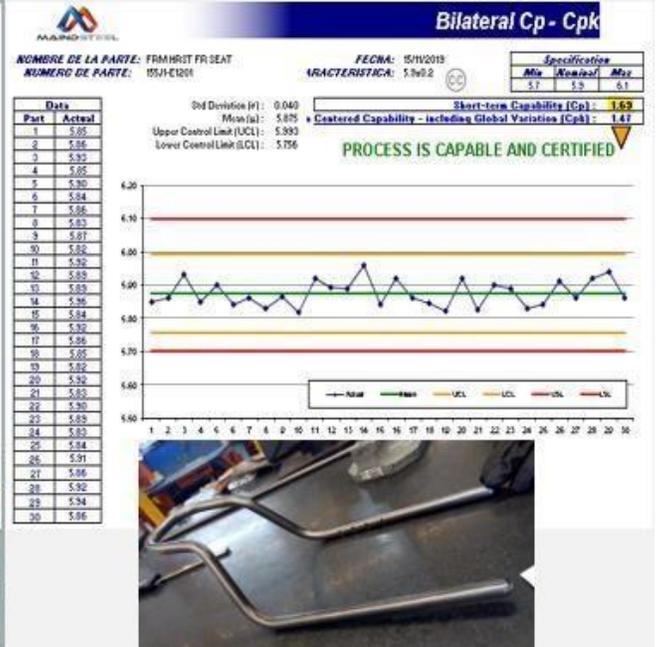
A continuación, se muestra la comparación de los estudios de capacidad de las características especiales de la primera fase y los actuales:



ALINEACIÓN DE EXTREMOS 155J1-E1201

PROTOTIPO

ACTUAL



DISTANCIA DE ULTIMA RANURA 155J1-E1201

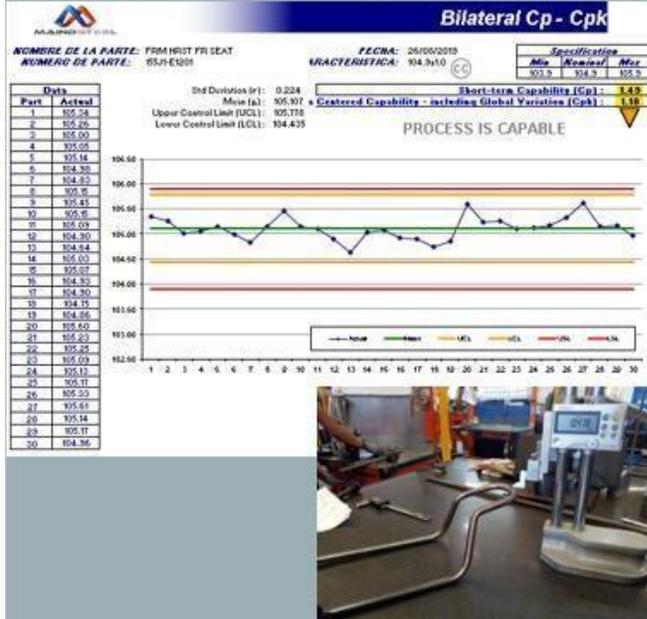
PROTOTIPO

ACTUAL



ALTURA DE Z 155J1-EI201

PROTOTIPO

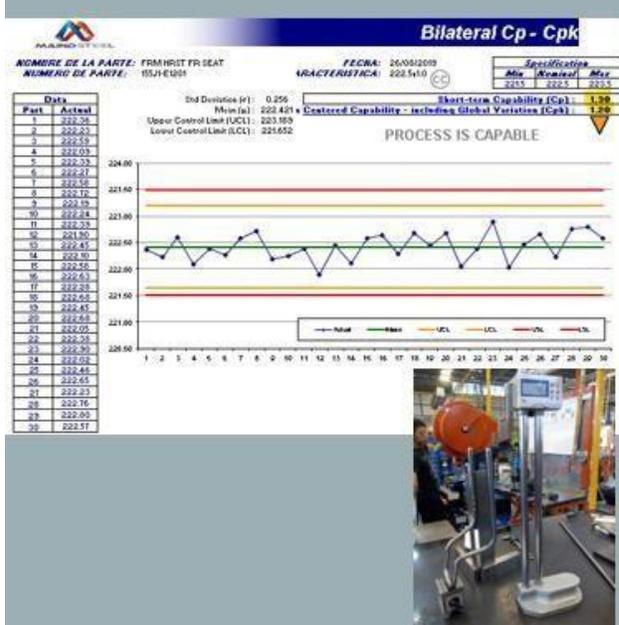


ACTUAL



LONGITUD TOTAL 155J1-EI201

PROTOTIPO



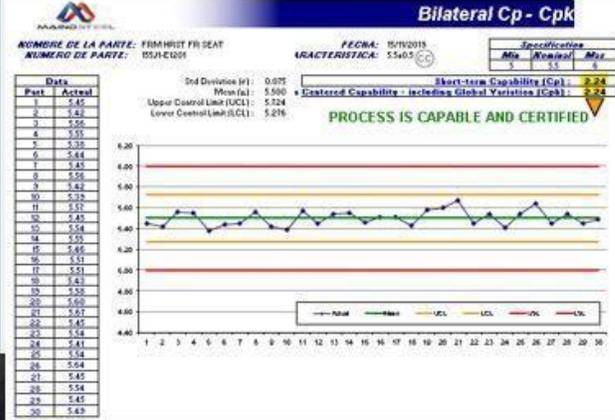
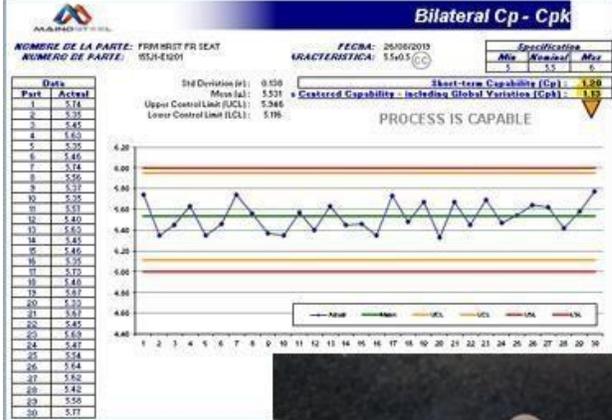
ACTUAL



DIAMETRO EXTERNO END FORMING 155J1-E1201

PROTOTIPO

ACTUAL



CAPITULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del proyecto.

- Los diferentes problemas que se presentaron durante la validación de la Plataforma L21B, nos muestran la gran oportunidad para que la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto sea efectivamente aplicada, sobre todo porque es un proyecto nuevo en la empresa, si esta metodología es bien aplicada pueden evitarse problemas en un futuro en la producción del producto. Contribuyendo con la mejora de los procesos de producción de las piezas y la reducción de la variabilidad.

- Si la empresa no entiende con exactitud los requerimientos y especificaciones del cliente surgen grandes errores como lo son desperdicio de tiempo, consumo de materia prima y desgaste del personal. Es por eso que es de suma importancia la comunicación empresa-cliente en todo momento.

- Si los operadores de las líneas de producción hacen el uso adecuado a las ayudas visuales y las hojas de instrucción para uso de plantillas se verán reflejadas las acciones preventivas en la producción de las piezas y esto trae como consecuente la disminución de piezas defectuosas, la empresa tendrá mayor producción, menos desperdicio de dinero, de material y procesos más controlados.

CAPITULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

- Con la aplicación de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto podremos interpretar, elaborar, registrar y diseñar los documentos de las carpetas PPAP con las diferentes áreas que interactúan en la manufactura.

- Identificar las 5 fases de un Plan de Diseño de producto que pueda traducir en un Plan de Calidad Avanzado, desarrollar y aplicar Planes de Calidad Avanzados, desarrollar y aplicar Planes de Control.

- Definir e identificar las características críticas del proceso y del producto.

- Crear acciones preventivas en el proceso para el control de defectos.

- Capacitar a los operarios para el buen uso de las Plantillas de Inspección.

- Interpretación de los Estudios de Capacidad, identificar cuáles son las causas de variación y como controlarlas.

CAPITULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de Información.

Chrysler Group LLC; Ford Motor Company; General Motors Company. (Junio 2010). *Análisis de Sistema de Medición (MSA)*. AIAG.

Chrysler LLC; Ford Motor Company; General Motors Company. (Junio, 2008). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales (AMEF)*. AIAG.

DiamlerChrysler Corporation; Ford Motor Company; General Motors Company. (Marzo, 2006). *Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)*. AIAG.

Group, SPC Consulting. (Noviembre de 2019). *SPC Consulting Group*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/core-tools/>

Gutiérrez Restrepo, S. (2018). *MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA PLANEACIÓN AVANZADA DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO (APQP) EN LAS ENSAMBLADORAS Y PROVEEDORES DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DEL SECTOR MOTOCICLETAS EN LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS*. Colombia.

Hernández Jiménez , R. (2019). *Aplicación de APQP en proyecto de manufactura de asientos para automóvil*. Ciudad Universitaria, Cd. Mx.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción de un nuevo producto por medio de la metodología APQP en el . (s.f.).

Lopera Yurani, M. N., & Marín Yudi, A. J. (2014). Metodología para la Planificación Avanzada de la Calidad en la cadena de valor: caso de estudio en una empresa metalúrgica. *SEMILLEROS*, 5-14.

Olmedo Méndez, J. S. (2017). *La gestión de proyectos en una empresa manufacturera del sector automotriz mediante las herramientas APQP y CORE TOOLS*. Puebla: Universidad Iberoamericana Puebla.

Quezada Acosta, M. C., Rodríguez Picón, L. A., Rodríguez Barbón, M. I., Romero López, R., & Cordero Díaz, M. C. (2028). Introducción de un nuevo producto

por medio de la metodología APQP en el área de filtros especiales. *Mundo Fesc*, 26-30.

Romero Olea, D. (2008). *Metodología para la implementación de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto en la industria metalmecánica*. México, D.F: Instituto Politecnico Nacional.

SCP Consulting Group. (Noviembre de 2019). *Core Tools*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/core-tools/>

SCP Consulting Group. (Noviembre de 2019). *Plan de Control (CP)*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/plan-de-control/>

SPC Consulting Group. (Noviembre de 2019). *Control Estadístico del Proceso (SPC)*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/que-es-spc/>

SPC Consulting Group. (Noviembre de 2019). *ISO/TS 16949*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/isots-16949/>

SPC Consulting Group. (Noviembre de 2019). *Planeación Avanzada De la Calidad del Producto (APQP)*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/apqp/>

Trilles Barreda, V. (2018). *Repositori Universitat Jaume I*. Obtenido de Diseño e implementación de un sistema de planificación avanzada de la calidad de un producto en una industria de calderería.: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/180233>

CAPITULO 9: ANEXOS

16. Anexos

Carta de aceptación por parte de la empresa u organización para la residencia profesional. (Ilustración 23)



Ilustración 23 Carta de Aceptación

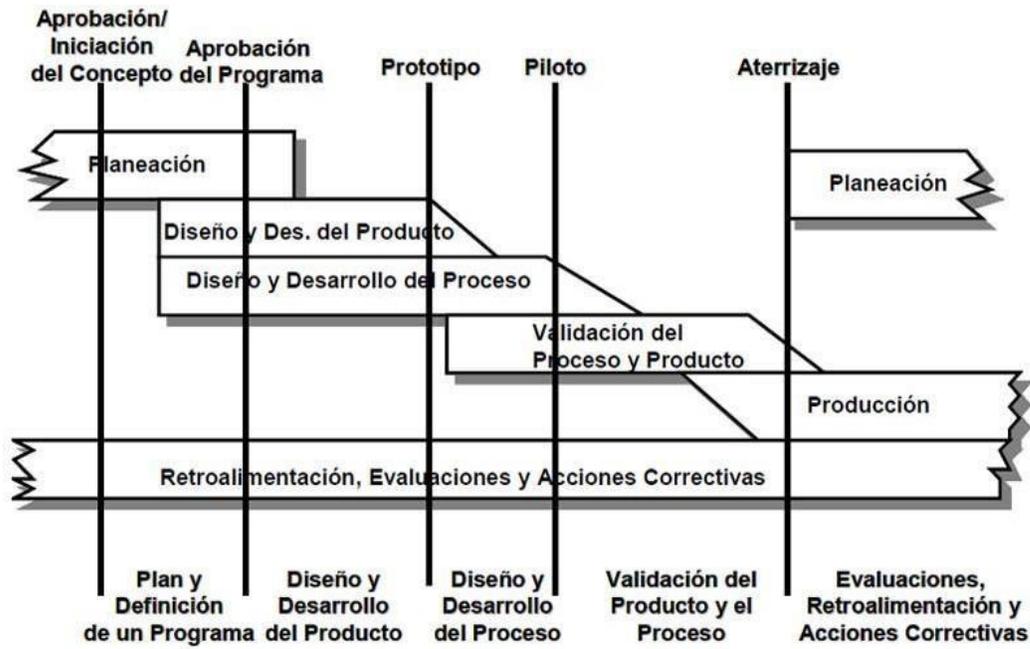


Ilustración 24 Fases del APQP

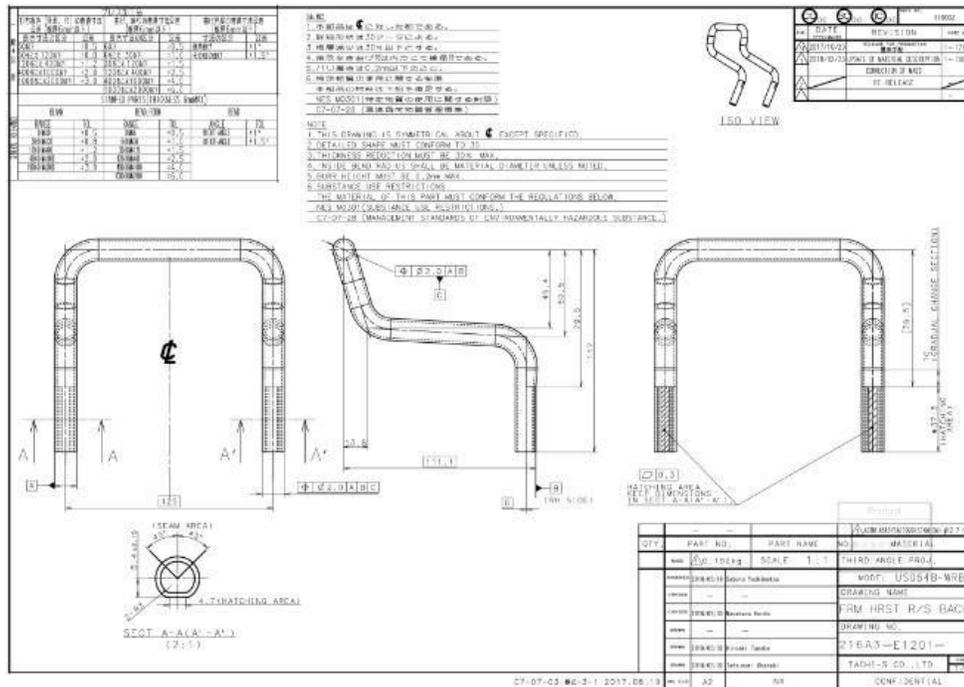


Ilustración 25 Plano de la pieza 216A3-E1201

		<h2>Prototype Part Shipping Authorization</h2>		DOCUMENTO CONTROLADO AUTORIZADO PARA SU USO PROYECTO	
Project	L218	Task(s) Important Part <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		Document Reference No. FWBL278L28L218 (001) 001	
Supplier Name	MANEERTEL Siles-Antonia Industriales C.S.A. de C.V.		Supplier Code	028	
Supplier Plant	MUNICIPIO DE CALVELOTAN 103 PARQUE INDUSTRIAL DEL VALLE DE AGUA SAN RAFAEL		Supplier personnel responsible for the Activity		
Part Name	FRONTÓN PISO BACS	Control Plan Reference / Version			
Part No. & Issue No.	278M28001.0.00	Control Plan Date			
Design No. (COP)	1-2019	Arrival Weight			
		Technical Part	Tachi-S Agencias Mexico S.A. DE CV		
Mission	<input type="checkbox"/> VC Lot Trial <input type="checkbox"/> PT Trial <input type="checkbox"/> PT1 Trial	<input type="checkbox"/> PT2 Trial <input type="checkbox"/> Pre - SOP <input type="checkbox"/> Process Change	<input type="checkbox"/> Material Change <input type="checkbox"/> Design Change <input type="checkbox"/> Tooling Replacement	Details / Other: _____	
Items attached to this Prototype Part Shipping Authorization :					
<input checked="" type="checkbox"/> Stab <input type="checkbox"/> Engineering Drawings <input checked="" type="checkbox"/> Design Note <input type="checkbox"/> Gauge Specification / Approval <input checked="" type="checkbox"/> Inspection Report <input type="checkbox"/> Risk Failure Diagram <input type="checkbox"/> Control Plan <input type="checkbox"/> Process Flow Chart <input type="checkbox"/> Logistics and Packaging Data Sheet <input type="checkbox"/> Process Capability Study <input type="checkbox"/> Applicable Approval Report (Tachi-S Only) <input checked="" type="checkbox"/> Project Development Record <input type="checkbox"/> Subsupplier Chain Sheet <input type="checkbox"/> Supplier Test Report <input type="checkbox"/> Details / Other: _____					
<small>For each supporting document, indicate the issue level and date on an attached list</small>					
SUPPLIER Signed Off :					
Name			Position	Ing. Calidad & Nuevos Proyectos	
Signature			Date	09/01/2019	
Tachi-s Shipping Authorization Judgement :					
<input type="checkbox"/> Authorized <input type="checkbox"/> Rejected <input checked="" type="checkbox"/> Conditional Approval SQA					
SQA Supervisor / Manager					
Name			Name		
Position	SQA		Position		
Signature			Signature		
Date	11-01-2019		Date		
<small>Note: Shipping Authorization judgement by Tachi-S shall not release the supplier of any safety, health or environmental responsibilities</small>					
Tachi-s SQA COMMENT Se autoriza CONDICIONAL MENTE para la muestra ya que se va a hacer del producto					
<small>Copyright © Renault / Nissan</small>					
<small>Este documento es propiedad de Tachi-S Nissan, no puede ser usado a terceros parte de lo contrario causará de daños. Confirmar que el documento sea una copia original.</small>					

Ilustración 29 Autorización de Producción de Prototipo.

PACKAGING DATA SPECIFICATION

Part number: 218A3-E1281		Supplier name: MANUFACTURING ENGINEERING CO		ACCT. GRP:
Part description: FOR HRST R/S BACP		Supplier code: 003		4/28/2018
Purchasing Contact:		Address: MANUFACTURING ENGINEERING CO		Product Code:
Name: ENRIQUE PERDOMO		Contact name: ENRIQUE PERDOMO		CRM:
Phone: 407 778-4720		Mobile: 155CTOS EXT 108		Ecological Index:
Fax:		E-mail: E.PERDOMO@TACHIS.COM		
Website: TACHIS.COM		Website: TACHIS.COM		
Dimensions				
Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Volume (mm³)	Weight (kg)
125	124	123	1,926	0.041
Weight				
Net (kg)	Gross (kg)	Volume (mm³)	Weight (kg)	Volume (mm³)
1	30,000	40	474	6
Damage / outer packaging and materials				
returnables and re-usable				
Pkg. code	Qty / pk	Pallet or rack - max unit load (kg)		
3880	1	3880	810	177.8
Order to fit size flexibility				
Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5
6	362.88	80.28	443.16	0.0000
Order to fit size flexibility				
Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5
6	362.88	80.28	443.16	0.0000
% UTILIZATION IN TRANSPORT				
Transportation	Mode	Rate	Rate	Rate
Truck (11.5)				
Truck (10.5)				
Traffic		0%		
Storage and Shipping				
Local Customer packaging requirements				
Packaging is a key element in Tachi-S products. The packaging must protect the product and be easy to handle. The following requirements must be followed:				

Ilustración 30 Norma de Empaque 1 de 2

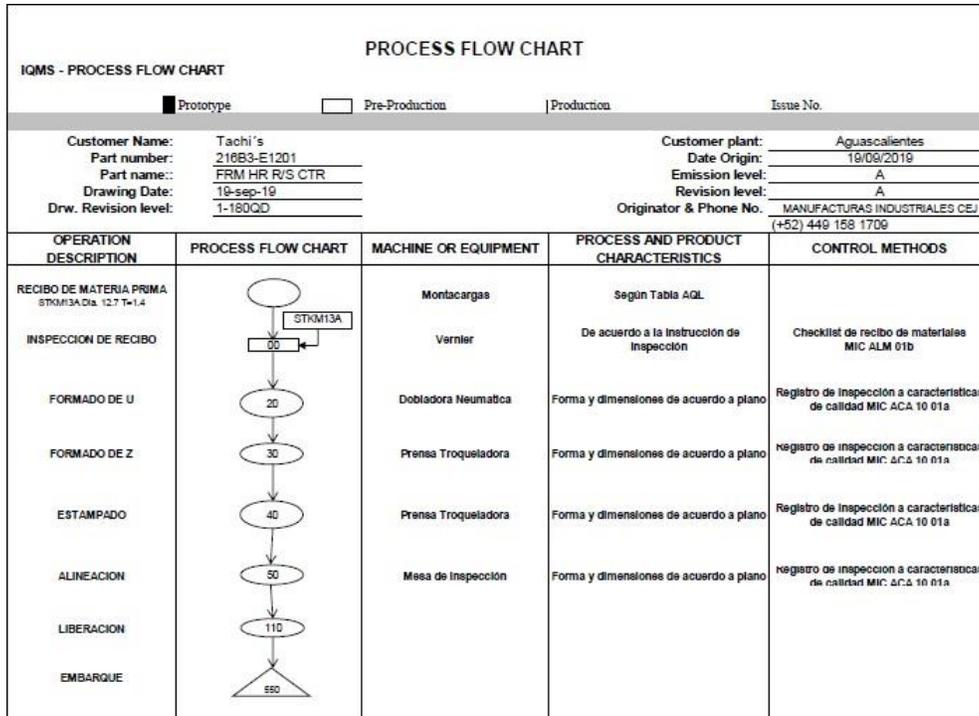


Ilustración 32 Diagrama de Flujo pieza 216B3-E1201

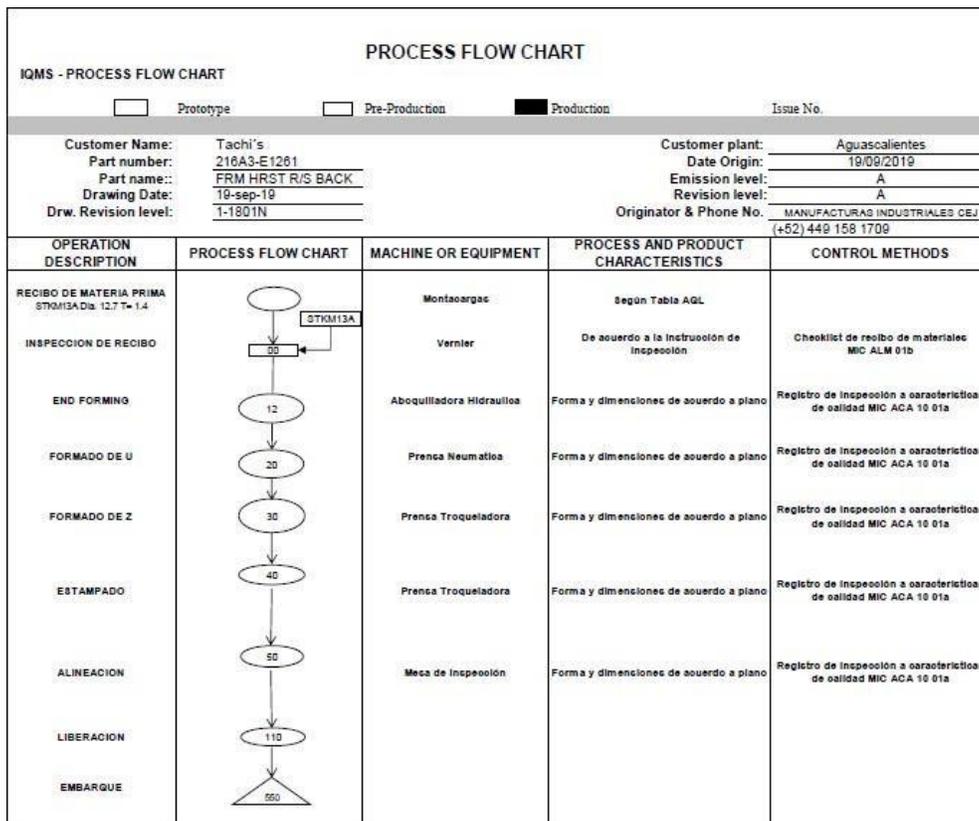


Ilustración 33 Diagrama de Flujo pieza 216A3-E1261

IGMS - PROCESS FLOW CHART		PROCESS FLOW CHART			
<input type="checkbox"/> Prototype <input type="checkbox"/> Pre-Production <input type="checkbox"/> Production		Issue No.			
Customer Name: Tachi's Part number: 155J1-E1201 Part name: FRM HRST FR SEAT Drawing Date: 19-sep-19 Drw. Revision level: 1-150EN		Customer plant: Aguascalientes Date Origin: 19/09/2019 Emission level: A Revision level: B Originator & Phone No. MANUFACTURAS INDUSTRIALES CELJ (+52) 449 158 1709			
OPERATION DESCRIPTION	PROCESS FLOW CHART	MACHINE OR EQUIPMENT	PROCESS AND PRODUCT CHARACTERISTICS	CONTROL METHODS	
RECIBO DE MATERIA PRIMA ST/M/SA/04 127 12		Montacargas	Según Tabla AQL		
INSPECCION DE RECIBO		00	Vernier	De acuerdo a la instrucción de inspección	Checklist de recibo de materiales MIC ALM 01b
MAQUINADO DE PUNTA 1		11	Taladro de Blanco	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
END FORMING 1		12	Aboquilladora Hidráulica	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
MAQUINADO DE PUNTA 2		13	Taladro de Blanco	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
END FORMING 2		14	Aboquilladora Hidráulica	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
FORMADO DE U		25	Dobladora Neumática	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
FORMADO DE Z		30	Presna Troqueladora	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
RANURADO		40	Fresadora de Ranura	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
CROMADO		50	Línea de cromo	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
ALINEACION		70	Mesa de Inspección	Forma y dimensiones de acuerdo a plano	Registro de inspección a características de calidad MIC ACA 10 01a
LIBERACION		110			
EMBARQUE		90			

Ilustración 34 Diagrama de Flujo pieza 155J1-E1201