



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Metodología APQP aplicada a la  
Industria Metalmeccánica en México**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

Edwin Alejandro Valle Carrera

**ASESORA DE INFORME**

M.I. Silvina Hernández García



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024**

# Índice

Introducción.....	7
Problemática .....	8
Justificación .....	8
Objetivo general.....	9
Objetivos particulares.....	9
Antecedentes .....	10
Marco Teórico .....	11
Inicio.....	12
Planificación.....	12
Diseño y Desarrollo del Producto.....	13
Diseño y Desarrollo del Proceso .....	13
Validación de Producto/Proceso .....	14
Cierre y Entrada en Producción .....	15
Capítulo 1 .....	16
Planeación y definición del programa .....	16
1.1 La voz del cliente .....	16
1.2 Plan de negocios .....	16
1.3 Benchmarking (Punto de referencia) .....	16
1.4 Suposiciones del producto/proceso .....	16
1.5 Estudios de confiabilidad .....	17
1.6 Información de cliente interno.....	17
1.7 Metas de diseño .....	17
1.8 Metas de confiabilidad y calidad .....	17
1.9 Lista preliminar de materiales .....	18
1.10 Diagrama de flujo preliminar del proceso.....	18
1.11 Lista preliminar de características especiales de producto y proceso ....	18
1.12 Plan de aseguramiento del producto .....	19
1.13 Soporte de la dirección .....	19
Capítulo 2.....	21
Diseño y desarrollo del producto.....	21

2.1 AMEF de diseño .....	21
2.2 Diseño para manufactura y ensamble .....	21
2.3 Verificación del diseño .....	21
2.4 Revisión del diseño .....	22
2.5 Dibujos de ingeniería .....	22
2.6 Especificaciones de ingeniería .....	22
2.7 Especificaciones de materiales .....	23
2.8 Cambios a dibujos y especificaciones .....	23
2.9 Requerimientos de equipos, herramientas y refacciones .....	23
2.10 Características especiales de producto y proceso .....	23
2.11 Requerimientos de equipos de inspección y prueba .....	24
2.12 Construcción del prototipo/plan de control .....	24
2.13 Compromiso de factibilidad .....	24
Capítulo 3 .....	25
Diseño y desarrollo del proceso industrial .....	25
3.1 Estándares de empaque generales .....	25
3.2 Revisión del sistema de calidad del producto/ proceso .....	25
3.3 Diagrama de flujo del proceso (operaciones, inspecciones y flujos) .....	26
3.4 Distribución de planta .....	26
3.5 Matriz de características .....	26
3.6 AMEF o Análisis de Modo y Efecto de Fallas de proceso .....	26
3.7 Plan de control de preproducción .....	26
3.8 Instrucciones de proceso .....	27
3.9 Análisis de los sistemas de medición .....	27
3.10 Especificaciones de empaque (Específicas) .....	28
3.11 Soporte de la dirección .....	28
Capítulo 4 .....	29
Validación del producto y proceso .....	29
4.1 Corridas de prueba y validación de producción .....	29
4.2 Evaluación del sistema de medición .....	29
4.3 Estudio preliminar de capacidad del proceso .....	30
4.4 Aprobación de partes de producción (PPAP) .....	30

4.5 Evaluación de empaque .....	30
4.6 Plan de control para producción .....	30
4.7 Liberación de la planeación de calidad y soporte de la dirección .....	31
Capítulo 5 .....	32
Lanzamiento, retroalimentación, evaluación y acciones correctivas .....	32
5.1 Reducción de la variación .....	32
5.2 Mejora de la satisfacción del cliente .....	32
5.3 Mejora de la entrega y servicio .....	32
5.4 Uso efectivo de las lecciones aprendidas .....	33
Capítulo 6 .....	34
Aplicación de APQP en proyecto de la industria metalmecánica y manufacturera de muebles .....	34
Propuesta de Política de Calidad .....	34
I. Planeación y definición del programa .....	36
Lista de materiales cliente .....	37
Plano proporcionado por el cliente .....	38
Parámetros de calidad .....	39
II. Diseño y desarrollo del producto .....	41
Plano realizado por el área de diseño .....	41
Gauges y escantillones .....	43
Puntos críticos de calidad .....	44
III. Diseño y desarrollo del proceso industrial .....	45
Propuesta de empaque .....	46
Diagrama de flujo .....	47
Piezas por pallet .....	48
Dispositivos para monitoreo .....	49
IV. Validación del producto y proceso .....	49
Fabricación de corrida prototipo .....	50
Formato dimensional .....	51
Probeta autorizada de pintura .....	52
V. Lanzamiento, retroalimentación, evaluación y acciones correctivas .....	52
Fabricación de proyecto .....	54
Conclusiones .....	56

Apéndice .....	58
Formato de hoja de ruta (Kanban) .....	58
Formato de checklist para el área de fabricación.....	58
Manual de procedimientos .....	59
Formato dimensional.....	60
Formato de etiqueta .....	61
Bibliografía y referencias .....	62

# Dedicatoria

*A mis padres, por su esfuerzo, dedicación y apoyo, por impulsarme todos los días de mi vida para alcanzar mis logros y ser mi sustento en todo momento.*

*A mi hermana, compañera de hogar y aventuras por alentarme siempre.*

*A mis abuelos, quienes gracias a su experiencia y esfuerzo me enseñaron a luchar por mis sueños, sin ellos nada de esto sería posible.*

*A mis tíos, que con su apoyo he podido superar adversidades para mejorar personal y profesionalmente.*

*A mis amigos y a todas las personas importantes en mi vida por acompañarme durante este proyecto importante en mi vida.*

# Introducción

El presente informe profesional se centra en la elaboración de una guía para aplicación de la metodología Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (Advance Product Quality Planning o APQP, por sus siglas en inglés) en la incorporación de nuevos productos y el desarrollo de nuevos proyectos de fabricación dentro de la industria metalmecánica, siguiendo metodológicamente las cinco fases características como guía principal.

La Planeación Avanzada de la Calidad del Producto se planteó y consolidó en Estados Unidos a través del trabajo realizado por la industria automotriz de dicho país, con el objetivo de competir con la industria japonesa, por medio del llamado Grupo de Acción de la Industria Automotriz (AIAG, por sus siglas en inglés). Su principal característica consiste en una metodología estructurada que permite desarrollar productos o servicios cuya finalidad es asegurar el cumplimiento de los requisitos del cliente, garantizando la satisfacción del mismo.

El objetivo principal de la metodología es facilitar la comunicación con todos los involucrados en la fabricación, para lograr un diseño, manufactura y proceso productivo óptimo, es decir, sin fallas, manteniendo o incrementando la productividad y superando las expectativas de calidad esperada por el cliente. Una razón del origen del APQP es la falta de planeación para nuevos proyectos o productos, ocasionando falta de competitividad en la industria, ya que incrementa la cantidad de productos fuera de especificación y aumenta los costos de calidad.

Implementar el APQP con la aplicación estructurada de cada una de sus fases, beneficia a los proyectos encaminando ordenadamente las etapas y áreas de la organización, que va desde la planeación y la evaluación hasta la aplicación y retroalimentación. Además, a través de la documentación es posible tomar como antecedente datos que ayuden a corregir problemas o crear mejores prácticas que servirán de referencia a nuevos proyectos o productos que involucren procesos, materiales o usos similares, de tal forma en que en cierto punto se logre la mejora continua.

## **Problemática**

En la industria metalmecánica la integración de nuevos productos es costosa, además, en los últimos años el mercado se ha tornado muy competitivo en la producción y en la buena calidad de los productos, por lo tanto, al no existir un proceso establecido para la introducción de nuevos proyectos que garanticen el cumplimiento y satisfacción del cliente, el desarrollo y la fabricación se complican generando retrasos, existiendo un margen de error muy amplio que afecta en las entregas de los pedidos de clientes finales, en la fabricación de productos defectuosos y fuera de especificaciones, ocasionando reclamos de garantía bajo los argumentos de que los productos incumplen con los requerimientos, ya sea por defectos de fabricación o producto fuera de funcionalidad.

Debido a lo anterior, esta rama de la industria se ha visto en la necesidad de implementar mejoras en sus procesos de fabricación tomando metodologías que permitan asegurar la calidad de sus productos, con la infraestructura necesaria y bajo los tiempos estipulados, de tal manera que los productos satisfagan las necesidades descritas por el cliente.

## **Justificación**

La competencia por permanecer en el mercado de la industria metalmecánica es muy grande. La mala estructuración de diseños, procesos deficientes, mala calidad en los productos e incumplimientos en las fechas de entrega son demasiado costosos. A causa de esto se tomó la decisión de desarrollar un proyecto que tiene como objetivo ofrecer una guía de apoyo con base en la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, aplicando la metodología a la industria metalmecánica y manufacturera, con la cual se logrará implementar, controlar y mejorar las integraciones de nuevos productos dentro de la fabricación por parte de la organización.

## **Objetivo general**

Proponer y proporcionar una guía sobre la metodología Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) a la industria metalmecánica, con la finalidad de estructurar una organización de diseño óptimo e integración de nuevos productos asegurando la calidad de los mismos para que cumplan con las expectativas del cliente.

## **Objetivos particulares**

1. Aplicar conforme a especificación metodológica las fases del APQP, adaptando la guía para los diferentes nuevos desarrollos de productos.
2. Realizar un lanzamiento de producto exitoso carente de problemas y altos costos de calidad, una vez obtenidos los resultados de las fases del APQP.
3. Obtener y documentar lecciones aprendidas que puedan aplicarse en proyectos futuros.

# Antecedentes

La competencia comercial en el ámbito de la industria metalmeccánica es cada vez más demandante y exigente sobre todo en el desarrollo de proyectos que llevan consigo el diseño y la fabricación o implementación de nuevos productos. Una calidad defectuosa, la falta de diseño, procesos deficientes y el no cumplir con los compromisos plasmados en un programa de actividades y entregables de un proyecto tienen un alto costo para una empresa fabricante de muebles.

El mercado nacional e internacional demanda productividad, calidad, costo y funcionalidad. Por ello, las empresas metalmeccánicas y manufactureras se encuentran en constante innovación para mantenerse competitivas, sin embargo, actualmente no se cuenta con un proceso establecido para llevar a cabo eficazmente la ejecución de los proyectos que involucran el desarrollo de nuevos productos. No obstante, la implementación de la metodología APQP que inicialmente tiene su origen y aplicación en la industria automotriz, nos proporciona las herramientas necesarias para poder llevar a cabo los lanzamientos eficientes de nuevos proyectos y la fabricación de productos en tiempo y forma, evitando altos costos y manteniendo una metodología para futuros desarrollos.

Es importante la creación de un equipo multidisciplinario que tenga la responsabilidad de realizar entregables correspondientes a las diferentes etapas de la metodología, involucrando los departamentos de la organización encargados de implementar productos representados por personal experto en el área. De tal forma, cuando se presente un obstáculo en cualquiera de las fases y en específico en el algún proceso, el equipo multidisciplinario deberá actuar en forma inmediata para analizar y llevar a cabo la solución y de esta manera evitar retrasos que afecten al programa general de la organización. Aplicando esta metodología en una serie de fases y bajo la responsabilidad de que cada departamento el proyecto avanzara de forma eficaz haciendo que los costos de lanzamiento sean menores, las fechas compromiso de entrega sean las acordadas y se mantengan los estándares de calidad requeridos por el cliente y la funcionalidad del producto.

# Marco Teórico

La Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, también llamada Advance Product Quality Planning o APQP por sus siglas en inglés, es un conjunto de procesos, procedimientos y herramientas empleadas en la industria automotriz y autopartes para asegurar la calidad de los vehículos desde los proyectos de desarrollo de las partes. Se considera en sí misma la unificación de las herramientas de planeación de la calidad en etapa de ejecución de los proyectos de desarrollo de los productos (DNP), que se compila por los fabricantes estadounidenses Chrysler, Ford y General Motors.<sup>1</sup>

Para facilitar la aplicación de dicha metodología, las ensambladoras de automóviles emplean softwares que permiten mejorar la comunicación, el intercambio de documentos y una gestión de los proyectos desde una misma plataforma, de tal forma que sea de fácil acceso, segura y sencilla de usar, reduciendo el uso de papeles y envío de correos, lo cual elimina la pérdida, olvido o pobre gestión de información y mal manejo de las versiones de diferentes documentos.

Las etapas de la metodología más utilizadas por el sector automotor para la ejecución de los proyectos de desarrollo de nuevos productos son: Inicio, Planificación, Diseño y Desarrollo del Producto, Diseño y Desarrollo del Proceso de Producción, Validación del Producto y el Proceso, Cierre del Proyecto y Entrada en Producción. En la *Figura 1* se muestra el *Diagrama de la Planeación Avanzada del Producto*, el cuál identifica las etapas principales con su respectivo orden, además se identifica los entregables principales de un proyecto de DNP para el sector automotor.<sup>2</sup>

Posteriormente, se describen más a detalle cada una de las etapas del APQP, las cuales se encuentran especificadas y definidas en el Manual de Referencia creado

1, 2. Sebastián Gutiérrez Restrepo. 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. Repositorio Institucional Universidad EAFIT, Colombia, 2014. Pág. 2 a 7.

por la AIAG (Automotive Industry Action Group), con la finalidad de determinar los estándares utilizados para empresas fabricantes de automóviles y para proveedores de partes.

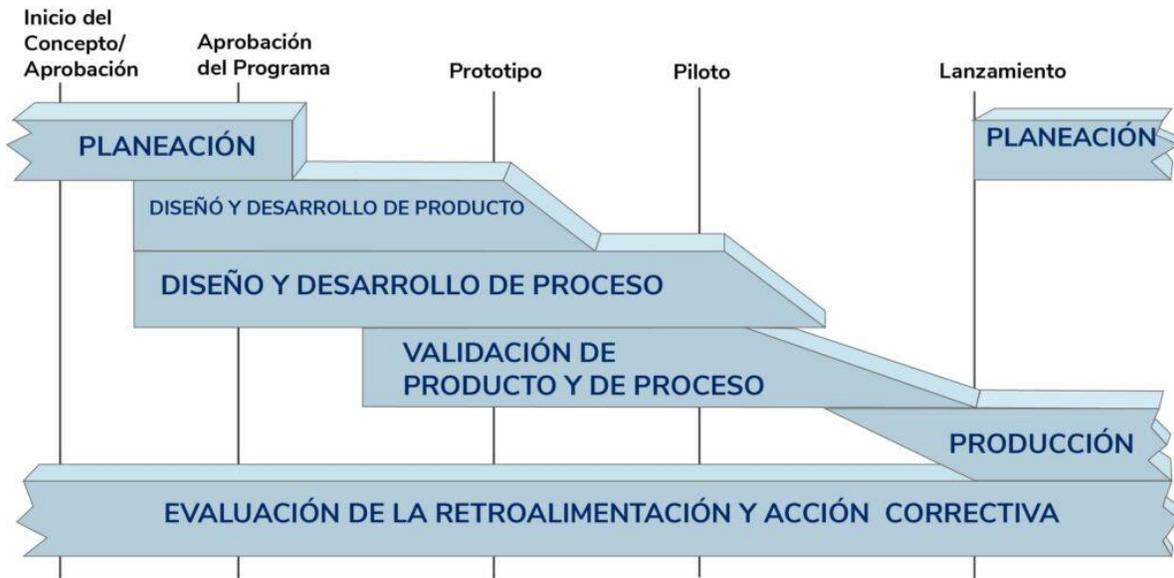


Figura 1. Diagrama de la Planeación Avanzada de la Calidad de Producto

## Inicio

Para poder arrancar el proyecto basado en la metodología es necesario tener identificadas las necesidades, totalmente claros y plasmados los requerimientos, funcionalidades, y todas las características transmitidas por parte del cliente, ya que él deberá dar su aprobación para dar inicio el proyecto; de igual forma es importante que el fabricante o proveedor otorgue la aprobación estando en mutuo acuerdo con el cliente. En este inicio, las empresas legalizan sus acuerdos mediante contratos que aprueban las propuestas técnico y económicas del producto a desarrollar.

## Planificación

La planificación tiene como entradas todos los requisitos legales y de negociación establecidos por las empresas una vez dado el inicio del proyecto. Algunos de los puntos más importantes a desarrollar para esta etapa consisten en realizar un plan

de negocios de acuerdo con el producto, y al mismo tiempo en la parte más técnica llevar a cabo la documentación de la fabricación, tomando como referencia las características del producto y los procesos a desarrollar.

Esta planificación tiene como entregable un cronograma definido para el desarrollo del proyecto, un plan de aseguramiento de la calidad del producto, así como objetivos claros en cuanto a tiempo, costo y alcance, en los cuales se involucra al diseño, producto, proceso, documentación para el producto y el proyecto.

Para asegurar el cumplimiento de la planificación, es necesario llevar a cabo reuniones de retroalimentación que permitan conocer el avance y los retos para el equipo designado en llevar a cabo el seguimiento de la fase, dando un seguimiento continuo al proyecto.

## **Diseño y Desarrollo del Producto**

El diseño del producto es la etapa del proceso de DNP donde se desarrolla el concepto definitivo de este para salir al mercado. Es decir, se plasman las fases anteriores fusionando las características del producto con el proceso de este, de tal forma que el resultado cumpla con los requerimientos y satisfacción del cliente. Además, en esta etapa de diseño se adecua la información recibida en forma de planos y datos, los cuales son partidarios para los procesos de diseño de procesos y fabricación de partes.

Las entradas de la etapa de diseño son los resultados de la planeación, así como los requerimientos técnicos definidos por el cliente para el producto como resultado final del proyecto. Con el diseño del producto, se obtiene una mayor definición en las características y especificaciones técnicas de manufactura del producto, las cuales sirven como entrada a la siguiente etapa del proyecto.

## **Diseño y Desarrollo del Proceso**

Esta fase del DNP, también conocida como industrialización, ya que se lleva a cabo en la planta de fabricación o piso de fabricación, corresponde al diseño y

desarrollo del proceso. Es una de las etapas más importantes ya que involucra tiempos, movimientos, manejo de material, consumos y además el cumplimiento de los puntos establecidos para la calidad y funcionalidad del proyecto en cuestión.

La etapa de diseño y desarrollo del proceso toma del diseño definitivo del producto, especificaciones técnicas y funcionales para desarrollar un conjunto de procesos que sean capaces de fabricar el producto con las características definidas junto con el cliente. Esta se caracteriza por llevar a cabo las inversiones y transformaciones requeridas en la planta del proveedor para fabricar el producto. Las salidas de la etapa son un conjunto de procesos de fabricación, documentos y especificaciones de calidad que permiten asegurar la producción cumpliendo los requisitos negociados.<sup>3</sup>

## **Validación de Producto/Proceso**

Para la validación de producto o proceso, es clave dentro de la metodología realizar una fabricación representativa de la producción en un escenario real, lo cual se realiza mediante la realización de una serie de corridas significativas, en las cuales se evalúa que los objetivos de calidad, tiempo y costo sean alcanzados para el producto final, cuidando que este último cumpla todos los requerimientos definidos por el cliente.

En dicha etapa, se verifica dos puntos: lo diseñado frente a lo obtenido. También se genera la documentación que permita realizar una evaluación de las características requeridas por el cliente, tales como pruebas físicas, pruebas de laboratorio, pruebas de funcionalidad, aspectos cualitativos y cuantitativos.

El resultado final de la etapa es una aprobación o rechazo del producto, además de un dictamen del proceso, el cual puede ser apto o insuficiente para que el fabricante pueda arrancar su operación.

3. Sebastián Gutiérrez Restrepo. 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. Repositorio Institucional Universidad EAFIT, Colombia, 2014. Pág. 2 a 7.

Si el resultado es aprobatorio podrá comenzar la fabricación, de lo contrario, se deben realizar cambios en los puntos en los que existan oportunidades de mejora, de tal manera en que se pueda volver a presentar el ejercicio práctico la etapa de validación.

## **Cierre y Entrada en Producción**

El final de la metodología es la etapa de cierre del proyecto y entrada en producción, en donde se evalúan los aspectos relevantes de la operación del producto final y se someten a procesos de mejora en cuanto a los indicadores propuestos o implementados para temas de calidad, tiempo de entrega y costos. Los integrantes del equipo para el proyecto evalúan los aspectos positivos y aspectos negativos, para así analizar cómo mejorar en la ejecución del plan, llevando a cabo la mejora continua y tomando como base para realizar registros de lecciones aprendidas y buenas prácticas aplicables a proyectos futuros.

Finalmente, cabe mencionar que, dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, existen dos actividades que anteceden y benefician al arranque de producción. Por una parte, se presenta el proceso conocido en inglés como Product Part Approval Process o PPAP por sus siglas, el cual consiste en validar el desarrollo del proyecto paso a paso y conlleva la elaboración, revisión y aprobación de cada número de parte mediante un listado de documentos que evidencian las Core Tools (Herramientas Centrales) las cuales son necesarias para implementar un Sistema de Gestión de Calidad en el caso de la Industria Automotriz, con el fin de aprobar la calidad final del producto y el proceso, para su lanzamiento a producción en serie.

Y por otro lado, la Garantía de la Aprobación de las Partes, o Part Submission Warrant o PSW por sus siglas en inglés, el cual, es un documento que evidencia la aprobación final de todas las partes, y se define como la aprobación de la calidad final del proyecto por parte del fabricante.

# Capítulo 1

## Planeación y definición del programa

### 1.1 La voz del cliente

Se refiere a las necesidades, expectativas y opiniones expresadas por el cliente o usuario que adquiere el producto/servicio, el cual expresa recomendaciones, datos y toda la información necesaria para desarrollar el proyecto, se incluye a los clientes externos e internos de la organización con el fin de recopilar la mayor información posible; es mediante el cual se inicia el proceso de planeación y definición del programa del APQP.

### 1.2 Plan de negocios

En conjunto se deben analizar los siguientes puntos importantes para el lanzamiento del proyecto:

- Tiempos.
- Costos.
- Inversión.
- Posicionamiento del producto.
- Recursos asignados para el desarrollo.

### 1.3 Benchmarking (Punto de referencia)

Consiste en conocer de manera más profunda a los competidores para entender las estrategias y mejorar las prácticas. Entre los pasos a seguir se encuentran:

- Consumidor objetivo.
- Puntos clave de venta.
- Competidores clave.

### 1.4 Suposiciones del producto/proceso

Con base a la experiencia se asume que el producto posee una apariencia definida, un diseño plasmado y un proceso tentativo previos al inicio del desarrollo del proyecto. Se realiza una lluvia de ideas para definir en una minuta los puntos

importantes de la reunión, con la finalidad de encontrar innovaciones, mejoras, evaluaciones de confiabilidad y nuevas tecnologías basadas en las suposiciones realizadas.

### **1.5 Estudios de confiabilidad**

Durante este estudio se recopilan datos históricos para averiguar la frecuencia de reparación o reemplazo de componentes durante un período designado en la fabricación, además se plantean las pruebas de durabilidad y fiabilidad, es las cuales se encuentran pruebas destructivas, de funcionalidad, de resistencia, entre otras.

### **1.6 Información de cliente interno**

Son los requerimientos necesarios dentro la fabricación de las piezas, componentes y ensambles dentro de la organización, los cuales son mutuamente acordados por los involucrados y cumplen con los indicadores requeridos por el cliente externo.

La información recabada es sumamente importante porque ayuda a que todos los involucrados tengan lo necesario para desarrollar procesos conforme a lo establecido por el cliente final.

### **1.7 Metas de diseño**

La principal meta de diseño es traducir y mantener la voz del cliente, cuidando siempre sus necesidades durante todo el desarrollo del proyecto.

Por ello, antes de realizar cualquier cambio que involucre al diseño del producto, es importante consultarlo con ellos y a su vez en dado caso proponer al cliente para su autorización o negación.

### **1.8 Metas de confiabilidad y calidad**

Para brindar una confiabilidad se analiza qué pruebas, comparaciones o evaluaciones se le pueden realizar al producto de acuerdo a la funcionalidad y a los requerimientos del cliente. Dichas pruebas deben ayudar a encontrar fallos, defectos y mejoras dentro del producto.

Dentro de la organización se analizan las posibles áreas de oportunidad, es decir, los defectos, defectivos, puntos críticos de calidad, se analizan herramientas, plantillas y posibles poka-yoke.

### **1.9 Lista preliminar de materiales**

Se realiza una lista inicial con los materiales que se van a utilizar, incluyendo todas las especificaciones requeridas, costos, proveedores y calidad. Se visualiza en los archivos digitales utilizados por la organización y dentro de los planos, siendo información disponible para el equipo.

### **1.10 Diagrama de flujo preliminar del proceso**

Se realiza un diagrama que describa el flujo a seguir dentro de la fabricación del producto. Incluyendo datos relevantes del producto y del proyecto en el encabezado que nos permita conocer a fondo la información necesaria y entendible de lo que se va a fabricar, y posteriormente se represente consecutivamente el proceso, asignando máquinas, herramientas, proceso e incluso en casos más especiales tomando en cuenta la lista de materiales preliminar.

### **1.11 Lista preliminar de características especiales de producto y proceso**

Como resultado del análisis inicial del producto a la entrada del proyecto se realiza una lista que cuente con las expectativas de los clientes internos, el cliente final o externo, cubriendo las necesidades y cuidando los requerimientos, se debe desarrollar con base en:

- Suposiciones del producto/proceso.
- Confiabilidad y pruebas de calidad.
- Procesos de manufactura anticipados (diagrama de flujo, lista de materiales y poka-yoke).

La base para llevar a cabo esta lista se enfoca en los parámetros generales determinados para los principales procesos y complementados con los puntos críticos de calidad (PPC), los cuales incluyen:

- Dimensiones o dimensionales de piezas y ensambles.

- Funcionalidad de las piezas y componentes.
- Acabados previos a cada proceso o área involucrada.
- Acabados finales del producto terminado (PT).
- Empaque y embalaje.

### **1.12 Plan de aseguramiento del producto**

Muestra los objetivos, requerimientos, durabilidad y procesos mediante un bosquejo que muestre el desarrollo preliminar de la ingeniería de producto, además se evalúa lo siguiente:

- Complejidad.
- Materiales.
- Proceso.
- Manufactura.
- Calidad.
- Cualquier otro factor de riesgo dentro del diseño del producto para la fabricación.

Para el desarrollo del proyecto se plantea el desarrollo y uso del Análisis de Modos y Efectos de Falla, es decir, un AMEF.

### **1.13 Soporte de la dirección**

El equipo multidisciplinario asignado debe tener amplio conocimiento y experiencia dentro de la rama, así mismo, debe conocer de procesos, de materiales y debe estar informado de las necesidades y expectativas del cliente para plasmar dentro de la fabricación todos los puntos críticos con base en los alcances de la organización.

Este equipo debe estar compuesto por miembros de los siguientes departamentos:

- Ingeniería
- Diseño
- Producción.
- Calidad
- Costing.
- Operaciones.

Por lo tanto, el equipo debe tener el soporte de la administración en curso y el apoyo de la Dirección, de tal forma que se mantenga el interés y compromiso de todos los involucrados ya que se encontraran reportando constantemente los avances y documentando los avances, haciendo presentaciones al menos una vez por semana.

# Capítulo 2

## Diseño y desarrollo del producto

### 2.1 AMEF de diseño

El Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF, por sus siglas) es un análisis que permite evaluar las posibilidades de riesgo o de fallas durante un proceso productivo y los efectos consecuentes que este ocasiona. Principalmente plasma y cuida los requerimientos del cliente como principal consideración dentro del producto. Este documento es de suma importancia porque a través de él podemos evaluar las características del producto y del proceso para hacer respectivas modificaciones de ser necesario.

El equipo responsable de llevar a cabo este formato es el departamento de ingeniería.

### 2.2 Diseño para manufactura y ensamble

Durante el desarrollo de se realiza el análisis y el diseño simultáneo entre la manufactura y el ensamble, garantizando la correcta relación entre el diseño y la manufactura para que el proceso tenga un flujo correcto y apto para la organización, y al mismo tiempo se cumplan con los requerimientos y expectativas del cliente.

Existen puntos que deben considerarse para este proceso:

- La variación dentro del proceso.
- Proceso de manufactura.
- Tolerancias dimensionales.
- Medidas de desempeño o KPI's
- Componentes, número de partes a ensamblar.
- Manejo de materiales.

### 2.3 Verificación del diseño

Se verifica que se cumpla con los requerimientos del diseño y con las necesidades específicas por el cliente. Para validar cada punto es posible realizar un check list

o solicitar un listado de los puntos de aceptación, rechazo o necesidades de tal forma que garanticemos que la información se encuentre plasmada por completo en el producto.

#### **2.4 Revisión del diseño**

El producto diseñado debe cumplir con los objetivos, por ejemplo, durabilidad, pruebas de rendimiento y pruebas de seguridad. En las revisiones de diseño se deben tratar los siguientes puntos:

- Cumplimiento del diseño pedido por el cliente.
- Funcionalidad del producto.
- Simulación por computadora (planos).
- Análisis de modo y efecto de falla potencial de diseño.
- Diseño de experimentos.

Para dichas revisiones se considera importante la implementación de una bitácora para documentar la información, acuerdos y planes de acción.

Así mismo, el área de calidad se encarga de preparar la información y los equipos para la realización de pruebas aplicables al producto de acuerdo al diseño y funcionalidad.

#### **2.5 Dibujos de ingeniería**

Cuando el cliente proporciona su diseño con los requerimientos plasmados y necesidades, el Departamento de Ingeniería debe revisar los dibujos del cliente y plasmar la información en los planos internos de la organización.

Cuando no existan planos por parte del cliente, se debe realizar los dibujos correspondientes a las necesidades del cliente para el producto.

Es importante considerar aspectos dimensionales, funcionales, estéticos y de proceso, tomando en cuenta la manufactura del producto, herramientas, dispositivos, poka-yoke y puntos de inspección continuos para la fabricación.

#### **2.6 Especificaciones de ingeniería**

La revisión estructural del producto de manera detallada permite identificar funcionalidad, durabilidad, apariencia, ensamble y componentes, con la finalidad

de establecer los criterios de aceptación y rechazo, definiendo los parámetros correspondientes a cada aspecto a evaluar; así mismo, a través de las Tablas Militar Estándar establecidas en las NOM 2859 se designará un tamaño de muestra y la frecuencia de revisión.

### **2.7 Especificaciones de materiales**

Consiste en dar de alta los materiales con sus especificaciones correspondientes para cada componente que conforma el producto final. De esta forma, se va desarrollando desde la parte inicial del proceso cada pieza.

### **2.8 Cambios a dibujos y especificaciones**

Cuando sea necesario se realizarán los cambios por el equipo multidisciplinario en dibujos y especificaciones, los cuales pueden proponerse desde el inicio del APQP o durante el desarrollo, pero antes de la fabricación. Los cambios correspondientes deben ser correctamente documentados por el equipo, se recomienda utilizar el documento formal “Cambio de Ingeniería” que justifique la modificación.

### **2.9 Requerimientos de equipos, herramientas y refacciones**

Se analizan los herramientas, plantillas, poka-yoke, equipos y máquinas necesarios para llevar a cabo el proceso correcto y adecuado conforme a las instalaciones de la organización y sus capacidades productivas, sin embargo, también es importante que el equipo considere nuevos equipos o herramientas, de acuerdo al tiempo de fabricación, entrega y planeación, incluyendo la manufactura.

### **2.10 Características especiales de producto y proceso**

El equipo de APQP debe evaluar los requerimientos y especificaciones del cliente para el uso adecuado de las características especiales del proceso. Las características deben ser plasmadas en el AMEF o a través de un Plan de Control para tener un monitoreo constante de cada uno de ellos.

### **2.11 Requerimientos de equipos de inspección y prueba**

En este punto se plasman los equipos y dispositivos necesarios para realizar el monitoreo al inicio, durante y al final del proceso de tal forma que se pueda asegurar el cumplimiento de los requerimientos en el esquema de tiempo establecido por el equipo multidisciplinario. Es importante identificar todos los equipos y dispositivos, así como, plantillas utilizadas, para que puedan ser de fácil ubicación, acceso y uso.

### **2.12 Construcción del prototipo/plan de control**

El equipo multidisciplinario revisa la manufactura del producto preparando un plan de control del prototipo de tal forma que la descripción de las etapas anteriores sea plasmada en las mediciones dimensionales, las pruebas de materiales y funcionalidad del proceso, las cuales ocurrirán durante la fabricación de dicho prototipo.

La construcción del prototipo es la oportunidad que ofrece la metodología para evaluar si el producto o servicio cumple con los objetivos plasmados al inicio y por el cliente. Dicha revisión permite asegurar tres puntos clave previos a la fabricación:

- a) Hay que asegurar que el producto cumple con todas las especificaciones e información.
- b) Establecer parámetros de proceso y requerimientos preliminares.
- c) Informar aspectos claves o impactos en el producto, así como en el costo de este.

### **2.13 Compromiso de factibilidad**

Hasta este punto se debe evaluar que la información de diseño propuesta sea factible para que todo el equipo esté de acuerdo y satisfecho para avanzar con el proyecto de tal forma que pueda manufacturarse, ensamblarse, probarse, empacarse y enviarse, en las cantidades suficientes con un costo adecuado para el cliente y la empresa, bajo tiempos de entrega y con los requerimientos establecidos por el cliente.

# Capítulo 3

## Diseño y desarrollo del proceso industrial

### 3.1 Estándares de empaque generales

El empaque debe garantizar la integridad de los productos al momento de transportar, distribuir o entregar el producto. En ocasiones el cliente cuenta con normas o especificaciones, las cuales, él requiere en su producto, de no ser así el equipo multidisciplinario debe ofrecer una propuesta de empaque de acuerdo a las necesidades que el cliente haga saber.

Por lo tanto, se diseña un empaque, así como una etiqueta de identificación con datos relevantes para la planta de fabricación, el cliente o ambos. Tales datos pueden ser: piezas en el empaque, piezas a estibar, mandatarios, estiba y cantidad de tarimas.

Una vez autorizado el empaque, se documenta para hacer de conocimiento a las áreas involucradas y a su vez al personal operativo. Cabe mencionar que dicho empaque debe ser costeable, funcional y práctico para que sea de fácil manejo y útil en la protección.

### 3.2 Revisión del sistema de calidad del producto/ proceso

Se deberá evaluar el sistema de calidad para el proyecto que se esté desarrollando, tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Puntos de Control.
- Parámetros de Calidad.
- Manuales de Inspección y Gestión de Calidad.

Llevar a cabo la actividad permite evaluar en conjunto el sistema actual para mejorarlo de manera periódica, de acuerdo a las necesidades de la organización; enriqueciéndose con el listado de verificación de calidad o los PCC proporcionados por el cliente.

### **3.3 Diagrama de flujo del proceso (operaciones, inspecciones y flujos)**

La representación del flujo del proceso para la fabricación se deberá incluir detalladamente el proceso a seguir para cada etapa de producción, incluyendo máquinas, materiales, herramientas y métodos, desde el inicio hasta el fin del proceso.

El diagrama nos permite analizar áreas de oportunidad, alternativas y tiempos, además de que beneficia el enfoque para diseñar planes de control.

### **3.4 Distribución de planta**

La distribución de planta o también conocido como layout, permite desarrollar y revisar la aceptabilidad de puntos de inspección, la localización de gráficos, puntos estratégicos de ayudas visuales, áreas de aduanas y área de cuarentena. Dicha distribución debe desarrollarse de tal forma que agilice el movimiento y manejo de materiales para facilitar el flujo del proceso.

### **3.5 Matriz de características**

Consiste en realizar un análisis que relacione los parámetros del proceso con los procesos productivos de tal forma que se cumpla con los criterios de aceptación y requerimientos que pide el cliente en los diferentes aspectos del producto. Dicha matriz permite comparaciones claras para una mejor toma de decisiones.

### **3.6 AMEF o Análisis de Modo y Efecto de Fallas de proceso**

Es recomendable realizar el análisis y revisión constante de un proceso productivo nuevo o ya revisado. Se deberá revisar el proceso y evaluar los defectos o problemas que surjan durante el transcurso del proyecto, puesto que este apartado consiste en detectar las posibles fallas antes de que el producto llegue al cliente.

### **3.7 Plan de control de preproducción**

El propósito del plan de control antes de la producción consiste en una descripción detallada de mediciones dimensionales, descripción de materiales, pruebas de producto y funcionalidad, para evaluar medidas de contención de no conformidades potenciales durante o previo a la fabricación.

Generalmente se incluyen puntos de control que permitan validar la producción, sin embargo, cada producto o proceso buscará las opciones que mejor se adapten con lo que se necesita. Algunos puntos son:

- Inspecciones de mayor frecuencia.
- Más puntos de chequeo en proceso y finales como puertas de calidad.
- Evaluaciones estadísticas robustas.
- Incremento en auditorías internas y externas.
- Identificación de dispositivos a prueba de errores: poka-yoke.
- Sistema PPS o sistema de producción poka-yoke.

### **3.8 Instrucciones de proceso**

El equipo multidisciplinario debe asegurarse que el proceso sea totalmente entendible para todo el personal operativo, por lo cual, es importante plasmar a detalle cada una de las actividades que se llevarán a cabo durante la fabricación del producto o proyecto en cuestión, asignando responsabilidades e instrucciones, las cuales deben contener los procedimientos estándar de operación y deberán postearse en la estación de trabajo que les corresponde, y si es necesario se deben incluir parámetros de ajuste tales como: velocidades de máquina, tiempos de ciclo, especificaciones, etc. Las instrucciones deben ser accesibles para todos los supervisores y operadores.

### **3.9 Análisis de los sistemas de medición**

Este plan incluye un análisis de repetibilidad, linealidad, exactitud y reproducibilidad, tomando en cuenta los sistemas de medición que se estén utilizando y que sobre todo brinden la información confiable para los requerimientos especificados por el cliente.

El departamento de calidad es el encargado de llevar a cabo dicha actividad, asignando diferentes puntos estratégicos para la realización de dimensionales durante el avance del proceso.

### **3.10 Especificaciones de empaque (Específicas)**

Se presenta una muestra de empaque por pieza, componente, producto final o estribo, de acuerdo a las necesidades del cliente y cuidando la integridad del producto durante la manipulación, transporte y entrega. Se diseña la etiqueta específica para la identificación del producto, tomando en cuenta toda la información recabada para el proyecto, datos del cliente y datos de ubicación.

### **3.11 Soporte de la dirección**

Se realiza una revisión formal del avance para informar a la dirección el estatus del proyecto, así mismo, el equipo multidisciplinario presentará los entregables de la etapa para verificar que se cumplan con los puntos establecidos dentro de la organización cuidando los requerimientos establecidos por el cliente.

Dichas juntas también deben ser funcionales para reforzar el compromiso y las responsabilidades dentro del proceso con la finalidad de que el programa establecido continúe fluyendo y no se vea afectado; el objetivo es solucionar los problemas relevantes lo más pronto posible y no poner en riesgo las fechas clave y proteger al cliente.

# Capítulo 4

## Validación del producto y proceso

### 4.1 Corridas de prueba y validación de producción

Este proceso es mejor conocido como “Run and Rate”, y se debe realizar en un turno de producción normal, efectuándose el uso del material especificado, herramental, maquinaria, equipo, instalaciones, proceso y tiempos establecidos, de tal forma que se pueda evaluar la efectividad del proceso de manufactura mientras se verifican puntos críticos dentro de la fabricación en los que se puedan establecer mejorar, y finalmente corroborando que se cumplan con los requerimientos y especificaciones del cliente.

La cantidad de productos a fabricar en la corrida de prueba se evalúa de acuerdo al lote de producción, sin embargo, debe ser un dato significativo que permite que el resultado sea representativo.

Los datos que permite analizar esta corrida de prueba son:

- Habilidades del proceso productivo.
- Sistemas de medición o verificación.
- Aprobación de partes de producción.
- Evaluación de empaque y embalaje.
- Primera pieza de producción/pieza muestra o maestra.

### 4.2 Evaluación del sistema de medición

Se utilizan los dispositivos, máquinas de pruebas, y métodos de medición para validar las características del producto, basándose en los manuales de referencia creados por el equipo multidisciplinario en los cuales se especifican los dispositivos utilizados; en esta actividad se verifican especificaciones de ingeniería en conjunto con la funcionalidad para garantizar estructural y cualitativamente el producto.

### **4.3 Estudio preliminar de capacidad del proceso**

En este estudio se evalúa la habilidad del proceso en un escenario real dentro de la producción poniendo a prueba el proceso para analizar qué tan eficiente es. Sienta su base en el plan de control previamente establecido para cumplir con los requerimientos establecidos y al mismo tiempo con el diagrama de flujo.

### **4.4 Aprobación de partes de producción (PPAP)**

Consiste en validar que los productos fabricados en las máquinas correspondientes, los dispositivos o herramientas requeridos y personal, así mismo, el diagrama de flujo del proceso, cumplan con las especificaciones y requerimientos establecidos por el cliente de acuerdo a lo planteado en la etapa inicial del proceso. Es importante mencionar que se debe realizar un PPAP por componente y al final un PPAP de ensamble general o producto terminado.

### **4.5 Evaluación de empaque**

Se debe garantizar que todos los productos estén protegidos de daños normales en el transporte, factores ambientales y manipulación de material durante la logística del producto. Se presenta una muestra significativa simulando la etapa del empaque y embalaje.

Existen empaques establecidos por parte del cliente, y en este caso se debe cumplir con las normas requeridas, entre ellas se encuentran, materiales de empaque, piezas por embalaje, estiba y componentes por contenedor.

De no ser el caso, el equipo multidisciplinario como se mencionó anteriormente será el encargado de proponer el empaque que garantice la integridad del producto cumpliendo con las normas de empaque o los requerimientos especificados para este aspecto por parte del cliente.

### **4.6 Plan de control para producción**

Se describen detalladamente los sistemas para controlar las partes y procesos, siendo el complemento del plan de control de pre lanzamiento, pues permite evaluar la fabricación y controlar aspectos relevantes dentro de la misma,

verificando resultados y de ser el caso realizar los cambios apropiados. Muestra un listado de los puntos críticos y significativos a controlar.

#### **4.7 Liberación de la planeación de calidad y soporte de la dirección**

El equipo multidisciplinario presentará a todos los involucrados y líderes de la fabricación del proyecto, así como a la dirección los resultados de todo el proceso por etapa y se deberá ejecutar la liberación formal del proyecto verificando que se cumplan con las especificaciones y requerimientos del cliente, y que además sea apto el proceso productivo para la planta de la organización.

Se documentan todos los resultados de las etapas: diagramas de flujo, planes de control, instrucciones de proceso, dispositivos de medición, pruebas, AMEF de diseño y de proceso y liberación formal.

# Capítulo 5

## Lanzamiento, retroalimentación, evaluación y acciones correctivas

### 5.1 Reducción de la variación

Una vez establecido el proceso se toman datos relevantes dentro de la fabricación que permitan identificar áreas de oportunidad y opciones de mejora dentro de la producción, analizando diferentes aspectos, tales como, máquinas, dispositivos, herramientas, materiales, diagrama de flujo, etc.

Mediante este punto los datos a recabar son: cantidad de piezas no conformes, tiempos muertos y cantidad de piezas productivas.

Posteriormente, se recomienda el uso de gráficas de control y técnicas estadísticas para analizar la variación del proceso, de tal manera, que se llegue a un mejoramiento continuo que requiere atención central en los puntos más críticos, buscando formas de reducir las fuentes de variación.

Se deben desarrollar propuestas de mejora continua que incluyan la optimización de materiales, métodos, procesos y sobre todo costos, considerando mantener la calidad del producto y la viabilidad del proceso.

### 5.2 Mejora de la satisfacción del cliente

Implementar un APQP detallado no garantiza la satisfacción del cliente, primordialmente garantiza el cumplimiento con los requerimientos del producto especificados por el cliente, sin embargo, se considera clave la negociación y comunicación constante del equipo multidisciplinario con el cliente para llegar a mutuos acuerdos durante las diferentes etapas del proceso, con la finalidad de volverse socios en hacer cambios, mejoras y correcciones en la fabricación del producto, y por consiguiente lograr la satisfacción del cliente final.

### 5.3 Mejora de la entrega y servicio

El objetivo principal es hacerlo bien y a la primera. No obstante, cuando llegan a ocurrir deficiencias o problemas en el producto, es esencial la comunicación entre

la organización y el cliente, para actuar en la solución y eliminar el problema, buscando lograr o retener la satisfacción del cliente.

Esta etapa es mejor conocida como servicio al cliente, y es mediante la cual se otorga al cliente la asesoría necesaria sobre el producto, para su cuidado y mantenimiento, lo que beneficiará a ambas partes para la reducción de costos y reforzará o hará más estrecha la relación entre proveedor-cliente.

Un dato importante para considerar es que este apartado permite dejar un antecedente para futuras fabricaciones y cuidar cualquier tipo de incidencia en el producto presentado para que no vuelva a ocurrir.

#### **5.4 Uso efectivo de las lecciones aprendidas**

Se recomienda la creación de una carpeta física y digital que permita contener los principales documentos y mantener actualizada la información para resguardar lo aprendido, llevar un registro de las prácticas y la implementación de indicadores que den a conocer los beneficios de la correcta aplicación de la metodología en ámbitos de fabricación, de procesos y de costos.

# Capítulo 6

## **Aplicación de APQP en proyecto de la industria metalmecánica y manufacturera de muebles**

A continuación, se presenta la aplicación en un proyecto real basado en los limitantes y alcanzables de la organización autorizado por la gerencia de calidad y dirección de operaciones y mediante el seguimiento y la implementación de la guía propuesta, con la finalidad de desarrollar un nuevo producto para fabricación dentro de la rama metalmecánica para una empresa manufacturera de mobiliario tubular para interior y exterior.

En el presente proyecto que se desarrolló se permite evaluar la funcionalidad de la metodología APQP dentro de la organización tomando como base la guía propuesta y además brinda un panorama más amplio para el equipo multidisciplinario para futuros proyectos en cuestión de mejora continua y lecciones aprendidas.

A causa de que no existe un control para el desarrollo de nuevos productos y que no se tiene conocimiento en el área ni en el piso de producción sobre el rumbo a tomar para implementar productos y procesos en serie exitosos, se propuso en primera instancia una Política de Calidad para conocimiento de todo el personal directivo, administrativo y operativo, tomándola como base para dirigir el proyecto APQP.

### **Propuesta de Política de Calidad**

Para realizar una propuesta se toma de referencia a la Internacional Organization for Standardization (ISO, por sus siglas), es decir, la nueva versión ISO 9001:2015, en la cual se promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficiencia de un Sistema de Gestión de Calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Por lo tanto, el enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con la finalidad de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la Política de Calidad y la dirección estratégica de la organización.

Según la ISO 9001:2015 la Política de Calidad debe cumplir con:

1) Desarrollo de la Política de Calidad

- a. La alta dirección es la encargada de establecer, implementar y mantener una política de calidad que sea:
  - I. Apropriada al propósito y contexto de la organización y apoye a su dirección estratégica.
  - II. Proporcionar un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad.
  - III. Incluya el compromiso de cumplir con los requisitos aplicables.
  - IV. Contenga el compromiso de la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad (SGC).

2) Comunicación de la Política de Calidad

- a. Debe estar disponible y mantenerse como información documentada.
- b. Comunicarse, entenderse y aplicarse dentro de la organización.

Siendo un documento que se encuentra respaldado por la dirección, se plasmó en diferentes áreas de la empresa de manera visible, además de ser presentada al inicio de cada proyecto con los diferentes clientes de la organización, mostrando como guía para rumbo de los productos a fabricar.

En la NOM ISO 9001:2015 se divide en dos partes fundamentales:

- 1. Describe todos los requisitos que cumple la Política de Calidad además de adecuarse a la empresa.
- 2. Incluye todas las obligaciones que se deben de cumplir como pueden ser la disponibilidad de los productos a las partes interesadas.

Es importante mencionar que consiste en un documento que se debe aplicar y adecuar al contexto de la empresa, por lo tanto, se propone como Política de Calidad el siguiente texto:

***“DISEÑAMOS Y FABRICAMOS MOBILIARIO OFRECIENDO CALIDAD Y CONFORT A NUESTROS CLIENTES, BASADOS EN EL COMPROMISO DE LA MEJORA Y DANDO UN EXCELENTE SERVICIO”.***

Posteriormente, para implementar la guía APQP en un proyecto dentro de la empresa fabricante de mobiliario se aprovecha la negociación realizada con una empresa estadounidense, la cual, solicita la producción de sillas tubulares para uso militar y hospitalario de Estados Unidos, por lo cual, se siguen las siguientes fases de la guía presentándose un resumen autorizado por la organización plasmando los logros de cada una de ellas y al final aprobar su utilidad y evaluar la continuidad.

## **I. Planeación y definición del programa**

Para la primera etapa, se recaba la mayor cantidad de información posible por parte del cliente, tomando en cuenta las especificaciones y requerimientos de este. Se realiza una entrevista física o mediante algún documento de soporte en el cual se describan los puntos esperados, estos pueden ser, dimensionales, funcionales, de materiales, acabados y tolerancias.

Los logros en la primera fase de la metodología son los siguientes:

- El cliente realiza la visita en las instalaciones de la planta de fabricación para presentar los diferentes procesos y maquinaria utilizada, así como, brindar confianza para el futuro proyecto a desarrollar y fortalecer el lazo laboral.
- La organización designa un equipo multidisciplinario experto en el área y los procesos correspondientes que se tengan pensados para el producto. Dicho equipo no tiene un número en específico, para el caso práctico

presentado se eligieron a cinco personas, una por cada departamento (Calidad, Manufactura, Diseño, Producción, Compras).

- En mutuo acuerdo entre los integrantes del equipo, se elige al representante del equipo a tratar con el cliente los puntos más importantes durante el desarrollo del proyecto y posteriormente transmitir la información que se recaba para poder plasmarla en el producto.
- En beneficio del producto la información es otorgada por parte del cliente mediante un documento especificando materiales de acuerdo con el modelo a fabricar, esta lista se toma como preliminar ya que se considera para realizar la requisición del material correspondiente y para evaluar si se cuenta con los necesario para procesar la materia prima. En la Imagen 1 se muestra el formato proporcionado.

### Lista de materiales cliente

TITLE:	TAG WALL SAVER & STOOL METAL FRAME ASSY SPECIFICATION				
NUMBER:	2488344	EFFECTIVE DATE:	11/14/12	OWNER:	CKIEFFN
EC #	REVISION	DESCRIPTION		DATE	BY
242795	B	REPLACED STRETCHER RAIL IN ARMLESS MOBILE FRAMES (REMOVED REAR SEAT ATTACHMENT HOLE)		26/18/14	CKIEFFN
367501	C	CHANGE SIDE AND FRT/BACK TUBE MATERIAL (WALL AND TYPE) 2490444/0445		12/27/2022	MDILGER

Reference Documents:

- Quality Standards: QS1971A241
- Office Furniture Paint Physical Properties Performance Specification: PS1802283

Specifications:

MATERIAL #	PART DESCRIPTION	QTY	MATERIAL	DRAWING #
2490440	FNSH FR LEG ARM BK		ASSEMBLY	2488332
2490441	FNSH FR LEG ARM PLAT		ASSEMBLY	2488332
2328537	SIDE SEAT STRCH STL	2	¾" OD x 14GA CRCQ 1008/1010 STEEL RND TUBE	
2026253	FRT LEG ARM .875 DIA	2	7/8" OD X 14GA CRCQ 1008/1010 STEEL RND TUBE	
2488343	BACK LEG WS .875 DIA	2	7/8" OD X 14GA CRCQ 1008/1010 STEEL RND TUBE	
2328536	FRT/BACK SEAT STRCH	2	¾" OD x 14GA CRCQ 1008/1010 STEEL RND TUBE	
1168877	BACK BRKT 12GA STL	2	12GA 1008/1010 HRP&O STEEL SHEET	

Imagen 1. Lista de materiales por modelo

- Como metas de diseño, en este caso el cliente proporciona el plano con sus necesidades dimensionales y de funcionalidad, sin embargo, para poder visualizar la información claramente en el piso de producción es solicitado una reingeniería del producto en la cual se muestre de manera más detalla

las especificaciones. En la imagen 2, se muestra el plano proporcionado por el cliente, mediante el cual se trabajará para ampliar la información a los clientes internos dentro de la organización.

## Plano proporcionado por el cliente

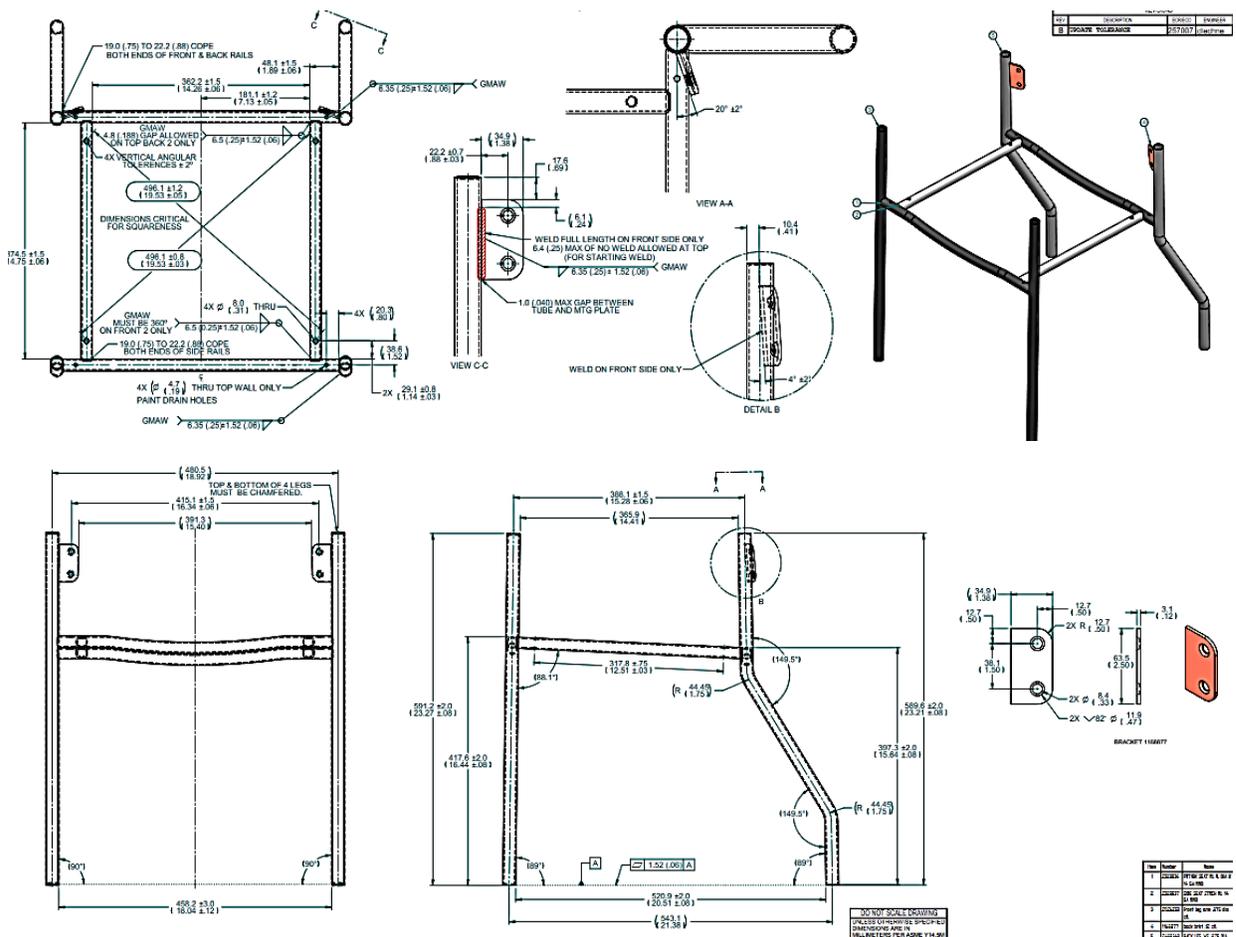


Imagen 2. Plano del cliente para el modelo de silla tubular a fabricar

- El equipo realiza la reunión en la cual se presentan los parámetros de calidad establecidos como “Lista preliminar de características especiales de producto o proceso” con la cual se va a evaluar el producto, sin embargo, conforme el avance de la metodología debe convertirse en aspectos más puntuales. Los puntos más importantes para revisar son los siguientes:
  1. Estructura dimensional conforme a planos y bajo las tolerancias especificadas.

2. Aplicación correcta de cordones de soldadura, con una apariencia estética y no en exceso, cuidando: chisporroteos, antenas de soldadura, exceso de soldadura y perforaciones por calor.
3. Adherencia de pintura garantizada, dando aprobación al tono y sin manchas o partes del producto que no sean cubiertas en su superficie. La aplicación se garantiza mediante pintura electrostática y con una temperatura por encima de los 200°C durante un período de 20 minutos.
4. La lista de parámetros de calidad o lista preliminar se realiza especialmente para cada producto, la lista general es la siguiente:
  - Producto fuera de dimensiones.
  - Falta de nivelado.
  - Producto dañado por mala operación.
  - Falta de etiqueta.
  - Deformaciones o marcas en tubular.
  - Mal acabado de soldadura.
  - Deformación de pulido o acabados.
  - Despostillamientos.
  - Desprendimiento de material.
  - Falta de barniz o contaminación.
  - Esgurrimiento de barniz.
  - Contaminación de pintura.
  - Exceso de resanes.
  - Tono de probeta.
  - Mal tapizado.

### **Parámetros de calidad**

La siguiente imagen representa la portada del documento elaborado para la elaboración y estandarización de los parámetros generales y básicos propuestos, sin embargo, dentro de ellos se pueden especificar aún más algunos puntos de acuerdo con la delicadeza del proyecto o producto.



Imagen 3. Parámetros de calidad estandarizados para todo producto. Representa la lista preliminar de características especiales de producto o proceso

Además, se hace especial énfasis en este documento elaborado, con las vistas aportadas por el software utilizado, de tal forma que se tenga total claridad sobre las caras principales que se toman en cuenta y con la finalidad de fomentar en el personal y en los encargados un criterio de aceptación o rechazo, e incluso puedan ellos considerar propuestas de mejora.

BAKAN		PARÁMETROS BÁSICOS DE CALIDAD			Código	SGC-
					Fecha de emisión:	28-12-2020
					Última revisión	05-01-2021
					Página	02
CARAS PRINCIPALES DE PRODUCTO.						
<b>Objetivo:</b>	Proporcionar una ayuda visual para la ejecución de inspecciones y segregación de productos con defectos de calidad para la correcta identificación y corrección.					
<b>Alcance</b>	<b>Tipo de defectos:</b>	<b>Forma de detección</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>Impactos</b>		
BAKAN / Proveedor.	Operación / Manipulación.	Visual / Táctil / Dimensional.	Especificada en plano, muestra física aprobada o imagen de referencia.	Apariencia / Estructural.		
<b>Ayuda visual</b>			<b>Descripción</b>			
			<p><b>Cara A:</b> Es la cara que se visualiza de frente siendo la vista principal, significa la presentación del producto. No es permitido ningún defecto o hallazgo.</p> <p><b>Cara B:</b> Es la cara posterior del producto, que aunque no es la vista principal si es una vista en un contorno del uso del producto. Son permitidos pequeños detalles no perceptibles, no profundos de máximo 3 mm.</p> <p><b>Cara C:</b> Es la cara inferior o que no se encuentra a la vista del producto, la mayoría de las veces no es visible colocando el producto conforme a funcionalidad. Son permitidos detalles de máximo 5 mm.</p>			
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>				
<b>Posibles planes de acción inmediata a aplicar:</b>						
<input type="checkbox"/> Corrección del defecto	<input type="checkbox"/> Inspección al 100 % del lote y/o pedido.	<input type="checkbox"/> Realizar investigación para definir.				
<input type="checkbox"/> Separar de la línea.	<input type="checkbox"/> Solicitar autorización para su envío.			2		

Imagen 4. Vista principales de producto

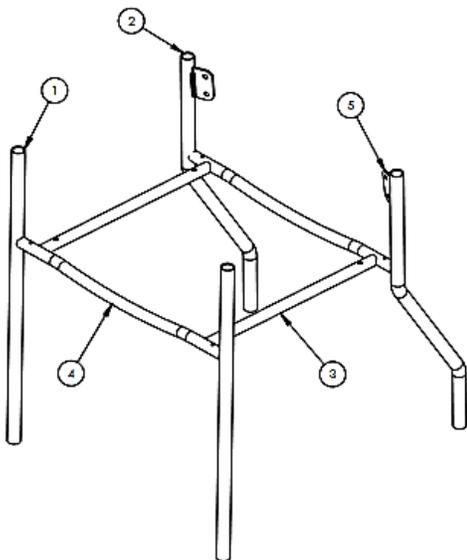
## II. Diseño y desarrollo del producto

En esta etapa siguiente, se desarrolla la ingeniería del producto de acuerdo con los materiales y especificaciones del proceso establecidas por el cliente en la primera etapa y también por las recabas por el equipo multidisciplinario asignado, el cual continúa siendo el encargado de plasmar la información y transmitirla verificando que se cumplan con los requisitos y estándares de calidad para el producto, es decir, satisfacción del cliente.

Los logros en la segunda fase de la metodología son los siguientes:

- Se interpretan los requerimientos del producto y las necesidades del cliente mediante los planos y lista de materiales especificados, para poder realizar los dibujos de ingeniería con detalles requeridos para la fabricación interna de la organización.
- Mediante la lista de materiales para fabricación, el equipo debe solicitar la materia prima mediante una cotización al área de compras para adquirir a través de algún proveedor. Dicho material debe cumplir con especificaciones al momento de la llegada a la planta de producción.

### Plano realizado por el área de diseño



Nº DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CORTE	CANTIDAD
1	PATA RECTA 2488332	TUBO REDONDO NEGRO 7/8" CAL. 14 DE 591mm	591	2
2	PATA DOBLADA 2488332	TUBO REDONDO NEGRO 7/8" CAL. 14 DE 627.44mm	627.44	2
3	TRAVEAÑO LATERAL 2488332	TUBO REDONDO NEGRO 3/4" CAL. 11 DE 384.22mm	384.22	2
4	TRAVEAÑO FRONTAL 2488332	TUBO REDONDO NEGRO 3/4" CAL. 11 DE 460mm	460	2
5	SOPORTE OREJA	LAMINA CAL.12 DE 1220 mm x 2440 mm [4 x 8] ROLADA EN FRIO (PESO APROX. 62.70 kg)	64 X 35	2

Imagen 5. Lista de materiales especificados para fabricación de producto



## Gauges y escantillones

A continuación, se muestran diferentes imágenes de algunos dispositivos y herramientas presentados y utilizados con piezas habilitados para la fabricación del producto, estos gauges fueron basados bajo el concepto poka-yoke, es decir, a prueba de errores, y con la finalidad de probarlos en las siguientes etapas.

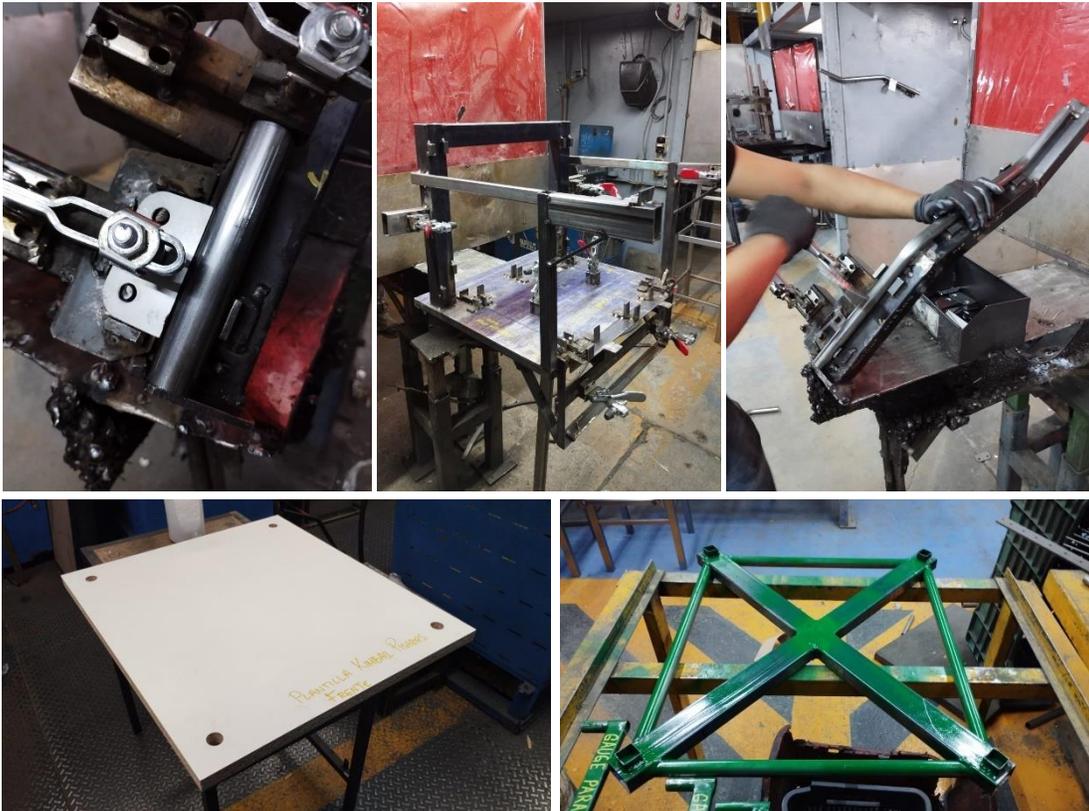


Imagen 7. Gauges y dispositivos utilizados como poka-yoke

- Finalmente, se establecen mediante el formato propuesto y con el apoyo de los parámetros de calidad generales, los “puntos críticos de calidad” (PCC), los cuales evidencian el defecto presentado, la manera de cuidar o monitorear el punto para evitarlo y así mismo una imagen de referencia.

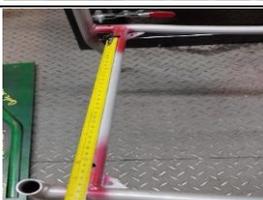
## Puntos críticos de calidad

	<b>CALIDAD Y MEJORA CONTINUA</b>	CÓDIGO: SGC-PCC-01
	<b>PUNTOS CRITICOS DE CALIDAD</b>	REVISIÓN: 01
ELABORÓ: ING. EDWIN VALLE	REVISÓ: ING. EDGAR TEODORO	FECHA EMISIÓN: 13/02/2023
		APROBÓ: ING. EDGAR TEODORO

### DATOS

<b>PRODUCTO:</b>	SILLA 2488332	
<b>CLIENTE/PROYECTO:</b>	KIMBALL HOSPITALITY	
<b>FECHA:</b>	06 DE JULIO 2023	

### PUNTOS CRITICOS DE CALIDAD

PCC	DEFECTO	MONITOREO	IMAGEN
1. DOBLES DE PATAS Y REFUERZO FRONTAL.	MEDIDA FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO.	PLANO Y PLANTILLA 2488332.	
2. AVELLANADO EN OREJAS A MEDIDA DE PLANO 11.9 MM.	AVELLANADO FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONTRA PLANO Y MAL ENSAMBLE DE TORNILLO.	CALIBRADOR CONTRA ESPECIFICACIÓN DE PLANO Y VERIFICACIÓN CON TORNILLO, REVISIÓN AL 100%.	
3. BISELADO EN AMBOS EXTREMOS DE LAS PATAS FRONTALES Y TRASERAS.	MATERIAL FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO.	CALIBRADOR A PROFUNDIDAD DE 1 MM Y VERIFICACIÓN VISUAL AL 100%.	
4. PROFUNDIDAD DE PATA RESPALDO A OREJA.	MEDIDA FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO.	CALIBRADOR A PROFUNDIDAD DE 17.6MM	
5. DIAMETRO DE BARRENOS DE REFUERZOS LATERALES DE ASIENTO.	MEDIDA FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO E INCORRECTO ENSAMBLE.	CALIBRADOR A 8 MM Y GAUGE PARA ASIENTO CON MEDIDA CRITICA.	
6. DISTANCIA EN BARRENOS DEL ASIENTO, DEL FRENTE AL PRIMER BARRENO, ENTRE ELLOS Y AL RESPALDO.	MEDIDA FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO E INCORRECTO ENSAMBLE.	CALIBRADOR 24" Y GAUGE PARA ASIENTO KIMBALL.	

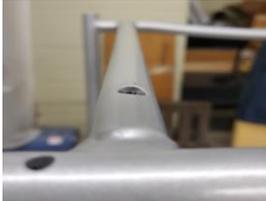
<p>7. BARRENOS DE REFUERZOS LATERALES DE ASIENTO RECTOS (NO DESPLAZADOS).</p>	<p>MEDIDA FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO E INCORRECTO ENSAMBLE.</p>	<p>CALIBRADOR Y GAUGE PARA ASIENTO KIMBALL.</p>	
<p>8. CORDONES DE SOLDADURA A 6.5 MM DE ANCHO.</p>	<p>FUERA DE MEDIDA CONFORME A DIMENSIONAL KIMBALL.</p>	<p>CALIBRADOR Y GAUGE PARA SOLDADURA (WELD GAUGE).</p>	
<p>9. SEPARACIÓN DE MATERIAL CONFORME A CADA MODELO.</p>	<p>MATERIAL FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO.</p>	<p>PLANO DEL CLIENTE IMPRESO EN A2 E IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL.</p>	
<p>10. NIVELACIÓN DE PISADAS Y ESTABILIDAD.</p>	<p>MATERIAL FUERA DE ESPECIFICACIÓN CONFORME A PLANO Y ESTRUCTURAS INESTABLES.</p>	<p>PLANTILLA DE PISADAS PARA NIVELACIÓN, GAUGE PARA FRENTE Y RESPALDO, GAUGE PARA LATERALES Y USO DE PLANO.</p>	
<p>11. ESPESOR DE PINTURA Y TONO CONFORME A MUESTRA LIBERADA.</p>	<p>EXCESO DE PINTURA Y FALTA DE PINTURA (ESTÉTICO)</p>	<p>ELCOMETER Y VISUAL CON MUESTRA DE CLIENTE.</p>	
<p>12. EMPAQUE.</p>	<p>ESTRUCTURA VISIBLE Y MATERIAL EXPUESTO.</p>	<p>VISUAL CON SILIPACK TODO ALREDEDOR DE LA ESTRUCTURA.</p>	

Imagen 8. Formato de puntos críticos de calidad

### III. Diseño y desarrollo del proceso industrial

Una vez plasmada la etapa uno y dos de la metodología, es importante que el equipo multidisciplinario realice una reunión en donde se analice la manufactura del producto y el proceso correspondiente para la fabricación adecuada, la cual debe cumplir con los alcances de la planta de producción. En esta instancia el

equipo presenta diferentes documentos que sustentan el flujo del material, con base en las necesidades de este, entre ellos la propuesta de hoja de ruta (Véase apéndice **“Hoja de ruta Kanban”**).

Los logros en la tercera etapa de la metodología son los siguientes:

- El empaque debe considerarse como parte fundamental ya que si se realiza el envío del producto debemos garantizar las óptimas condiciones del mismo. Mediante el software se realiza la propuesta formal de empaque con los materiales a utilizar.
- De la mano con la propuesta de empaque se propone el acomodo por pallet para la distribución de transporte y flete.

### **Propuesta de empaque**

Se realiza una muestra de empaque con respecto a la simulación del software para validar la seguridad del producto y cantidad de piezas.

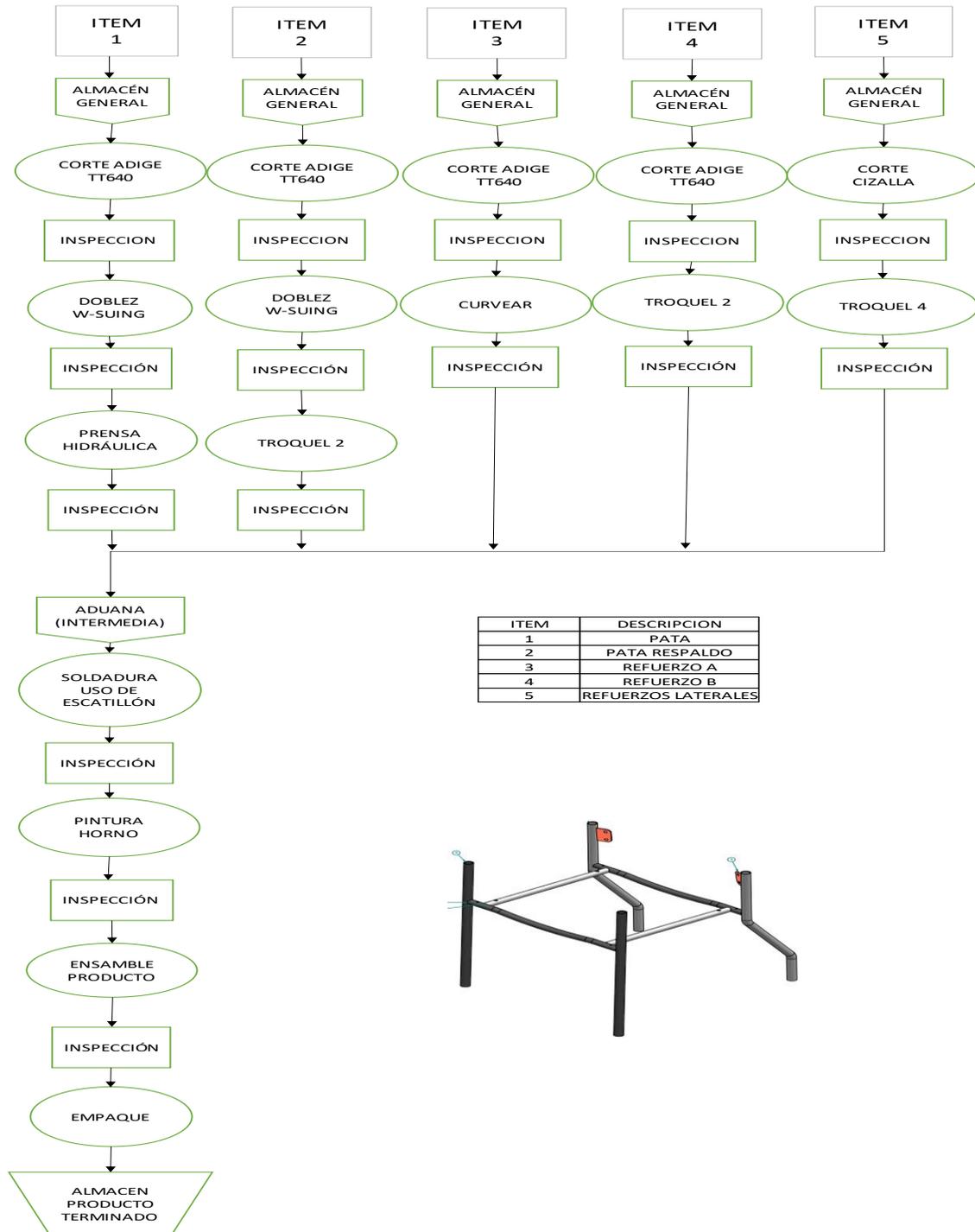


Imagen 9. Empaque y embalaje de producto por pallet.

- Se realiza el diagrama de flujo del proceso de acuerdo con el herramental y dispositivos presentados anteriormente, considerando el material y el layout de la empresa. Este documento logró que se detallaran las áreas de inspección y el nombre de las máquinas que se deben utilizar.

Aunado a presentarse y ser el pilar de la siguiente etapa, si es pertinente se realizan cambios o mejoras según corresponda.

### Diagrama de flujo



ITEM	DESCRIPCION
1	PATA
2	PATA RESPALDO
3	REFUERZO A
4	REFUERZO B
5	REFUERZOS LATERALES

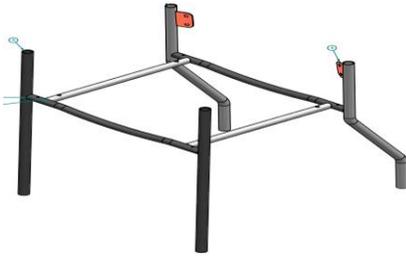


Imagen 10. Diagrama de flujo para producción del cliente

## Piezas por pallet

El documento de referencia muestra el acomodo por tarima del producto, este debe ser proporcionado a todos los involucrados y en especial al área de embarques.

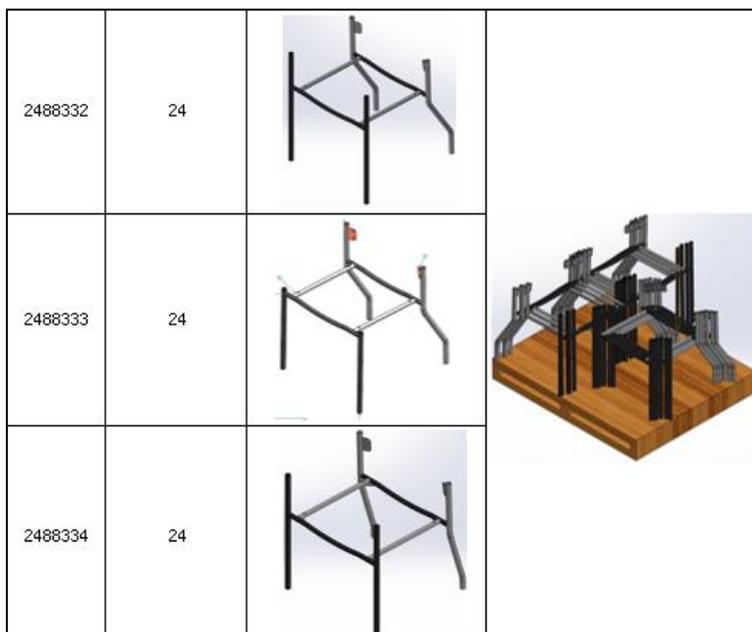


Imagen 11. Imagen de referencia para el empaque y embalaje

- Se fabrican y presentan los dispositivos o herramientas de medición para los puntos de inspección del producto, de tal forma en que se pueda realizar la verificación y monitoreo de cada punto crítico de calidad, mediante los cuales se puede tener referencia en las imágenes presentadas:
  1. **Weld gauge:** Medido de cordones de soldadura.
  2. **Calibrador Vernier 24" y 6":** Dimensiones de alta precisión, exteriores e interiores.
  3. **Flexómetro:** Dimensionamiento general de piezas, sin ensambles y producto final.
  4. **Gauge de radios:** Verificar radios de esquinas.
  5. **Micrómetro:** Dimensiones de alta precisión y muy pequeñas.
  6. **Elcometer:** Medidor de espesores de pintura.

## Dispositivos para monitoreo



Imagen 12. Dispositivos para monitoreo de puntos críticos de calidad

## IV. Validación del producto y proceso

La presente etapa es de suma importancia y clave para la metodología. Se toman como referencia significativa de una muestra la fabricación de un número de piezas determinado conforme a lote de fabricación establecido en un inicio para garantizar que cumpla con las especificaciones del cliente y con los requerimientos de fabricación internos en la organización.

Los logros en la cuarta etapa de la metodología son los siguientes:

- Realización de corrida prototipo de 24 piezas, tomando como referencia un 10% como mínimo el número de piezas a fabricar de acuerdo con el lote. Dicho proceso se establece bajo el concepto “Run and Rate” y se lleva a cabo en un turno normal con el personal establecido.

## Fabricación de corrida prototipo



Imagen 13. Validación de Run and Rate

- Se identifica por proceso la primera pieza conforme a especificaciones de plano y de cliente con etiquetas de liberación para dejar muestra. (Véase apéndice **“Formato de etiqueta”**).
- Así mismo, se verifica el ensamble de la primera pieza general, es decir, producto terminado. De tal manera se comienza a revisar la repetibilidad del proceso mediante el diagrama de flujo, maquinaria y dispositivos o herramientas utilizados, y con base en un checklist de liberación. (Véase apéndice **“Formato checklist para el área de fabricación”**).
- Con el formato dimensional propuesto (Véase apéndice **“Formato dimensional”**) se realiza un dimensionamiento de acuerdo con plano y con tolerancias especificadas en él, este punto será riguroso de acuerdo con las necesidades del producto o cliente.

## Formato dimensional

	<b>REPORTE DE INSPECCIÓN DIMENSIONAL</b>		CÓDIGO	
			SGC-011	
	FECHA DE EMISIÓN	FECHA DE REVISIÓN		
	15/03/2023	02/06/2023		
			PÁGINAS:	1 DE 1

<b>PRODUCTO</b>	2488332 SILLA KIMBALL	<b>PROYECTO</b>	KIMBALL HOSPOTALITY
BAKAN <input type="checkbox"/>	DUREX <input type="checkbox"/>	EXPORTACIÓN <input type="checkbox"/>	FECHA: 16 DE ABRIL 2024
APROBADO <input checked="" type="checkbox"/>	RECHAZADO <input type="checkbox"/>	Nº DE MUESTRAS:	10 PIEZAS
<b>SOLICITADO POR:</b>	MANAGER DAVID ESPINO	<b>REALIZADO POR:</b>	ING. EDWIN VALLE

ID	Especificación (Nominal)	1º Resultado	2º Resultado	3º Resultado	4º Resultado	5º Resultado	6º Resultado	7º Resultado	8º Resultado	9º Resultado	10º Resultado	Tolerancia (+/-)	OK O NG
1	362.2	363	362	362	363	362	363	361	362	362	362	1.5	OK
2	181.1	181	182	181	181	182	181	180	181	180	181	1.2	OK
3	48.1	49	48	49	48	49	47	47	48	47	48	1.5	OK
4	6.35	6	5	7	7	5	6	5	7	5	7	1.52	OK
5	6.5	7	8	6	6	8	7	8	5	5	6	1.52	OK
6	496.1	497	496	496	497	496	497	495	495	495	497	1.2	OK
7	374.5	375	375	374	374	376	374	374	375	374	376	1.5	OK
8	496.1	496	496	496	496	496	496	496	496	496	496	0.8	OK
9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0.7	OK
10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0.7	OK
11	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0.7	OK
12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0.7	OK
13	6.5	5	6	8	5	5	8	5	5	7	7	1.52	OK
14	29.1	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	0.8	OK
15	29.1	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	0.7	OK
16	6.35	5	7	5	5	7	5	7	5	6	5	1.52	OK
17	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	0.7	OK
18	17.6	18	18	18	17	18	18	18	17	17	17	0.7	OK
19	6.35	5	5	5	6	7	7	6	6	7	7	1.52	OK
20	20	19	18	20	20	20	21	20	21	22	18	2	OK
21	10.4	11	11	10	10	10	10	11	10	11	10	0.7	OK
22	415.1	414	416	416	414	414	416	416	416	415	415	1.5	OK
23	458.2	460	457	460	459	457	459	461	458	457	459	3.0	OK
24	417.6	416	419	418	416	418	419	417	419	416	417	2.0	OK
25	591.2	592	590	593	593	590	590	593	593	590	593	2.0	OK
26	388.1	389	389	387	389	389	389	387	387	389	389	1.5	OK
27	317.8	318	318	318	318	318	318	318	318	318	318	0.75	OK
28	520.9	522	520	521	521	521	519	521	521	522	519	2.0	OK
29	397.3	399	399	397	397	398	397	399	398	396	396	2.0	OK
30	589.6	588	590	590	589	591	591	591	589	589	588	2.0	OK
31	38.1	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	0.7	OK
32	12.7	12	13	13	12	12	12	13	13	13	12	0.7	OK
33	12.7	12	12	13	13	13	13	13	13	13	12	0.7	OK
34	12.7	12	13	12	12	13	12	13	12	12	13	0.7	OK
35	12.7	13	13	13	13	12	12	13	12	13	13	0.7	OK
36	3.1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0.7	OK
37	63.5	63	64	63	64	63	63	63	64	63	63	0.7	OK
38	8.4	9	9	9	9	8	9	8	9	9	9	0.7	OK
39	8.4	8	8	9	9	8	8	8	8	8	8	0.7	OK
40	11.9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0.7	OK
41	11.9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0.7	OK

Imagen 14. Reporte de inspección dimensional

- Algunos proyectos pueden involucrar procesos posteriores o más completos, esto dependerá de lo que se requiera o se pida. Para este proyecto se lleva a cabo el proceso de pintura, el cual también se valida

contra probeta autorizada de tono por el cliente, mediante nuestro equipo o conforme al tono proporcionado y firmado.

### **Probeta autorizada de pintura**



Imagen 15. Tono de probeta aprobado

- Una vez terminada la etapa se establece una junta incluyendo a todo el equipo multidisciplinario para que en conjunto se pueda analizar la etapa de validación de proceso, de producto y así mismo se discutan o propongan mejoras, áreas de oportunidad y puntos de control a establecer.

## **V. Lanzamiento, retroalimentación, evaluación y acciones correctivas**

La etapa final de la metodología es la de cierre del proyecto y entrada en producción, dentro de la cual se ejecuta el lanzamiento y evaluación de la fabricación del producto. Además, se toman acciones correctivas que se basan en la retroalimentación por parte del equipo designado, incluso se toman en cuenta los comentarios y observaciones del personal especializado. Para concluir esta etapa se evalúan los aspectos más importantes de la operación del producto final y se contemplan procesos de mejora en aplicables a los indicadores de calidad, tiempo de entrega y costos.

Los logros en la quinta etapa de la metodología son los siguientes:

- Se verifica el producto final conforme a dimensiones utilizando los sub ensambles proporcionados por el cliente, garantizando el correcto ensamble del producto.

- En mutuo acuerdo con el cliente se evalúa la fabricación antes del envío, coordinando una fecha de auditoria final, llamada por el cliente “final audit”. Una vez aprobado, se obtiene la satisfacción del cliente para realizar el envío del lote.
- En la fecha acordada, sin retrasos y con el anticipo de la validación se envía el flete.
- Se obtiene la satisfacción final del cliente, mediante el recibo del producto, ensamble y uso final, sin presentar reclamaciones ni devoluciones.
- Implementar una metodología de la mejora continua.
- Se documenta la información de inicio a fin para todo el proyecto, de tal forma en que se queden los registros para futuros desarrollos, tanto para nivel nacional como para exportación, es posible categorizar por proyecto y con un manual de procedimientos. (Véase apéndice **“Manual de procedimientos”**).

La siguiente imagen representa el documento en el cual se registra el uso de los dispositivos para la verificación del producto durante el lanzamiento de la producción y el reporte garantizando el producto conforme a especificaciones en tiempo y forma para el cliente.



Imagen 16. Reporte de final audit a cliente

Posterior al lanzamiento del producto, el cliente lanzó varios pedidos para una fabricación constante. La documentación de la información y el uso de la metodología, así como el constante hincapié en la mejora continua beneficiaron en

el desarrollo del producto y en el exitoso proceso de fabricación en serie de este producto.

Como evidencia fotográfica de la fabricación para este proyecto durante las diferentes etapas plasmadas cronológicamente se muestran las siguientes imágenes. Es importante mencionar que en la entrega no hubo reclamos por parte del cliente, los subensambles quedaron perfectamente y a la fecha sigue existiendo pedidos para esta fabricación ahorrando un 25% al costo de fabricación dependiendo la cantidad del lote a fabricar con ayuda de la aplicación de la metodología para implementar el desarrollo del producto.

### Fabricación de proyecto

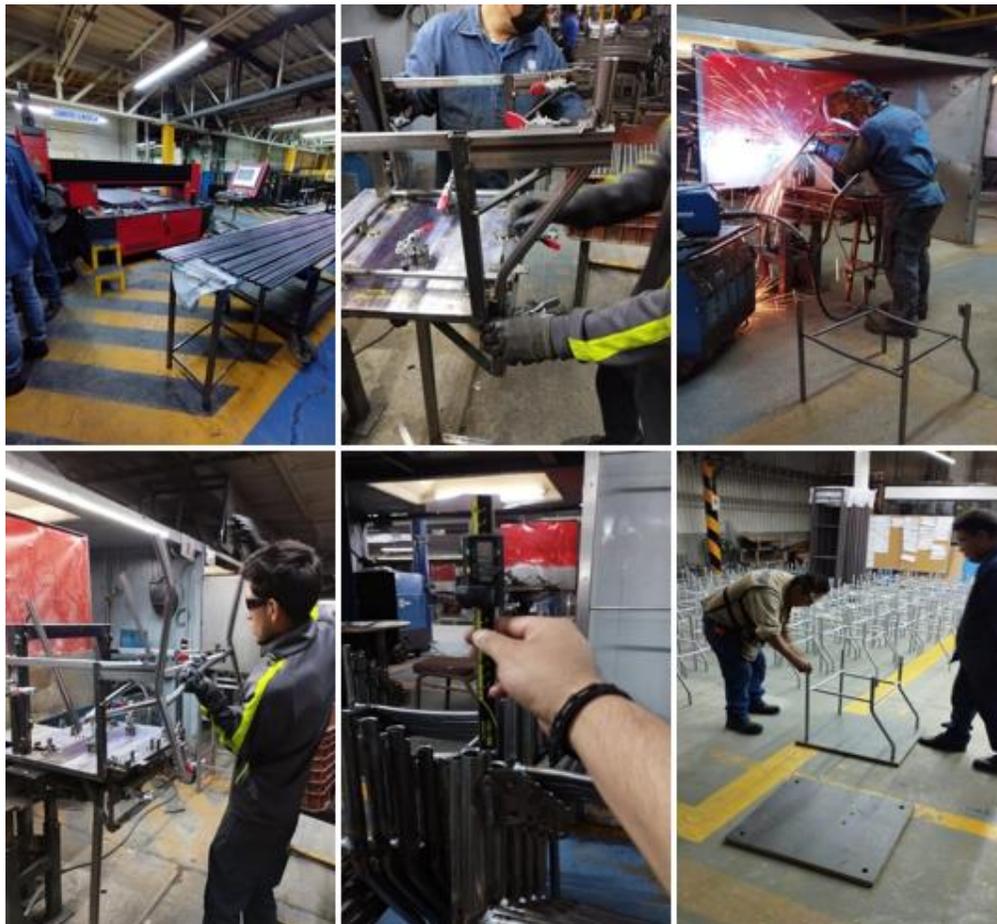


Imagen 17. Lanzamiento y fabricación de producto



Imagen 18. Producción del proyecto

# Conclusiones

A manera de conclusión se describe lo siguiente:

La Planeación Avanzada de la Calidad de Producto es una metodología que puede alcanzar a las organizaciones en diferentes ámbitos y la cual permite el aseguramiento de la calidad en los productos que se fabrican y más aún en los nuevos productos a desarrollar. Dicha metodología ahorra gastos en mano de obra, desperdicios, maquinaria, reprocesos y aumenta la productividad y efectividad de la organización.

Sin embargo, el objetivo principal del proyecto se logra cumplir ya que se realiza una guía y se da apertura e inicio de la cultura Lean Manufacturing dentro de la organización, y aunque es en la mayoría de las ocasiones complicado implementarlo puesto que no todo el personal tiene en mente el beneficio que esto conlleva, es de suma importancia sembrar y contagiar a todo el equipo, algo que fue una labor clave para desarrollar este proyecto.

El inicio y más aún el desarrollo del proyecto fue laborioso, ya que recabar la información conlleva tiempo, estructurar y posteriormente plasmarla fue fructífero porque no se tiene amplio conocimiento de la metodología dentro de la rama, no obstante, existen actividades o tareas que permiten ser tomadas para pulirlas y organizarlas de acuerdo con las etapas del APQP.

Considero que las claves para implementar la guía y poder aplicar la metodología desarrollando un proyecto exitoso a través de los pasos clave presentados fueron las siguientes:

1. La recopilación de la información, el cual, permite conocer ampliamente el campo en el cual nos encontramos, tanto por parte del cliente como dentro de la organización. No sólo la información que podamos tener, sino también el cómo la comunicamos.
2. El compromiso por parte de todos los involucrados, ya que de no existir nadie cumpliría con sus actividades y tareas base para ir avanzando dentro

del proyecto en cuestión. Se requiere de un alto grado de responsabilidad para los entregables.

3. Los registros para futuros proyectos. Al ser una metodología noble que rinde frutos en un período de tiempo en el que se desarrolle el producto o el proyecto, es importante documentar la información tanto en archivos digitales como en físicos de fácil acceso, los cuales permitirán tener conocimiento de antecedentes y servirán para futuros desarrollos, acción empezada a llevar a cabo dentro de la organización posterior al objetivo cumplido e implementado.

Por lo tanto, a través de ellas fue viable realizar un lanzamiento de un nuevo producto dentro de la fabricación de la industria, mediante lo cual fue posible reducir de un 42% a un 31% en reprocesos y desperdicios, representando un ahorro del 25% del valor factura en el primer proyecto realizado bajo la metodología APQP.

Finalmente, cabe mencionar que la rama metalmecánica ha aumentado la competitividad y por consiguiente requiere de productividad sin hacer a un lado la calidad y la optimización de sus recursos, es por ello, que en lo personal me resulta importante como estudiante de Ingeniería Industrial desarrollar este proyecto para beneficio de la industria, y en caso particular a la empresa en la cual se pudo implementar la metodología APQP.



# Manual de procedimientos

Permite conocer la actividad y el responsable de cada etapa desde el inicio de la fabricación hasta la entrada del producto al almacén.

## **PROCESO: LIBERACIÓN, ENTREGA Y MANIPULACIÓN DE MATERIAL PARA OBRA NEGRA**

<b>Objetivo</b>	Establecer el procedimiento para la liberación por lotes y realizar entregas en la aduana de soldadura de Producción a Almacén de Obra Negra.
<b>Responsable</b>	Departamento de Producción, Almacén de Obra Negra y Calidad.
<b>Alcance</b>	Departamento de Producción, Almacén de Obra Negra y Calidad.

### Pasos a seguir:

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
<b>1. Liberación de primera pieza para producción.</b>	<b>1.1</b> Se libera la primera pieza de Producción proporcionada por el supervisor del área, identificándola con etiqueta color morada.	<b>Producción</b>
		<b>Calidad</b>
<b>2. Elaboración de lote de Orden de Producción.</b>	<b>2.1</b> Fabricar la cantidad de productos establecida en la Orden de Producción. <b>2.2</b> Durante la fabricación cuidar la manipulación y apilamiento del material.	<b>Producción</b>
		<b>Producción</b>
<b>3. Liberación de lote mediante auditoria.</b>	<b>3.1</b> A través de una auditoria establecida por la Tabla Militar Estándar se evaluará el lote producido y se hará la liberación o rechazo del lote de la Orden de Producción.	<b>Calidad</b>
	<b>3.1.1</b> Si se libera el lote, se coloca etiqueta color verde con los datos del lote y el personal de AON procede al conteo de las piezas entregadas por Producción.	<b>Almacén de Obra Negra Calidad</b>
	<b>3.1.2</b> Si se rechaza el lote, Producción es el encargado de realizar una revisión completa del producto para corroborar que vaya en condiciones y posteriormente Calidad vuelva a auditar.	<b>Producción Calidad</b>
	<b>3.1.3</b> Si se encuentran algunas piezas dañadas durante la auditoria y manejo de material por parte del personal de Almacén de Obra Negra, darán aviso a Producción y Calidad y separarán esas piezas para darle reparación en el momento o posteriormente (dependiendo de la carga de trabajo) a través de una Orden de Reparación.	<b>Almacén de Obra Negra</b>
<b>4. Firma de entrega y recibo de material.</b>	<b>4.1</b> Después del conteo se continua con la firma de la Orden de entrega y recibo de material de acuerdo con la cantidad entregada en ese momento.	<b>Almacén Obra Negra Producción</b>
<b>5. Acomodo de material en AON y cierre de Orden.</b>	<b>5.1</b> El personal de AON hará acomodo del material en el lugar asignado en el almacén y dará cierre a la correspondiente Orden de Producción.	<b>Almacén de Obra Negra</b>

# Formato dimensional

Permite evaluar de manera dimensional el producto para garantizar que se cumplan con las especificaciones de planos y tolerancias.

<b>LOGO</b>	<b>REPORTE DE INSPECCIÓN DIMENSIONAL</b>	CÓDIGO	
		SGC-011	
		FECHA DE EMISIÓN	FECHA DE REVISIÓN
		15/03/2023	02/06/2023
		PAGINAS:	1 DE 1

<b>PRODUCTO</b>				<b>PROYECTO</b>			
BAKAN	<input type="text"/>	DUREX	<input type="text"/>	EXPORTACIÓN	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>
	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	Nº DE MUESTRAS:	<input type="text"/>
<b>SOLICITADO POR:</b>				<b>REALIZADO POR:</b>			

ID	Especificación (Nominal)	1º Resultado	2º Resultado	3º Resultado	4º Resultado	5º Resultado	6º Resultado	7º Resultado	8º Resultado	9º Resultado	10º Resultado	Tolerancia	OK O NG
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													

<b>FIRMAS DE ENTERADO Y DE CONFORMIDAD</b>													

ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA CUALQUIER USO INDEBIDO SERA SANCIONADO.

# Formato de etiqueta

Permite la identificación de piezas, subensambles y ensambles.

 <b>BAKAN</b> <small>INDUSTRIAS</small>	<b>LIBERACIÓN DE ENSAMBLES</b>	 <b>DUREN</b> <small>INDUSTRIAS</small>
FECHA: _____		PIEZAS AUDITADAS
ORDEN PRODUCCIÓN: _____		LOTE DE PIEZAS
PRODUCTO: _____		AUDITOR
ENSAMBLE: _____		
PROCESO: _____		

# Bibliografía y referencias

1. AIAG. (2011). Presentación APQP Segunda Edición. Planeación Avanzada de la Calidad del Producto y Plan de Control: AIAG.
2. Chrysler, C., Ford Motor, C., & General Motors, C. (1994). Planeación de Calidad y Planes de Control (APQP/CP) Manual de Referencia. (Primera Edición). AIAG.
3. Chrysler, C., Ford Motor, C., & General Motors, C. (2008). Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) y Planes de Control Manual de Referencia (Primera Edición). AIAG.
4. Sistema de Gestión de Calidad - Requisitos. (2015). ISO 9001:2015. México: Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.
5. Lean Manufacturing Tools, (Junio, 2011). Herramientas, técnicas y filosofía de Manufactura Esbelta/Ideas de mejora Lean y relacionadas. Consultado el 12 de septiembre 2023 en: <http://leanmanufacturingtools.org>