



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

“Proceso de aprobación para producción de partes del sector eléctrico
y automotriz”

Reporte de Experiencia Profesional
que para obtener el título de Ingeniero Mecánico

Presenta:

Allan Álvarez Carbajal
30100459-8

Asesor: Dr. Álvaro Ayala

México 2012

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Índice Temático

Capítulo 1 La Empresa. Diseño y Metalmecánica (DyM)	
1.1 Misión y Visión	2
1.2 Historia de la empresa.....	2
1.3 Actividades Principales de la empresa	2
1.4 Organigrama de la empresa	4
Capítulo 2 Ingeniero de producto	
2.1 Descripción del puesto	8
2.2 Habilidades del puesto	8
2.3 Proyectos generales del puesto	9
2.4 Actividades específicas del puesto	9
Capítulo 3 ¿Qué es un PPAP?	
3.1 Introducción a APQP	10
3.2 Definición del PPAP	11
3.3 Objetivo del PPAP	11
3.4 Características del PPAP	11
3.5 Partes del PPAP	12
3.6 Niveles del PPAP	12
Capítulo 4 Caso de Estudio	
4.1 Descripción del caso de estudio.....	14
4.2 Recepción y estudio del producto....	15
4.3 Codificación de productos, materias primas y documentos	18
4.4 Elaboración de especificación de materia prima.....	19
4.5 Generación de planos para pruebas y control de calidad	20
4.6 Elaboración de muestras	22
4.7 Verificación de muestras	25
4.8 Envío y seguimiento de muestras a proceso externo	28
4.9 Estudios de calidad	31
4.10 Plan de Control	46
4.11 Hoja de desviaciones	50
4.12 Llenado de la Garantía de presentación y entrega de PPAP	52
Capítulo 5 Conclusiones	
5.1 Metas alcanzadas	56
Bibliografía y Fuentes Electrónicas.....	58
Apéndice A1	
Apéndice A2	

CAPITULO 1

La Empresa

1.1 Misión y Visión

La empresa Diseño y Metalmecánica (DyM) tiene como objetivo el proveer a sus clientes de manera exitosa la mejor integración entre:

- Diseño
- Ingeniería
- Fabricación y mantenimiento en Herramientas
- Capacidades de manufactura avanzada

“La empresa tiene la misión de ser la mejor solución en el ramo del troquelado, ensambles, diseño y fabricación de herramientas.”

“Elaborar productos que cumplan con las especificaciones del cliente a un precio competitivo en el mercado.”

1.2 Historia de la empresa

Desde su fundación en 1989, Diseño y Metalmecánica ha mostrado un gran desarrollo brindando un excepcional servicio y calidad a todos sus clientes. DYM pionero del proceso de “Corte con Alambre” (EDM) en México, ha tenido un crecimiento sostenido logrado gracias a la combinación de esfuerzo y compromiso cumplir las necesidades de sus clientes.

Diseño y Metalmecánica combina un equipo técnico altamente calificado, experimentada ingeniería y herramientas modernas con el propósito de ofrecer soluciones útiles hasta para los clientes más exigentes, en sectores de la industria como el automotriz, eléctrico y aeroespacial.

1.3 Actividades Principales de la empresa

Troquelado

Siendo este la principal actividad de la empresa, la calidad de su proceso es reconocida a nivel nacional e internacional.

Se cuenta con más de 20 prensas de troquelado tanto automáticas como manuales. Tienen una capacidad que va desde las 40 hasta 400 Toneladas de presión. Entre sus modelos están las siguientes:

- Minster 400 ton.
- Niagara 150 ton.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

- Minster 100 ton.
- Bruderer 45 ton.

Todas estas herramientas encaminadas hacia el mismo propósito que es entregar productos con la más alta calidad cumpliendo con las especificaciones del cliente.

Actualmente se cuenta con más de 300 troqueles de distintas compañías que producen piezas de alto y bajo consumo a altas velocidades de operación.

Las herramientas trabajan con gran variedad de materiales como son: acero rolado en frío desde 1006 hasta 1075 calidad resorte, aleaciones de cobre (bronce, latón), aluminio, bi-metal, etc. Se cuenta con la capacidad de máquinas para elaborar ensambles troquelados con la ayuda de dispositivos de aseguramiento (fixtures), que pueden ser desarrollados por el área de diseño o proporcionados por el cliente siempre con la finalidad de garantizar la calidad del producto terminado.

Inyección de plástico

El proceso de inyección se realiza principalmente a clientes del sector automotriz. Se han instalado 2 máquinas inyectoras de marca “ENGEL” que garantizan una producción más continua, gracias a sus mesas con desplazamiento para producir a mayor velocidad mayor cantidad de partes.

Los productos elaborados por inyección van desde botones de tableros utilizados en el sector aeroespacial, cuerpos de platinas, arillos hasta conectores para arneses automotrices.

Operaciones Secundarias y Diseño de Herramientas

Se cuenta con maquinaria adicional en procesos de acabado y corte de materiales como son:

- 2 Centros de Control Numérico (CNC).
- Tornos y fresadoras.
- Máquinas indexadoras.
- Grúas.
- Unidades para hacer cuerdas.
- Prensas Hidráulicas para ensambles manuales.
- Máquinas de erosión con hilo (EDM).
- Montacargas.

DyM Cuenta con un departamento de metrología equipado con:

- Máquina de Coordenadas
- Comparador óptico
- Dispositivos de aseguramiento (Fixtures) y Dispositivos de verificación (Gauges)

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

La principal actividad de la empresa es la manufactura de productos basados en el sistema de gestión de la calidad ISO 9001-2008 usando la metodología APQP.

DyM cuenta con un sistema computacional de manejo de información y recursos (MRP), utilizado para darle trazabilidad y control a los productos antes, durante y después de la producción.

1.4 Organigrama de la empresa

La empresa Diseño y Metalmecánica se fundó a partir de una sociedad cuyos dueños controlan las direcciones tanto comercial como general de la empresa.

Los directores coordinan a los cinco gerentes de las diferentes áreas de la empresa que son: calidad, finanzas, producción, ingeniería y el área comercial. Cada gerente tiene a su cargo un equipo de trabajo como se muestra en la figura 1.1. El organigrama muestra la jerarquía que conforma a DyM.

A continuación se describirán brevemente las actividades de cada puesto mencionado en el organigrama de la empresa. Debe entenderse que existen posiciones genéricas que sólo serán descritas una vez como por ejemplo: supervisor, operador, mecánico, etc.

Las funciones del personal se describirán clasificándolas por sus respectivas áreas de trabajo.

Área Comercial

Esta área está a cargo de un gerente comercial quien colabora con un planeador de compras, un jefe de compras, un jefe de ventas, dos compradores y dos vendedores. Las actividades principales de estos puestos son:

- **Gerente comercial.**
Se encarga del trato con clientes actuales. Tiene a su cargo el departamento de compras y ventas.
- **Planeador de compras.**
Sus principales funciones son mantener el abastecimiento en tiempo y cantidad de la materia prima para producción
- **Comprador.**
Se encarga de buscar la mejor opción en cuestión de proveedores para los materiales que el planeador de compras requiere ya sea nacional o internacionalmente.
- **Jefe de ventas.**
Sus funciones son supervisar a los vendedores y atender a sus clientes asignados por el gerente comercial.
- **Vendedor.**
Se encarga principalmente de recibir órdenes de compra del cliente y darle seguimiento hasta la entrega de su pedido.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Área Contable

Esta área está a cargo del gerente de contabilidad quien tiene a su mando a dos analistas de sistemas, dos auxiliares de contabilidad. Las actividades principales de estos puestos son:

- **Gerente de contabilidad.**
Se encarga de administrar los recursos financieros de la mejor manera para la compañía, tiene a su cargo el área de sistemas y finanzas.
- **Analista de sistemas.**
Se encarga de dar mantenimiento a las redes informáticas, bases de datos de la empresa y apoya a la elaboración de nóminas.
- **Auxiliar contable.**
Se dedica a recibir, organizar facturas y liberar pagos a los proveedores, así como de depositar los sueldos.

Área de Control de Calidad

Esta área está a cargo de un gerente de calidad quien tiene en su equipo a cuatro auxiliares de calidad y doce inspectores. Las actividades principales de estos puestos son:

- **Gerente de calidad.**
Su principal función es evitar las deficiencias de calidad en la entrega al cliente, en la recepción a los proveedores y en la línea de producción.
- **Inspector.**
Encargado de la verificación dimensional o de pruebas tanto a la materia prima como al producto después de cada proceso de producción.
- **Auxiliar calidad.**
Es el encargado de la documentación y publicación de los criterios de calidad. Da seguimiento a las calibraciones de los equipos de medición.

Área de Producción

Esta área está compuesta por varias líneas de producción que comparten la misma estructura funcional. Estas líneas de producción están a cargo del gerente de producción quien colabora con tres planeadores, dos jefes de producción, cuatro supervisores de línea, aproximadamente sesenta operadores y treinta mecánicos. Las actividades principales de estos puestos son:

- **Gerente producción.**
Encargado de supervisar las líneas de producción. Tiene a su cargo el área de metales, plásticos, ensambles y operaciones secundarias.
- **Planeador de producción.**
Se encarga de generar y publicar el plan de producción semanal y del nivel de control de los inventarios.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

- **Jefe de producción.**
Es el encargado de supervisar los reportes de los supervisores de cada área de las antes mencionadas.
- **Supervisor de área.**
Como su nombre lo dice se encarga de supervisar a los operadores y generar reportes que se entregan al jefe de producción.
- **Operador.**
Su principal función es la realización del proceso para la elaboración de piezas manejando el proceso de cada área.
- **Mecánico.**
Es el encargado de dar mantenimiento correctivo y preventivo a las herramientas de producción de su área correspondiente.

Área de Ingeniería

Esta área está a cargo del gerente de Ingeniería quien tiene a su cargo a un jefe de ingeniería quien supervisa los dos departamentos que son ingeniería de producto e ingeniería de diseño, en los que laboran dos ingenieros de producto y dos diseñadores respectivamente. Las actividades principales de estos puestos son:

- **Gerente de ingeniería.**
Su principal función es desarrollar planes de mejora continua a la empresa y supervisar las actividades del jefe de ingeniería.
- **Jefe de ingeniería.**
Es el encargado de supervisar las áreas y proyectos de ingeniería de producto e ingeniería de diseño.
- **Ingeniero de producto.**
Su principal actividad es la comunicación con el cliente de manera técnica proporcionándole apoyo eficaz y respuesta expedita sobre los productos que se le fabrican. Atiende los nuevos proyectos de aprobación de productos de diferentes clientes.
- **Ingeniero diseño.**
Se encarga de diseñar las herramientas que dan soporte al proceso de producción. Realiza modificaciones y correcciones a los problemas de herramientas que se suscitan en la línea de producción.

Organigrama

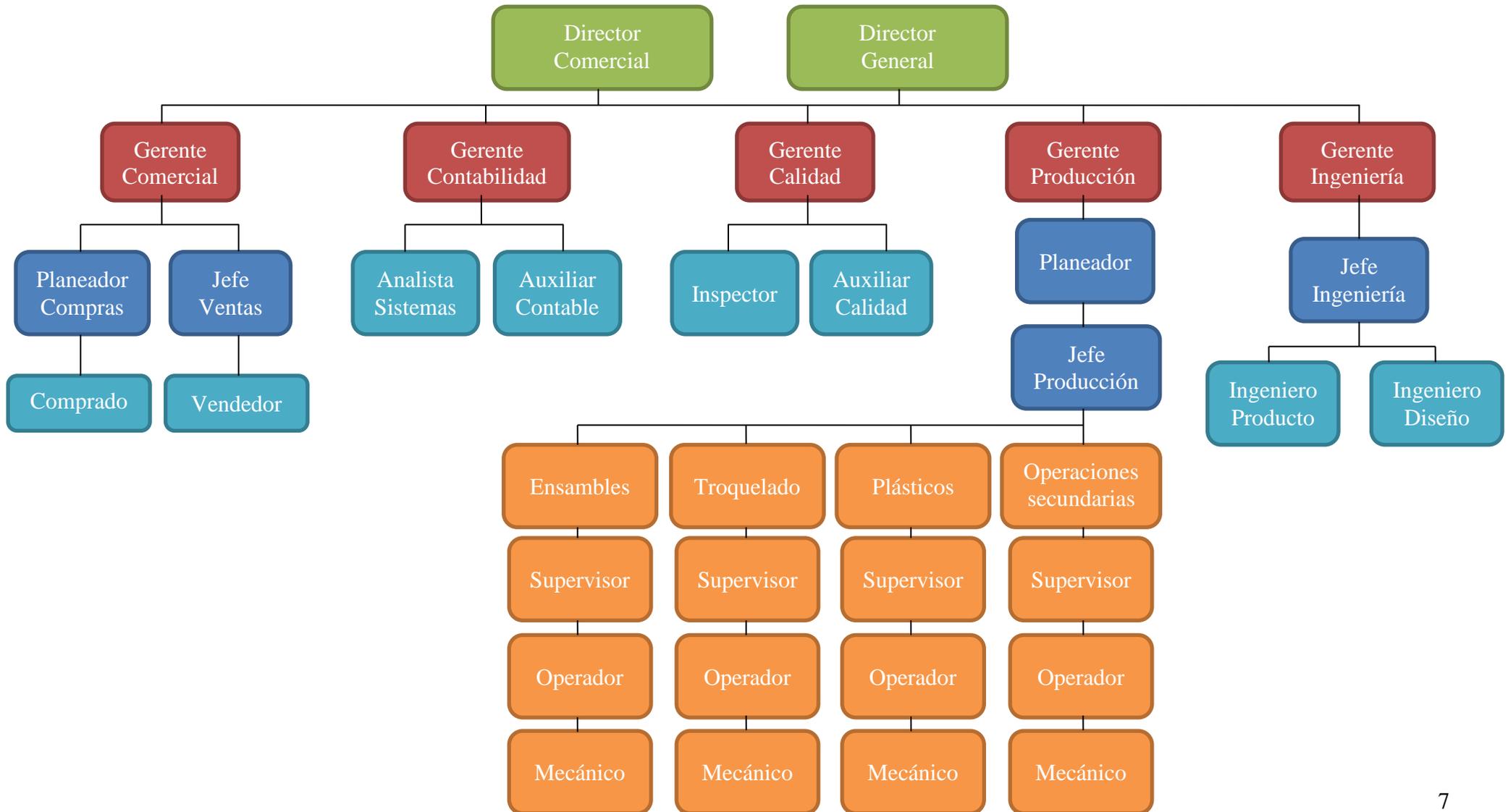


Figura 1.1 Estructura de la empresa.

CAPITULO 2

Ingeniero de producto

2.1 Descripción del puesto

El Ingeniero de producto tiene contacto directo con el cliente por lo que necesita contar con una comunicación efectiva en todo momento. Al comenzar un proyecto en DyM el cliente contacta al ingeniero de producto para entregarle sus requerimientos sobre un producto. Estos productos deberán cumplir con la calidad y ser entregados en el tiempo y forma una vez que sean aprobados por el cliente. Además el proveedor deberá ser capaz de satisfacer la demanda anual que se acuerde con el cliente.

El cliente solicita la cotización de su producto proporcionando sus especificaciones en forma de planos y pronósticos de consumo del mismo. En algunos casos el cliente proporciona un precio objetivo a los diferentes proveedores con la finalidad de comparar cual opción es más conveniente.

El cliente al recibir la cotización por parte del proveedor decide la mejor opción para comenzar el proceso de compra tanto de los herramientas necesarios para elaborar el producto como del producto terminado.

El proveedor tiene un lapso para desarrollar los herramientas solicitados y entregar las primeras muestras, para así obtener la aprobación del producto por parte del cliente. Para cumplir con este proceso existe documentación que debe ser elaborada y presentada al cliente por parte del proveedor.

El cliente mantiene una estrecha relación con el proveedor para dar seguimiento a los procesos y aprobaciones de los productos a producir. El encargado por parte del proveedor de realizar las actividades de análisis de especificaciones, cotización, elaboración de pruebas, documentación y seguimiento con el cliente es el Ingeniero de Producto.

2.2 Habilidades del puesto

Para el mejor desempeño del puesto, es recomendable que el Ingeniero de Producto en el ramo de la Industria Metalmeccánica conozca los siguientes temas fundamentales:

1. Clasificación internacional de los materiales.
2. Proceso de conformado de metales.
3. Manejo de normas ASTM, SAE.
4. Procesos de recubrimientos y tratamientos térmicos.
5. Interpretación de planos.
6. Tolerancias geométricas.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Desde la perspectiva interna de la empresa donde se desarrolla el Ingeniero de Producto, el puesto es muy completo ya que tiene contacto con diversas áreas de la empresa como son: diseño, producción, compras, ventas, calidad, proveedores externos, etc.

2.3 Proyectos generales del puesto

Se consideran proyectos generales debido a que se realizan de manera continua y existen varias áreas de la empresa involucradas. El Ingeniero de producto debe darle seguimiento en DyM a la parte que le corresponda del proceso. Estos proyectos son:

- El desarrollo de la mejora continua (lean manufacturing) de los procesos y productos de la empresa, esto con la finalidad de entregar el producto al cliente de la manera más rápida y eficaz. Se debe reducir costos innecesarios y desperdicios en los procesos de producción para así obtener una mayor ganancia.
- Juntas de evaluación de proyectos semanales con ciertos clientes para informar los avances o problemas que se presenten en el día a día.
- La realización del Proceso de aprobación de partes para producción (PPAP) hasta obtener la aprobación de los nuevos productos. Esta es la actividad principal del Ingeniero del producto y el eje central del presente trabajo.

2.4 Actividades específicas del puesto

Las actividades específicas del Ingeniero de producto están ligadas a las generales, siendo un complemento necesario para lograr cumplir los objetivos de las actividades generales. Las principales actividades se mencionan a continuación:

- I. Cotización de productos para área de troquelado, inyección y ensambles.
- II. Cotización de procesos externos (recubrimiento y tratamientos térmicos) con proveedores.
- III. Codificación de productos, materias primas, procesos.
- IV. Estudio de documentación recibida por parte de los clientes.
- V. Generación de especificaciones internas de MP.
- VI. Elaboración de Notificaciones de Proyectos.
- VII. Desarrollo de especificaciones técnicas (planos).
- VIII. Diseño de especificaciones de empaque.
- IX. Publicación de rutas de producción en sistema MRP.
- X. Actualización de bases de datos internas de catálogo de productos.

CAPITULO 3

¿Qué es un PPAP?

3.1 Introducción a APQP

Dentro de los proyectos generales mencionados en el capítulo anterior, el proceso de aprobación de partes para producción (PPAP) es lo que compete al presente trabajo. Pero antes de dar su definición es conveniente mencionar de donde surge el concepto haciendo referencia a la metodología APQP.

APQP (Advanced Product Quality Planing) es la planeación avanzada de la calidad del producto que indica el procedimiento a seguir para obtener un producto o proceso de calidad, garantizando que este sea estable cada vez que sea producido o realizado y satisfaciendo los requisitos del cliente.

Para que un producto cumpla este objetivo, la metodología APQP definió un proceso que se divide en las siguientes etapas (Figura 3.1):

- FASE 1 Planeación y definición del programa a seguir.
- FASE 2 Verificación del Diseño y desarrollo del producto.
- FASE 3 Verificación del Diseño y desarrollo del proceso.
- FASE 4 Validación del Producto y proceso.
- FASE 5 Producción.
- FASE 6 Retroalimentación de evaluaciones y acciones correctivas.



Figura 3.1 Etapas de la metodología APQP.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Cumpliendo con la metodología APQP antes mencionada, Diseño y Metalmecánica es responsable directo de las fases 4 y 5. Como proveedor también es responsable de atender los comentarios o modificaciones de nuestros clientes en la Fase 6 apoyándose en la mejora continua.

3.2 Definición del PPAP

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

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

3.3 Objetivo del PPAP

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

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

3.4 Características del PPAP

El PPAP es requerido por el cliente cuando se presenta uno de los siguientes casos:

- Desarrollo de un nuevo producto o ensamble por el proveedor.
- Corrección de no conformidades en presentaciones anteriores del PPAP.
- Actualización o reemplazo de especificaciones por parte del cliente o el proveedor.
- Uso de un material, proceso o componente distintos a los que se han usado en productos previamente aprobados.
- Producción o modificación significativa del herramental usado para elaborar el producto.
- Inspección de un elemento, material o componente no inspeccionado en presentaciones anteriores del PPAP.
- Uso de un nuevo proveedor para algún componente.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

- Uso de un nuevo proceso o significativamente distinto en presentaciones anteriores del PPAP.
- Cambio de ubicación de las instalaciones de producción.
- Cambio de fuente de productos, materiales o servicios subcontratados (recubrimientos, tratamientos térmicos, etc.).

3.5 Partes del PPAP

El PPAP se compone de los siguientes documentos, en el capítulo 4 se explicará a detalle la correcta elaboración y utilidad de cada uno.

1. Hoja de Garantía de Presentación.
2. Muestras físicas.
3. Certificados de materiales y procesos.
4. Especificaciones entregadas por el cliente (planos).
5. Hoja de Solicitud de Desviación de Especificaciones.
6. Reporte de resultados dimensionales.
7. AMEF de diseño.
8. Plan de Control.
9. Reporte del Análisis de la Habilidad del Proceso.
10. Reporte del Análisis al Sistema de Medición.

3.6 Niveles del PPAP

Un PPAP tiene varios niveles de presentación, se diferencian por incluir un control más estricto en el producto o proceso. Conforme se incrementa el nivel del PPAP la documentación que debe contener también es más extensa y completa para garantizar la calidad del producto o proceso con un mejor control.

Los principales motivos por los que un cliente requiere cierto nivel de PPAP son los siguientes:

- Demanda del producto
- Complejidad del producto
- Valor del producto

La demanda del producto como su nombre lo indica, es la cantidad de piezas que el cliente consume o vende en el año. Cuando es el caso de un producto con una demanda elevada, los lotes de producción también lo son, por lo que no se pueden arriesgar a rechazos frecuentes ya que eso significaría pérdidas económicas.

La complejidad del producto influye debido a que cuando un producto tiene varios procesos con diferentes proveedores se debe garantizar la calidad del proceso y materiales de cada uno. La complejidad también tiene un peso importante ya que representa un mayor control en los procesos de producción y verificación de las partes para evitar rechazos.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

El valor del producto quiere decir, que productos de materiales o procesos con costos elevados no deben prestarse a rechazos por su alto impacto en el proyecto.

La información que debe contener un PPAP en los diferentes niveles para el sector eléctrico se detalla en la siguiente tabla:

Parte del PPAP	Niveles de Presentación				
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1. Garantía de Presentación	Si	Si	Si	Si	Si
2. Piezas muestra	No	Si	Si	No	Si
3. Certificados de Análisis	Si	Si	Si	Si	Si
4. Plano del cliente numerado	Si	Si	Si	Si	Si
5. Hoja de solicitud de desviaciones *	Si*	Si*	Si*	Si*	Si*
6. Reporte de resultados dimensionales	No	Si	Si	Si	Si
7. AMEF de diseño	No	Si**	Si**	Si**	Si**
8. Plan de Control	No	Si	Si	Si	Si
9. Reporte de la habilidad del proceso	No	No	Si***	Si***	Si***
10. Reporte del análisis al sistema de medición	No	No	Si***	Si***	Si***

*Se debe presentar sólo bajo solicitud del proveedor o cuando se requiera.

**Requerido cuando el proveedor tiene la responsabilidad del diseño.

***Requerido sólo para dimensiones críticas de proceso.

CAPITULO 4

Caso de Estudio

4.1 Descripción del caso de estudio

En Diseño y Metalmecánica cada Ingeniero de Producto tiene asignado distintos clientes y proyectos a los cuales debe dar seguimiento constante. El caso de estudio de este reporte es el proyecto de transferencia de troqueles llamado “Siemens Urbana transfer” asignado a mi cargo.

Se le llama transferencia cuando el cliente hace entrega al proveedor no sólo las especificaciones del producto sino que también entregada los troqueles que elaboraran el producto actualmente. Esta decisión es tomada de manera estratégica por el cliente para disminuir costos de producción y tiempos de entrega.

El proyecto se dividió en 3 fases debido al gran volumen superior a los 200 productos. La fase del proyecto a la cual fui asignado constaba de los últimos 30 productos, los cuales se fabrican en 26 troqueles distintos.

Los objetivos que la gerencia me propuso para este proyecto y mis entregables fueron:

- La aprobación (PPAP) de todos los productos de esta fase para su producción. Siendo este el objetivo más importante del presente reporte.
- La base completa de datos para todos los productos del proyecto.
- Generación y aprobación de especificaciones internas del proyecto.

Estos objetivos fueron fijados a cumplir en 8 meses como tiempo límite.

A continuación se detalla el procedimiento donde se listan las principales actividades que realicé para elaborar el proceso de aprobación de un producto.

1. Recepción y estudio del producto.
2. Codificación de productos, materias primas y documentos.
3. Elaboración de especificaciones de materia prima.
4. Elaboración de planos para muestras y control de calidad.
5. Asistencia en producción de muestras.
6. Envío y seguimiento de muestras a proceso externo.
7. Recepción y análisis de resultados de reportes de calidad.
8. Recopilación de certificados de autenticidad.
9. Generación de plan de control.
10. Llenado de la Garantía de presentación y entrega del PPAP.
11. Construcción de base de datos.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

La documentación y aprobación de un producto puede tomar de 1 a 3 semanas en completarse, debido a que se requiere la colaboración de muchos departamentos tanto del proveedor como del cliente.

El producto en estudio es conocido por el cliente con el número 61008. Por su funcionamiento el cliente lo llamó Handle Arm (Brazo de manija) y se utiliza como una palanca en un ensamble que nuestro cliente Siemens hace en su producto final (breakers industriales). En la figura 4.1 se muestra una imagen tridimensional del producto para su mejor apreciación (modelado en Solidworks 2008).

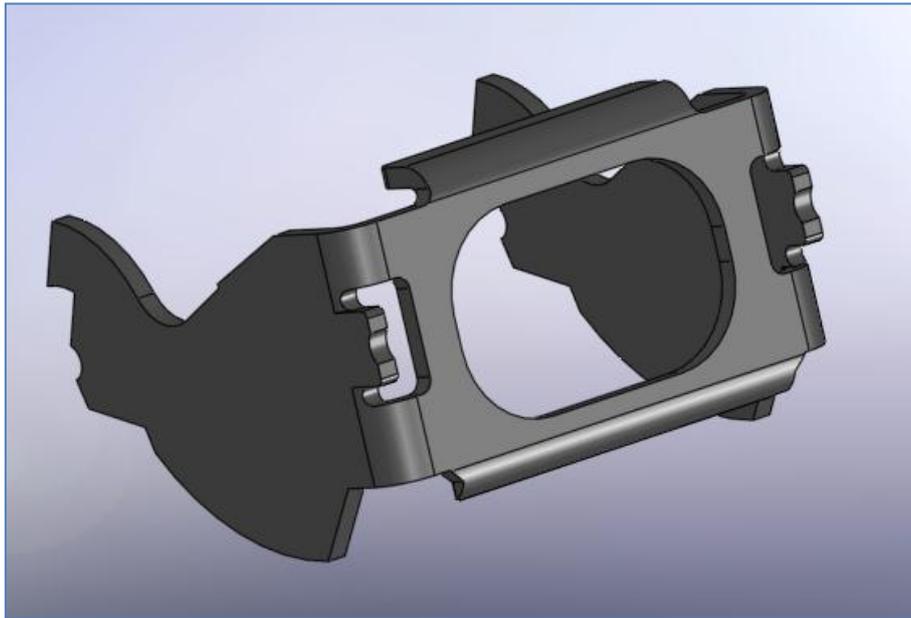


Figura 4.1 Modelado del NP 61008 Handle arm.

4.2 Recepción y estudio del producto

Al comenzar el proyecto el cliente me hizo entrega del siguiente material indispensable para elaborar el PPAP.

- Troquel identificado por el cliente.
- Cinta de acero C1010 (650 kg).
- Plano del producto.
- Page of Codebook (Detalle de materiales).
- Job Instruction (Instrucción de trabajo).
- Process Sheet (Detalle de procesos).
- Formatos de reportes estandarizados.
- Transfer Dimensional (reporte dimensional).
- Spec. Deviation (Hoja de desviaciones).

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Los documentos mandatorios para el desarrollo del PPAP en cualquier producto son el plano del producto, la instrucción de trabajo, el detalle de procesos y el detalle de materiales.

Los formatos de reportes estandarizados son utilizados a petición del cliente con la intención de homologar los documentos por ambas partes. Diseño y Metalmecánica cuenta con sus propios formatos para entregar reportes para PPAP.

Después de la recepción de todo el material, realicé un estudio de los documentos entregados para comenzar a preparar las pruebas del producto. El plano del producto **61008** (Figura 4.2) contiene información relevante del producto para iniciar el proceso de aprobación.

El plano define las dimensiones generales de la parte resaltando las que se encuentran enmarcadas en rojo como dimensiones de control y las demás como dimensiones complementarias, mostradas en la zona marcada con el número 1 en la figura 4.2.

La zona marcada con el número 2 figura 4.2, es una breve descripción de los procesos adicionales que requería el producto para estar terminado. En este caso, la pieza requería un proceso de tratamiento térmico y se mencionó en las notas del plano que la pieza no debe presentar rebabas ni bordes filosos al momento de la entrega al cliente

Para elaborar las pruebas se obtuvieron las características del material, utilizando el plano de la figura 4.2 zona marcada con el número 3, contiene una breve descripción indicando el espesor y la aleación del material del que se tenía que producir la pieza.

Además del plano, el cliente me entregó el detalle de materiales (Figura 4.3) que como su nombre lo indica describía de manera más específica las características listadas a continuación:

- El ancho de cinta y espesor con su respectiva tolerancia (1)
- La dureza del material (2)
- Los cantos de la lámina (3)
- La presentación de la materia prima incluyendo dimensiones de entrega (4)

Ohio Engineering Codebook

Code	Rev	ECN	Date	Status	Size	Description
2106	- 0599	101	6/17/1999	Active	.090 ± .002 x 2.125 ± .010	CR steel, C1010, Rockwell B60-75 slit edge in coil, ID 14-16", OD 38-40", wt not to exceed 660%

The diagram shows four callout boxes labeled 1, 2, 3, and 4. Callout 1 points to the 'Size' column. Callout 2 points to 'Rockwell B60-75' in the 'Description' column. Callout 3 points to 'slit edge' in the 'Description' column. Callout 4 points to 'in coil, ID 14-16", OD 38-40", wt not to exceed 660%' in the 'Description' column.

Figura 4.3 Hoja de detalle de la Materia Prima

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

El detalle de procesos describía a detalle el tipo de tratamiento térmico que debía ser aplicado al producto como se muestra en el plano de la Figura 4.2. En el recuadro marcado con el número 2 se hizo mención a una especificación del “codebook” del cliente, que también hace referencia a una norma SAE. En ellas se especificaba el proceso de acabado, así como las pruebas de calidad que debe cumplir el proceso y las pruebas de calidad al producto. Para su consulta anexo la norma en el apéndice AI al final del reporte.

4.3 Codificación de productos, materias primas y documentos

Los documentos, el material y el troquel que recibí por parte del cliente tienen una codificación propia, como por ejemplo: el código del producto 61008. Una vez que se tiene la misión de aprobar el producto en DyM, es mi responsabilidad crear códigos internos para cada documento, material o troquel recibido, esto es por cuestiones de confidencialidad con los clientes y por estandarizar los productos dentro de la compañía.

Los documentos y materiales que requirieron códigos nuevos fueron principalmente los siguientes:

- Materias primas (código DyM: 15034)
- Troqueles (códigos DyM: 09T106A, 09T106B)
- Planos (código DyM: DYM-ET-00-0602044-001)
- Producto (código DyM: 00-0602044-001)
- Especificaciones de empaque (código DyM: DYM-ET-ME-EM-048)

4.4 Elaboración de especificación de materia prima

Los datos del material entregado por el cliente junto con los códigos internos se utilizaron para elaborar la especificación de la materia prima, la cual debe ser revisada y aprobada por los gerentes de ingeniería y calidad.

La finalidad de elaborar este documento es comunicar al departamento de compras el tipo de material y las características del mismo, para que en un futuro pedido de producción de este producto, ellos coticen y levanten su pedido con sus proveedores. La especificación de materia prima se muestra en la figura 4.4.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Parámetro	Nominal	Tolerancia	Unidad	Mínimo	Máximo
Material: (*)	CRS 1010				
Espesor: (*)	2.286	± 0.051	mm	2.235	2.337
Ancho: (*)	53.98	± 0.25	mm	53.72	54.23
Densidad:	7.872		g/cc		
Temple:	Núm. 3		1/4 Duro		
Dureza: (*)	60 - 75		HRB	60	75
Resistencia a la tensión:	380	± 70	MPa	310	450
Cantos:	Corte slitter				
Camber: (*)	20 mm en 2 m				
Acabado: (*)	#2 Semi-mate				
Otros atributos:					

Normas aplicables: **ASTM A-109**

Condiciones de empaque en DYM-ET-EM-ME-048 (*) Característica de Inspección al recibo.
F-DYM-IN-005-07/07

Parameter	Nominal	Tolerance	Unit	Minimum	Maximum
Material: (*)	CRS 1008 - 1010				
Thickness:	0.090	± 0.002	Inches	0.088	0.092
Width:	2.125	± 0.010	Inches	2.115	2.135
Density:	0.284		lb/in ³		
Temper:	No. 3		Quarter-hard		
Hardness:	56.5 - 67.0		30 T	56.5	67.0
Tensile Strenght:	55,000	± 10000	Psi	45,000	65,000
Edges:	Slit edges				
Camber:	0.787 inches in 6.6 Ft.				
Finishing:	#2 Regular bright finish				
Other attributes:					

Industrial Standards: **ASTM A-109**

Packing conditions refer to DYM-ET-EM-ME-048 (*) Inspection characteristics at arrive.
F-DYM-IN-005-07/07

Figura 4.4 Especificación de materia prima del producto Handle Arm.

El procedimiento del departamento de compras es adquirir el material con un proveedor ya sea internacional o nacional basados en la especificación de materia prima de la figura 4.4, al mejor precio sin descuidar la calidad del material. Cuando el proveedor hizo entrega del material estaba obligado a entregarme un documento que avalará que el material que estaba recibiendo, era el material correcto tanto en dimensiones como en su aleación. Este documento se conoce como certificado de cumplimiento como el que se muestra en la figura 4.5.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

CERTIFIED TEST REPORT

LAPHAM-HICKEY STEEL
 5500 W. 73RD ST.
 CHICAGO, IL 60638
 PHONE: 708-496-6111 FAX: 708-496-8504

SOLD TO: 22051
 SIEMENS ENERGY & AUTO
 811 NORTH MAIN
 BELLEFONTAINE OH 43311 0000

Order Number: 92582 R
 Customer Order Number: K09RKB1010901001

Item# 1 021 COLD ROLLED STRIP
 C1010
 #3 SLIT EDGE Q.H. B60/75 COIL
 .0900 X 2.1250
 +-002 +-010

Part Number: 21060599
 HEAT NUMBER AMK8830825

ALUMINUM (AL)	.0510
BORON (B)	.0005
CARBON (C)	.1000
CHROMIUM (CR)	.0140
COLUMBIUM (CB)	.0000
COPPER (CU)	.0360
MANGANESE (MN)	.3900
MOLYBDENUM (MO)	.0030
NICKEL (NI)	.0190
NITROGEN (N)	.0059
PHOSPHORUS (P)	.0050
SILICON (SI)	.0100
SULPHUR (S)	.0060
TIN (SN)	.0016
TITANIUM (TI)	.0005
VANADIUM (V)	.0009

Datos del comprador

Datos del material vendido cumpliendo con las especificaciones del cliente mencionadas en el "codebook"

Datos de referencia de la aleación del material comprado.

Valencia

LHS Corp. certifies that the above figures are a true and correct copy of those contained in the records of the Company.

Figura 4.5 Certificado de material entregado por el cliente.

En el caso de este producto donde el material fue entregado a DyM por parte del cliente, le solicite el certificado de compra al cliente para así poder anexarlo a la documentación del PPAP. El certificado de material es el primer documento que se coloca en la presentación del PPAP.

4.5 Generación de plano para pruebas y control de calidad

Previo a la elaboración de las pruebas se debía contar con la información que requería el mecánico que estaba asignado a producir las muestras. Uno de los documentos vitales para ello es el plano. Me encargué de numerar el plano agrupando las dimensiones por zonas para facilitar tanto su identificación como su medición por parte de control de calidad. En la figura 4.6 se muestra un plano numerado (ballooned print).

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

El procedimiento consta de añadir globos en la cercanía de cada una de las cotas del dibujo. Entregué al laboratorio de control de calidad el plano numerado para que con el verificaran las muestras que se obtengan.

En el plano del producto existen dimensiones que son críticas debido a que son muy importantes para el cliente, quien para comunicarme cuales cotas son de tipo críticas utiliza los siguientes tipos de símbolos:

- Las cotas o **dimensiones críticas para su ensamble** son verificadas tanto internamente como por el cliente. Si estas cotas están fuera de especificación no tiene caso continuar dimensionando la pieza dado que no logrará funcionar en el producto destino. Estas están indicadas en el plano con el símbolo de un D dentro de un rombo ambos de color rojo.
- Las cotas o **dimensiones críticas para su funcionamiento** son aquellas que deben estar dentro de especificación para que el producto haga el movimiento o función dentro del ensamble donde se utiliza. Estas dimensiones están identificadas por un ovalo de color rojo alrededor del valor de la cota. También son verificadas tanto internamente como por el cliente.

También le fue entregado al mecánico asignado a la tarea de la elaboración de las muestras una copia del plano para futura referencia en su actividad.

4.6 Elaboración de muestras

Con la materia prima en planta y el plano en manos del mecánico. El siguiente paso fue la selección de la prensa a utilizar de acuerdo a las características del troquel que produce el producto con código del cliente 61008 y de la disponibilidad de la prensa en su actividad asignada de producción.

Mi siguiente actividad fue gestionar con el departamento de producción el préstamo de la prensa para realizar las pruebas. El troquel requiere de una prensa de 150 Toneladas y en la empresa solo se cuenta con una de este tonelaje, este detalle atrasó un par de días las pruebas. Con prensa disponible, le proporcioné al mecánico los siguientes documentos:

- Instrucciones de trabajo proporcionadas por el cliente
- Plano de la pieza numerado.
- Hoja de montaje (set-up) proporcionada por el cliente
- Códigos de materia prima requerida y de herramienta.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

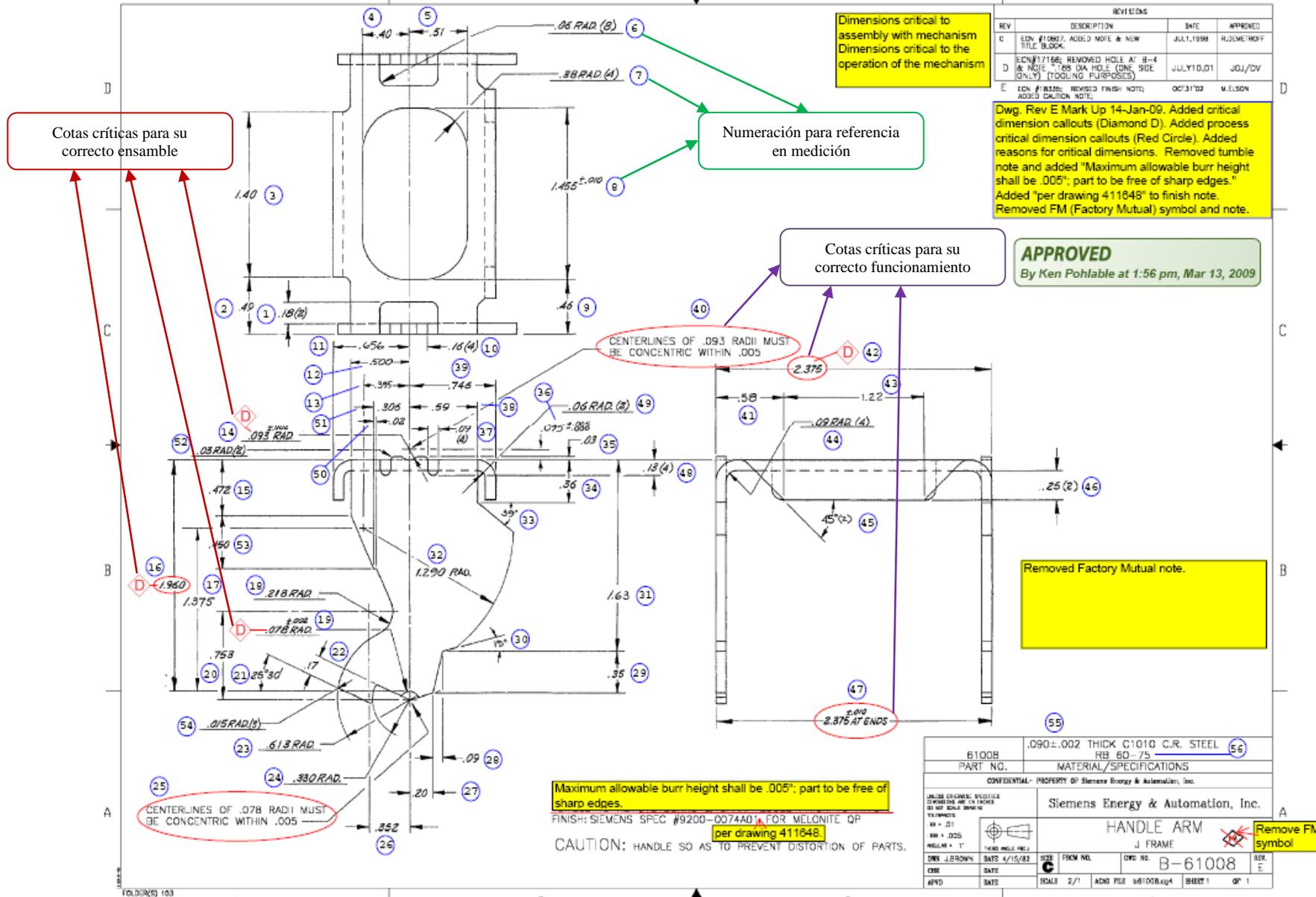


Figura 4.6 Plano numerado para control de calidad.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

El mecánico en planta ubicó el troquel en los anaqueles (racks), lo transporta a prensa donde comenzó el montaje en la prensa. Posteriormente solicitó la materia prima al almacenista para llevarla a prensa y montarla en los alimentadores para hacerla llegar de manera continua hasta el troquel y así comenzar las pruebas. Para realizar el montaje tomó en cuenta la hoja de montaje (Set-up) como la que se muestra en la figura 4.7 para el producto 61008.

SIEMENS-URBANA OPERATIONS						
AUTOMATIC DIE SET UP REFERENCE SHEET						
Part Number	61008		Tool Number	D23071		
Tool Type	PROGRESSIVE					
Tool Drawings	TRACINGS			Set Complete?	Yes	
					detail CD	
Picture of Top & Bottom of Tool	YES					
Die Protection	Misfeed Pilot					
History File	Yes		Part Weight	0.15		
Strip and 5 last parts	Yes		Strip Width	TK	0.090	
Press Die Runs In Currently	100T MINISTER		Prog	6.594	Stroke	3.000
Die Size	Length	Width	Shut Height	Feed Level		
	26.25	14	10.75	6.41		
Total Die Weight:	657		Set-Up Time:	0.5	Tonnage:	60

Figura 4.7 Hoja de montaje (set-up) de referencia entregada por el cliente.

Los datos relevantes en este documento mostrado en la figura 4.7 son descritos a continuación:

1. Características Generales del troquel.

Se indican en los recuadros marcados con el número 1 en la figura 4.7. Se da a conocer el tipo de troquel, las dimensiones generales del troquel: largo, ancho y alto. Por último, indica el peso del troquel, dato importante para el mecánico en el manejo del mismo.

2. Parámetros de ajuste de troquel.

Se indican en los recuadros marcados con el número 2 en la figura 4.7, se observan varios datos relacionados al ajuste. La carrera (stroke) indica cual debe ser la altura óptima de la prensa para elevar la parte superior del troquel lo suficiente para que la cinta de material avance sin problemas a lo largo de todo el troquel. El paso (progression) indica la cantidad de avance que debe tener la cinta de material para pasar de una estación a la siguiente del troquel. La altura de alimentación (feed level) indica la altura adecuada a la que debe colocarse el rollo de material para que el alimentador lo haga avanzar sin problemas y siempre al mismo paso. En ocasiones se detalla el ángulo de alimentación, este

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

último dato puede variar dependiendo del modelo de prensa en la que se utilice el troquel por eso solo debe ser tomado como referencia.

3. **Características generales del Material.**

Los datos marcados en recuadros con el número 3 figura 4.7, mencionan las dimensiones de ancho y espesor de la cinta para asistir al mecánico en la programación del alimentador y enderezador. El propósito es evitar movimientos laterales en la cinta de material que provoquen pérdidas de paso y por ende piezas fuera de especificación.

4. **Características del montaje.**

Este par de datos marcados en recuadros con el número 4 figura 4.7, sirven de referencia para evaluar el desempeño del mecánico al momento de hacer el montaje del troquel. Mencionan el tiempo que le tomaba al personal en la planta anterior donde producían el producto en aprobar su producción. También incluye el tonelaje de referencia y la prensa de referencia donde producían el producto.

5. **Seguridad del troquel.**

En su mayoría los troqueles cuentan con sensores para detectar problemas durante su operación y evitar daños costos y probablemente irreparable. En este caso este troquel cuenta con un sensor de paso que detecta cuando el alimentador ha perdido el paso y provoca que el troquel se detenga hasta que se libera el sensor, esto ayuda evitando el desperdicio de material fuera de especificación.

Lo siguiente que realizó el mecánico fue utilizar la instrucción de trabajo, la cual describe las características y procesos que deben verificarse en la pieza para poder tenerla producirla y aprobarla.

Las instrucciones de trabajo del cliente están diseñadas por proceso a realizar. Por ejemplo, el producto con código 61008 requiere 2 procesos de troquelado y un proceso de tratamiento térmico. En la figura 4.8 se muestra la instrucción de trabajo para el producto 61008 en su proceso inicial. Los datos relevantes para la elaboración de muestras son:

1. **Referencia del producto.**

Esta información enmarcada en el recuadro número 1 y mostrada en la figura 4.8, indica los datos básicos del producto a producir.

2. **Controles de Calidad.**

El recuadro marcado con el número 2 en la figura 4.8, indica los dispositivos de sujeción con los que cuenta el producto (gages) para su correcta verificación durante el proceso o si requiere alguna herramienta adicional, en esta parte es donde se escriben. Además, cuenta con una imagen en el recuadro inferior de la derecha de un dispositivo de verificación de concentricidad de los radios inferiores, así como la longitud de la silueta (blank).

3. **Procedimiento de producción.**

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

En la figura 4.8 enmarcado con el número 3 se describe el procedimiento para llevar a cabo la producción de manera correcta. En este caso, la instrucción de trabajo de este producto hace referencia a la hoja de montaje (set-up) descrita con anterioridad. Al final de este recuadro se menciona una nota que dice “Move to Form”, lo que significa que, después de haber terminado la producción del primer proceso, el producto debe pasar al siguiente proceso que es el formado (segundo troquelado).

4. **Procedimiento de Inspección.** Este recuadro marcado con el número 4 figura 4.8, menciona las características mínimas que debe verificar y cuidar el mecánico durante la producción de las pruebas para evitar productos fuera de especificación. Indica que se debe usar el dispositivo de verificación pasa no pasa (go no go) y que el producto debe continuar con la siguiente operación.

El proceso de obtención de muestras fue un proceso iterativo donde el mecánico utilizó los ajustes definidos por la hoja de montaje, como referencia para luego comenzar a variar los parámetros buscando acercarse a las medidas correctas para el producto. Una vez que logró encontrar el ajuste óptimo en prensa este se desplazó al laboratorio de control de calidad con 3 piezas muestra para que fueran verificadas sus dimensiones.

HANDLE ARM 61008

Drawing	Dwg Rev	BOM Rev	OPERATION	Page
B61008	E		10	1 of 1

Filename: ifr-110
Revision: 0 Rev Date: 2/24/09
IE: _____
QE: _____
PS: _____
PE: N/A

TOOLS/FIXTURES/GAUGES/FORMS
GAGE G952U, CHART U-004, FORM U-057

SAFETY
SAFETY GLASSES AND HEARING PROTECTION AS REQUIRED

PROCEDURE

- CHECK ALL GAGES ASSIGNED TO JOB TO MAKE SURE CALIBRATION IS CURRENT. *

1. REFER TO CURRENT AUTOMATIC SET UP SHEET, U-057.

MOVE TO FORM

INSPECTION/TEST

VISUAL CHECKS EVERY 15 MINUTES:

1. NO EXCESSIVE BURRS ON EDGES OR IN HOLES.
2. NOT TO BE BENT, BOWED, OR TWISTED.
3. WATCH FOR DIE OR SLUG MARKS.
4. MATERIAL .090 ± .002 C.R. STEEL.

DIMENSIONAL CONTROL CHECKS EVERY 30 MINUTES:

1. CHECK USING FUNCTIONAL GAGE NO. 952U.
2. POST PROCESS TO FORM U-004.

F423.2-1, 2/7/05

Figura 4.8 Instrucción de trabajo para primer proceso.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

4.7 Verificación de muestras

El departamento de control de calidad como se describió en el organigrama se dedica a verificar que los productos cumplan con la calidad que el cliente requiere. Durante el proceso de aprobación de productos, el mecánico requiere de una autoridad que pueda validar que los resultados que obtuvo en su ajuste de prensa efectivamente se encuentran dentro de especificación.

El laboratorio de metrología recibe las 3 piezas muestra que el mecánico produjo, las cuales son medidas sólo sus cotas críticas. En este caso, para el producto con código 61008 se requirieron 6 ajustes en prensa por parte del mecánico para poder obtener las dimensiones más aproximadas a los rangos de tolerancias que permitía la especificación.

En el caso del producto 61008 se checaron las cotas críticas número 14, 16, 19 y 55 en su primer operación de acuerdo al dibujo que les proporcioné. En este primer proceso de troquelado el producto se ve como como en la figura 4.9.



Figura 4.9 Pieza obtenida del primer paso

Una vez que el laboratorio de metrología aprobó las 3 piezas muestras, para poder estar completa la prueba, el mecánico simuló una pequeña corrida (corrida piloto) de aproximadamente 100 piezas con la prensa trabajando de manera automática, para detectar alguna falla en un proceso continuo. Con la finalidad de dejar más claro el concepto de producción en continuo la imagen 4.10 muestra el troquel y el producto en tira como se ve el proceso en continuo.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

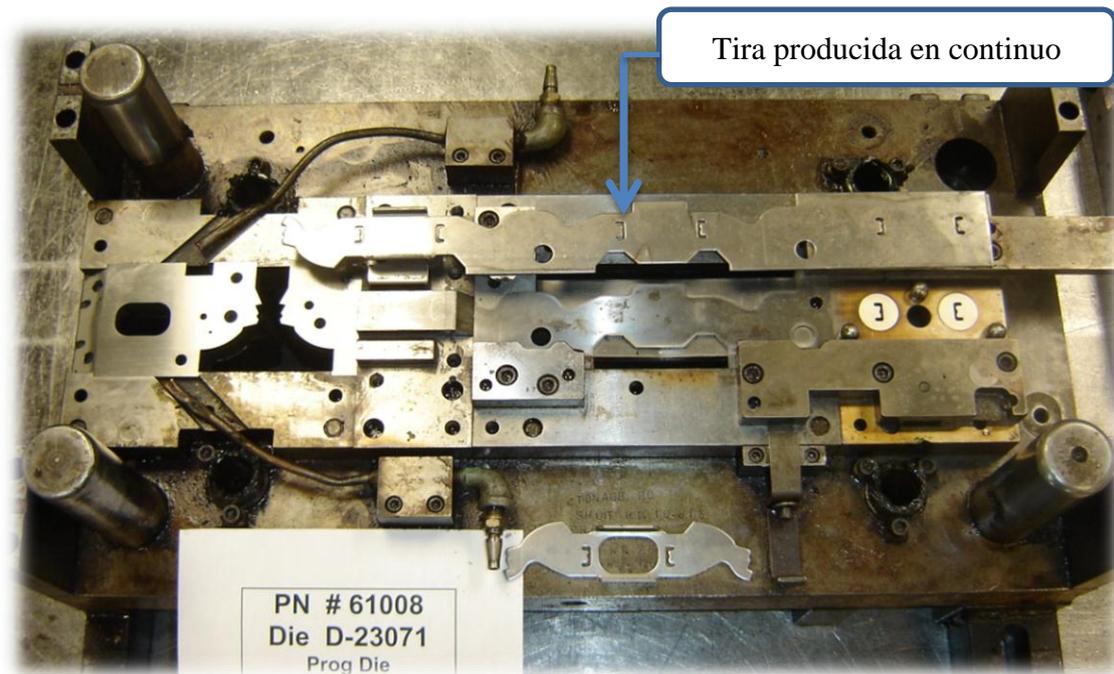


Figura 4.10 Herramienta progresiva usada para trabajo en continuo

Segundo proceso de producción

Una vez que se contaba con las 100 piezas del primer proceso. Solicité la prensa manual de 60 toneladas al departamento de producción. En DyM contamos con 4 prensas de este tonelaje por lo que fue más sencillo el obtener el permiso para comenzar las siguientes pruebas. El mecánico repitió el montaje del primer proceso pero ahora con otro troquel. En este caso este troquel es de operación manual o sea no debía realizar el montaje de la materia prima para comenzar el ajuste, en su defecto había que colocar pieza por pieza de manera manual.

Entregué de nuevo instrucción de trabajo como la que se observa en la siguiente figura 4.11 que tiene la misma forma que las iniciales.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

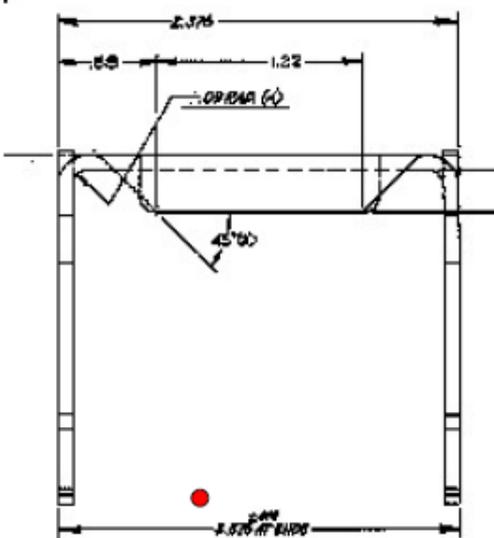
FORM 61008			Page 1 of 1
Drawing B61008	Dwg Rev E ⑩	BOM Rev	
OPERATION		30	
Filename:		j6-111	
Revision:	4⑩	Rev Date:	2/24/09
IE:			
QE:			
PS:			
PE:	N/A		
TOOLS/FIXTURES/GAUGES/FORMS			
CALIPERS, FORM F9.6.12-1 ⑩			
SAFETY			
SAFETY GLASSES AND HEARING PROTECTION AS REQUIRED			
PROCEDURE			
<ul style="list-style-type: none"> CHECK ALL GAGES ASSIGNED TO JOB TO MAKE SURE CALIBRATION IS CURRENT. * 			
<ol style="list-style-type: none"> 1. OBTAIN NEXT PART. 2. USING PLIERS, PLACE PART IN DIE. 3. CYCLE PRESS USING HAND BUTTONS. 4. OBTAIN PART FROM DIE WITH PLIERS. 5. ASIDE PART TO TOTEPANS. 6. OIL ONE IN 15 PARTS. 			
MOVE TO VENDOR ⑩			
INSPECTION/TEST			
VISUAL CHECKS EVERY 15 MINUTES:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. NO EXCESSIVE BURRS ON EDGES OR IN HOLES. 2. NOT TO BE BENT, BOWED, OR TWISTED. 3. WATCH FOR DIE OR SLUG MARKS. 			
DIMENSIONAL CONTROL CHECKS EVERY 30 MINUTES:			
<ul style="list-style-type: none"> CHECK $2.375 \pm .010$ ⑩ DIMENSION AT ENDS. ⑩ USE CALIPERS. POST PROCESS TO FORM F9.6.12-1. 			

Figura 4.11 Instrucción de trabajo para segundo proceso.

En esta instrucción de trabajo se especifica cómo colocar la pieza en el troquel, la manera de verificar que cumpla con las especificaciones por control de calidad durante una producción normal y por último mencionaba que una vez terminada la pieza se debía enviar al siguiente proceso, que en este caso es un proceso externo.

Para su mejor comprensión del proceso manual de formado que se le realiza a este producto se muestra el troquel en la figura 4.12.



Figura 4.12 Troquel de Formado de operación manual

Segundo proceso de verificación

El mecánico repitió el proceso de seleccionar 3 piezas y las presentó al laboratorio de control de calidad quien verificó las dimensiones críticas. Una vez aprobado el producto por calidad, el mecánico continuó la producción de todas las piezas obtenidas del primer proceso.

Al término de la producción de las piezas del primer proceso, el mecánico me las entregó.

4.8 Envío y seguimiento de muestras a proceso externo

Del total de piezas que me entregó el mecánico tomó 50 piezas al azar y se las entregué al gerente de calidad para que realizaran una medición de cotas críticas a las 50 piezas antes de que las envíe al siguiente proceso.

Una vez medidas las 50 piezas, me encargué de notificar al proveedor de tratamientos térmicos, que para este producto fue Parker Trutec a través de un documento llamado Notificación de Proyecto que se muestra en la figura 4.13.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

NOTIFICACIÓN DE PROYECTO	
Fecha: <u>25-oct-10</u>	
Proyecto	
Núm. de parte DyM:	09T0TX06020440E
Descripción de la parte:	Handle arm
Número de plano:	B61008
Referencia:	61008
Características del Producto	
Material base :	CRS 1010
Peso aprox:	64.7 grs.
Volumen anual:	88751 pzas.
Recubrimiento	
Tipo:	0
Esesor de capa:	0 µm
Norma aplicable:	0
Prueba(s):	Inspección visual, pruebas de adherencia y medición de espesores
Otro:	0
Tratamiento Térmico	
Tipo:	Melonite
Dureza:	0
Norma aplicable:	9200-0074A01
Prueba(s):	
Otro:	0
Procesos adicionales	
Requerimientos:	
9200-0074A01	
Requerimientos del Evaluación	
Cotización para producción	
Muestras de evaluación	
Reporte de Inspección	5 pzas.
Certificado de Calidad	Con cada lote
Observaciones	
Para completar por el proveedor	
Fecha:	
Recibió:	
Departamento:	
Fecha estimada para corrida piloto: 25/10/2010 Tamaño de muestra: 70 pzas.	

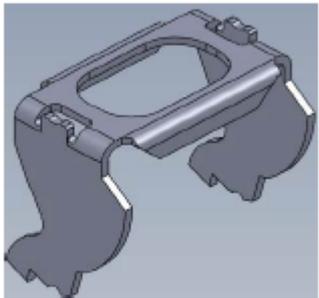


Figura 4.13 Notificación de proyecto de Handle Arm.

En este documento le compartí a Parker Trutec las especificaciones del cliente resumidas en los siguientes datos:

- Información general del producto.
- Características físicas del producto y material.
- Tipo de tratamiento que requería.
- Normas 9200-0074A01 y AMS 2753B.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Posterior a la notificación envié las piezas con el transporte de la empresa a la planta de Parker para que le aplicaran el proceso llamado “melonite” que es una variante del carbonitrurado.

Parker tardó 5 días en realizar el proceso debido a que la baja cantidad de piezas que les envié provocaba que se desperdiciara mucho espacio en sus hornos por lo que el proceso se demoró más de lo normal y se encareció.

Al recibir de vuelta las piezas con tratamiento térmico, revisé que fuera la misma cantidad que envié y una vez más transferí 50 piezas escogidas al azar a control de calidad para que verificara las dimensiones críticas. Esto lo hice debido a que las piezas se pueden deformar con el calor del horno, provocando que el producto quedara fuera de especificación.

Certificado de Calidad



Analista	Carlos Guzman
Fecha	10-ene-11
Lote PTM	07A1D1335
Parte	09T0TX060204408
Cliente	DYM

Datos del departamento de calidad que expide el certificado de calidad, a quien va dirigido y datos del producto

Dibujo de cliente: 27572 HANDLE ARM
 Requerimientos específicos: Seccion 9200-0074
 Analisis de acuerdo a 9200-0074

		Resultados				
Profundidad de capa	0.0038 mm - 0.0250 mm	0.020-0.018	0.018-0.018	0.015-0.010	0.011-0.010	0.015-0.010
Uniformidad de capa		Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme	Uniforme
Dureza superficial	>350 Hv	636	598	545	617	513
Preventivo de oxidacion	Rust Veto 4214W	Rust Veto 4214W				

Resultados de acuerdo a lo requerido por la seccion 9200-0074

Resumen de las especificaciones a cumplir que el proveedor recibió por parte de DyM.

Resultados reportados de mediciones que se le hicieron a 5 piezas muestra.

Firma del responsable del departamento de control de calidad del proveedor del proceso.

Carlos Guzman
Departamento de control calidad

Figura 4.14 Certificado de Calidad expedido por el proveedor de proceso externo.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Además de recibir el material físicamente, Parker Trutec estaba obligado a entregarme un certificado donde mencione que realizó el proceso de acuerdo a las especificaciones que le entregué. Este certificado se muestra en la figura 4.14 indicando la información más relevante que debía contener. Este documento se debe colocar junto al certificado de material en la documentación del PPAP.

4.9 Estudios de calidad

Una vez que entregué las 50 piezas muestra a calidad, provenientes del proceso de tratamiento térmico. Ellos se encargaron de realizar los siguientes estudios para cumplir con los requisitos de calidad marcados en el APQP:

- a) Reporte Dimensional.
- b) Estudios del sistema de medición.
- c) Estudios de habilidad del proceso.

Reporte Dimensional

Para la elaboración del reporte dimensional el inspector tomó 2 piezas de las 50 que entregué y se dimensionó cota por cota basándose en el plano numerado que le entregué, vaciando los resultados de las 2 piezas en un reporte.

El formato de reporte dimensional se me entregó como plantilla por el cliente, para mantener estandarizada su información. A continuación presento en la imagen 4.15 la primera hoja del reporte dimensional para el producto Handle Arm con código 61008. El reporte dimensional completo se encuentra en el Apéndice A2 para consulta del estudio completo.

A continuación describiré las partes principales de este reporte (Figura 4.15) y como se utilizó tanto por el proveedor como por el cliente:

1. **Datos del producto.**

En este recuadro marcado con el número 1, se menciona el número de parte y el nombre del producto analizado, el número de plano y la revisión con la que se está dimensionando el producto.

2. **Datos del proveedor.**

En este recuadro marcado con el número 2, se menciona el nombre y ubicación del laboratorio de metrología del proveedor, el contacto responsable del laboratorio y de las mediciones, por último se declara la fecha del reporte. En el recuadro 2A se dan datos adicionales como el teléfono de contacto del responsable así como su cargo en la empresa.

3. **Numeración de cotas.**

Esta columna marcada con el número 3, contiene la numeración de las cotas, la cual tiene que coincidir con el plano del cliente. En el caso en el que se repiten los números es debido a que se mide la misma dimensión en diferentes zonas de la pieza, por ejemplo los radios de doblez cotas 6 y 7.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

SIEMENS								
Dimensional Results Report								
Part No: 61008			Supplier Name & Location: DISEÑO Y METALMECANICA COLTONGO No.158 DELEGACION AZCAPOTZALCO D.F.					
Drawing No. & Rev: B-61008 REV. E			Contact: ERIC SANCHEZ					
Drawing Title: HANDLEARM J FRAME			Date: 01/19/2011					
DIMENSIONAL RESULTS								
Feature Number	Specified Nominal and Limits	Sympl. on dwg	Measured value		In Tol./Ctrl.	Out of Tol./Ctrl.	Suppliers Proposed Corrective Action (If out of tolerance; Cpk,Ppk<1.33)	Siemens Required Corrective Action (If out of tolerance; Cpk,Ppk<1.33)
			Sample Part 1	Sample Part 2				
1	0.18 ± 0.01		0.181 inch	0.183 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1	0.18 ± 0.01		0.164 inch	0.166 inch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify punch	
2	0.49 ± 0.01		0.496 inch	0.497 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	1.40 ± 0.01		1.405 inch	1.408 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	0.40 ± 0.01		0.410 inch	0.413 inch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Relocate punch	
5	0.51 ± 0.01		0.497 inch	0.494 inch	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Relocate punch	
6	R 0.06 ± 0.01		0.059 inch	0.059 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	R 0.06 ± 0.01		0.059 inch	0.059 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	R 0.06 ± 0.01		0.059 inch	0.059 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
6	R 0.06 ± 0.01		0.059 inch	0.059 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	R 0.38 ± 0.01		0.377 inch	0.377 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	R 0.38 ± 0.01		0.377 inch	0.377 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	R 0.38 ± 0.01		0.377 inch	0.377 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7	R 0.38 ± 0.01		0.377 inch	0.377 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8	1.455 ± 0.010		1.454 inch	1.455 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9	0.46 ± 0.01		0.464 inch	0.465 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	0.16 ± 0.01		0.159 inch	0.161 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	0.16 ± 0.01		0.159 inch	0.160 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10	0.16 ± 0.01		0.159 inch	0.161 inch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Signature: ERIC SANCHEZ			Title: QUALITY MANAGER			Phone Number: 5250907460		

Figura 4.15 Reporte dimensional con formato del cliente.

4. Valor de cotas.

La columna marcada con el número 4, indica el valor de la dimensión en su valor nominal junto con su respectiva tolerancia. Puede ser indicada de manera simétrica o en forma de máximo y mínimo de acuerdo al plano del cliente.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

5. **Símbolos.**

La columna marcada con el número 5, contiene cualquier símbolo o nota adicional que contenga la cota medida. En este caso como se mencionó con anterioridad las cotas críticas de ensamble tienen la letra “D” dentro del diamante rojo.

6. **Resultados.**

Estas 2 columnas marcadas con el número 6, es donde se vacían los resultados de las mediciones de ambas piezas estudiadas.

7. **Juicio.**

Estas dos columnas marcadas con el número 7, contienen dos pequeños cuadros en los que se debe seleccionar si el resultado de la dimensión cumple o no con lo especificado en el plano. El cuadro se tacha en la columna de “In” cuando la dimensión se encuentra dentro del rango marcado en el recuadro 4, de lo contrario se tacha en la columna “Out”.

8. **Solución propuesta.**

La columna marcada con el número 8, se llena en los casos en los que las dimensiones tengan tachada la columna “Out”.

En el caso del ejemplo, me encargué de proponer una mejora para el troquel después de haber analizado la tendencia de la falla en la dimensión en cuestión. En ocasiones alguno de los procesos es realizado de manera incorrecta, así que esas observaciones las debo vaciar en esta columna.

9. **Acción correctiva.**

Esta columna marcada con el número 9, es llenada por el cliente posterior a la entrega del PPAP completo. En ella el cliente escribió sus comentarios sobre las dimensiones y las soluciones propuestas por el proveedor. En el caso de que la solución propuesta sea sencilla el cliente puede solicitar la corrección mediante una orden de compra o en su defecto si la solución es muy compleja y ellos evalúan que las piezas son funcionales pueden escribir el valor de una desviación.

Posteriormente los estudios de habilidad del proceso y del sistema de medición se deben efectuar para cada dimensión marcada en el plano del cliente como crítica.

a) Estudios del Sistema de Medición

Para cada PPAP se debieron evaluar las condiciones de los instrumentos utilizados al realizar las mediciones, así como las habilidades de medición de los inspectores.

El objetivo de este estudio es asegurar la calidad del producto, evitando las posibles variaciones que lo alejen de su condición nominal de diseño. Para conseguirlo los instrumentos debieron estar calibrados y los operadores debían ser precisos.

La precisión en las mediciones se determina realizando una técnica llamada Estudio de repetitividad y reproducibilidad (Gage Repeatability and Reproducibility GR&R).

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Con esta técnica se calcula la cantidad de variación que se presenta en un reporte basándose en repetidas mediciones de la misma dimensión de cierta pieza o conjunto de piezas. La variación registrada fue comparada con la tolerancia indicada en el plano y se presentó en el reporte de GR&R como un porcentaje de la tolerancia permitida.

La técnica tiene mayor credibilidad cuando se realizan las mediciones por 2 o más inspectores, ya que se garantiza una mejor recolección de datos para evitar la variación de las mediciones.

Aunque la cantidad de piezas, inspectores o mediciones son variables se considera como cantidad óptima 10 piezas, 3 inspectores y 3 mediciones por pieza. Las lecturas se obtuvieron eligiendo de forma aleatoria la secuencia de las piezas en cada medición.

En la figura 4.16 se muestra el formato que me entregó el cliente para realizar el estudio del sistema de medición. Las características del reporte se describen con la finalidad de dejar más claro el funcionamiento del mismo.

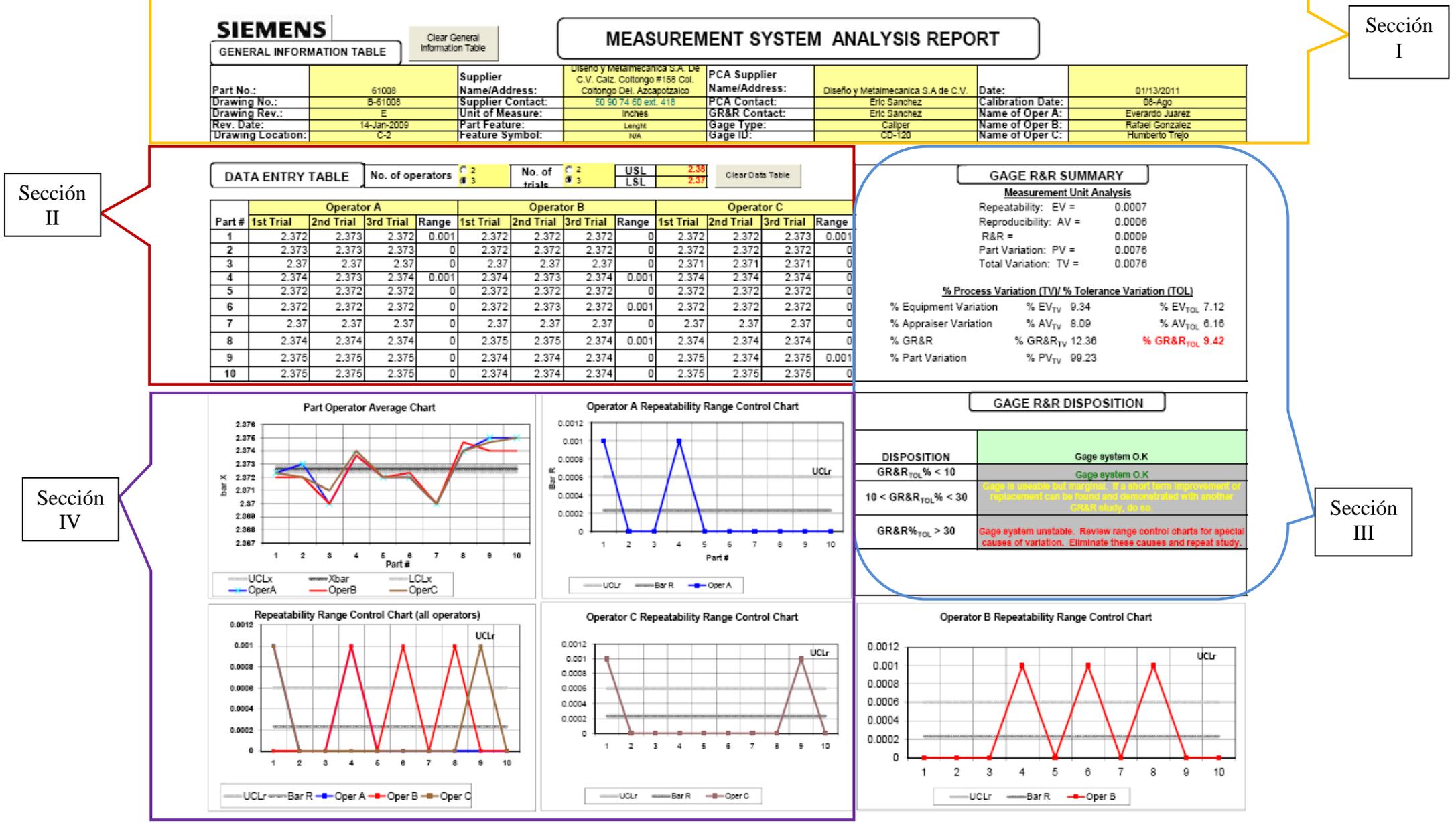
El reporte se divide en 3 secciones principales:

- Sección I. Datos generales.
- Sección II. Datos de entrada.
- Sección III. Datos de salida.

En la Sección I se especifican los datos generales como son:

1. Número de la parte
2. Número y revisión del plano
3. Fecha de la revisión
4. Datos del proveedor
 - a. Nombre
 - b. Ubicación
 - c. Datos de contacto
 - d. Responsable
5. Fecha de realización del estudio
6. Sistema de unidades en las que realizó las mediciones
7. Característica de la pieza que se midió en esta hoja del reporte
8. Símbolo que contenía en el plano
9. Tipo de dispositivo con el que se realizaron las mediciones
10. Nombres de los operadores que realizaron las mediciones

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)



Sección II

Sección I

Sección IV

Sección III

Figura 4.16 Hoja de análisis GR&R.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

En la sección II se colocaron los datos de entrada para alimentar el reporte y este realizó los cálculos. Los datos de entrada del reporte son los siguientes:

1. Número de Operadores que van a participar en el estudio.
2. Número de Iteraciones que van a realizar a la misma parte.
3. Mediciones de las 10 piezas medidas 3 veces cada una por cada operador.
4. Rango de variación entre las 3 mediciones del mismo operador para la misma parte.
5. Límites superior e inferior de acuerdo a la tolerancia de la cota analizada.

En la sección III y IV se muestran los resultados del reporte de manera numérica y gráfica respectivamente.

A continuación se explica a detalle la serie de cálculos realizados por el reporte para una mejor comprensión. En la tabla 4A desgloso el proceso para obtener los cálculos descritos a continuación.

Intento		Piezas o partes										Promedio	
operador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
X_{A1}	1	2.372	2.373	2.370	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375	2.375		
	2	2.373	2.373	2.370	2.373	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375	2.375		
	3	2.372	2.373	2.370	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375	2.375		
	Promedio	2.372	2.373	2.370	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375	2.375	$\bar{X}_A =$	2.3727
	Rango	0.0010	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	$\bar{R}_A =$	0.0003
R_{A1}	B	1	2.372	2.372	2.370	2.374	2.372	2.372	2.370	2.375	2.374		\bar{X}_B
	2	2.372	2.372	2.370	2.373	2.372	2.373	2.370	2.375	2.374	2.374		
	3	2.372	2.372	2.370	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.374	2.374		
	Promedio	2.372	2.372	2.370	2.374	2.372	2.372	2.370	2.375	2.374	2.374	$\bar{X}_B =$	2.3725
	Rango	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	$\bar{R}_B =$	0.0003
\bar{R}_C	C	1	2.372	2.372	2.371	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375		\bar{X}_C
	2	2.372	2.372	2.371	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.374	2.375		
	3	2.373	2.372	2.371	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375	2.375		
	Promedio	2.372	2.372	2.371	2.374	2.372	2.372	2.370	2.374	2.375	2.375	$\bar{X}_C =$	2.3727
	Rango	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	$R_C =$	0.0002

Tabla 4A Cálculo de promedios y rangos por operador para las 10 piezas.

Los cálculos son los siguientes:

1. X_{A1} = promedio de las 3 mediciones del operador A para la parte 1, este cálculo se repite para las 10 piezas (1, 2, 3... 10) y para cada operador (A, B, C).
2. R_{A1} = diferencia máxima de las 3 mediciones del operador A para la parte 1, de la misma manera este cálculo se repite para las 10 piezas (1, 2, 3... 10) y para cada operador (A, B, C).
3. \bar{X}_A = promedio de los 10 promedios $X_{A1}, X_{A2}, X_{A3} \dots X_{A10}$, este cálculo se repite para los 3 operadores (A, B, C).
4. \bar{R}_A = promedio de los 10 valores de rango $R_{A1}, R_{A2}, R_{A3} \dots R_{A10}$, este cálculo se repite para los 3 operadores (A, B, C).

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Se obtiene un promedio por pieza, que se calcula promediando las 9 mediciones totales de los 3 operadores y se obtiene la siguiente tabla 4B.

$\overline{X_{P1}}$ = promedio de los 10 promedios X_{A1}, X_{B1}, X_{C1} , este cálculo se realizó para las 10 piezas.

$$X = \text{promedio de los 10 promedios } \overline{X_{P1}}, \overline{X_{P2}}, \overline{X_{P3}} \dots \overline{X_{P10}}$$

$$R_p = \text{diferencia máxima entre los valores } \overline{X_{P1}}, \overline{X_{P2}}, \overline{X_{P3}} \dots \overline{X_{P10}}$$

Promedio de parte ($\overline{X_p}$)	2.3722	2.3723	2.3703	2.3738	2.3720	2.3721	2.3700	2.3742	2.3746	2.3747	X=	2.3726
											Rp=	0.0047

Tabla 4B. Promedio de las mediciones por parte

Posteriormente se calculó el promedio de los rangos de los 3 operadores, así como la diferencia entre el valor máximo y mínimo de $\overline{X_{A,B,C}}$, los resultados se muestran en la tabla 4C.

$$\overline{R} = \text{suma de los rangos } R_A, R_B, R_C \dots R_x / \# \text{ de operadores}$$

$$\overline{X_{dif}} = \text{Max}(X_A, X_B, X_C) - \text{Min}(X_A, X_B, X_C)$$

$(\overline{R}_A =$	0.0002	$+ \overline{R}_B =$	0.0003	$+ \overline{R}_C =$	0.0002	$) / (\# \text{ de operadores} = 3) =$	0.00023
$(\text{Max } \overline{X} =$	2.3727	$- \text{Min } \overline{X} =$	2.3725	$) = \overline{X} \text{ Diferencia} =$			0.0002

Tabla 4C. Cálculo de promedio de rangos y rango de promedios.

Con estos datos se comenzaron a realizar los cálculos definitivos de la sección III de la figura 4.16 que son principalmente:

1. Repetibilidad
2. Reproducibilidad
3. R&R
4. Variación de la parte
5. Variación total
6. Comparaciones con la tolerancia de la cota

1. Repetibilidad (EV). Calcula la variación del instrumento de medición.

$$EV = \overline{R} * k_1$$

Dónde:

\overline{R} = suma de los rangos $R_A, R_B, R_C \dots / \#$ de operadores

k_1 = constante relacionada con la cantidad de mediciones realizadas

Para 2 mediciones $k_1 = 4.56$

Para 3 mediciones $k_1 = 3.05$

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Resultando

$$EV = 0.000233 * 3.05 = 0.00071$$

2. Reproducibilidad (AV). Calcula la variación provocada por el inspector.

$$AV = \sqrt{(k_2 * \overline{X_{dif}})^2 - \frac{EV^2}{n * r}}$$

Dónde:

k_2 = constante relacionada con la cantidad de mediciones realizadas

Para 2 mediciones $k_2 = 3.65$

Para 3 mediciones $k_2 = 2.79$

n = número de partes verificadas

r = número de mediciones realizadas

Nota. Si hubiera un valor negativo dentro de la raíz se debe considerar cero.

Resultando

$$AV = \sqrt{(2.79 * 0.00023)^2 - \frac{0.00071^2}{10 * 3}} = \sqrt{(2.79 * 0.00023)^2 - \frac{0.00071^2}{10 * 3}} = 0.00062$$

3. Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R). Representa el valor máximo de variación utilizando los valores de EV y AV.

$$R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2} = \sqrt{0.00071^2 + 0.00062^2} = 0.00094$$

4. Variación de la parte (PV).

$$PV = R_p * k_3$$

Donde:

R_p = diferencia máxima entre los valores $\overline{X_{p1}}, \overline{X_{p2}}, \overline{X_{p3}} \dots \overline{X_{p10}}$

k_3 = constante dependiente del número de piezas verificadas

Valores para k_3

Parte	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_3	3.65	2.70	2.30	2.08	1.93	1.82	1.74	1.67	1.62

Tabla 4D. Valores para constante k_3

Resultando,

$$PV = 0.00467 * 1.62 = 0.00756$$

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

5. Variación Total (TV). Es la máxima variación contra la que se comparan las variaciones parciales.

$$TV = \sqrt{PV^2 + R\&R^2} = \sqrt{0.00756^2 + 0.00094^2} = 0.00762$$

6. Porcentajes de variación.

$$\%EV = 100 \left(\frac{EV}{TV} \right) = 100 \left(\frac{0.00071}{0.00762} \right) = 9.32\%$$

$$\%AV = 100 \left(\frac{AV}{TV} \right) = 100 \left(\frac{0.00062}{0.00762} \right) = 8.14\%$$

$$\%GR\&R = 100 \left(\frac{GR\&R}{TV} \right) = 100 \left(\frac{0.00094}{0.00762} \right) = 12.34\%$$

$$\%PV = 100 \left(\frac{PV}{TV} \right) = 100 \left(\frac{0.00756}{0.00762} \right) = 99.21\%$$

Es importante observar que la suma de los porcentajes de los factores no suma el 100% debido a que la variación total no es la sumatoria de las variaciones individuales.

Se compararon los valores contra la variación permitida que es la del rango completo de tolerancia marcada en la cota en estudio.

En esta cota la tolerancia es simétrica de 0.005” por lo que el rango de variación permitida es de 0.01”.

$$\%EV = 100 \left(\frac{EV}{Tol} \right) = 100 \left(\frac{0.00071}{0.01} \right) = 7.12\%$$

$$\%AV = 100 \left(\frac{AV}{Tol} \right) = 100 \left(\frac{0.00062}{0.01} \right) = 6.16\%$$

$$\%GR\&R = 100 \left(\frac{GR\&R}{Tol} \right) = 100 \left(\frac{0.00094}{0.01} \right) = 9.42\%$$

En este último porcentaje es donde detecto si el desempeño del sistema de medición con el que se cuenta es positivo o negativo.

En los resultados del estudio al sistema de medición las técnicas de verificación precisas se encuentran identificadas por valores bajos de variación. El valor límite para determinar si el método es preciso es de 10% de la tolerancia marcada para la cota en estudio. En esencia toda variación reportada en el estudio de verificación se convierte en una variación real durante el proceso de producción.

El siguiente rango es de 10% a 30% que es aceptado a corto plazo y condicionado a presentar una propuesta de mejora de proceso o herramienta. Este resultado a pesar de ser aceptable, me evidencia fallas y variaciones en el proceso de verificación que pueden conllevar al rechazo del cliente cuando se acumula la variación.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

El rango mayor a 30% de variación es inaceptable debido a que no logra garantizar que el método de verificación sea seguro. La siguiente acción inmediata es corregir el método hasta lograr estar en la zona menor a 10%

En la Sección IV se muestran gráficos que comparan a cada operador contra rango de variación que se presenta en sus mediciones (A, B, C) y para las 10 piezas, además de una gráfica condensando las 3 gráficas anteriores.

Se utiliza un límite superior e inferior de variación que se calcula de la siguiente manera:

$$LSC_R = D_4 * \bar{R} = 2.574 * 0.000233 = 0.0006$$

$$LIC_R = D_3 * \bar{R} = 0 * 0.000233 = 0$$

Dónde:

LSC_R = Límite superior de control de los rangos individuales

LIC_R = Límite inferior de control de los rangos individuales

D_4 = constante relacionada a la cantidad de iteraciones realizadas por operador

D_3 = constante relacionada a la cantidad de iteraciones realizadas por operador

Los valores de D_4 y D_3 se obtienen de la tabla 4E que se muestra a continuación:

TABLA DE CONSTANTES PARA LAS GRAFICAS DE MEDIAS Y RANGOS.

Observaciones en la muestra n	A_2	d_2	D_3	D_4
2	1.880	1.128	0	3.267
3	1.023	1.693	0	2.574
4	0.729	2.059	0	2.282
5	0.577	2.326	0	2.114
6	0.483	2.534	0	2.004
7	0.419	2.704	0.076	1.924
8	0.373	2.847	0.136	1.864

Tabla 4E. Valores de constantes usadas para gráficos de control estadístico

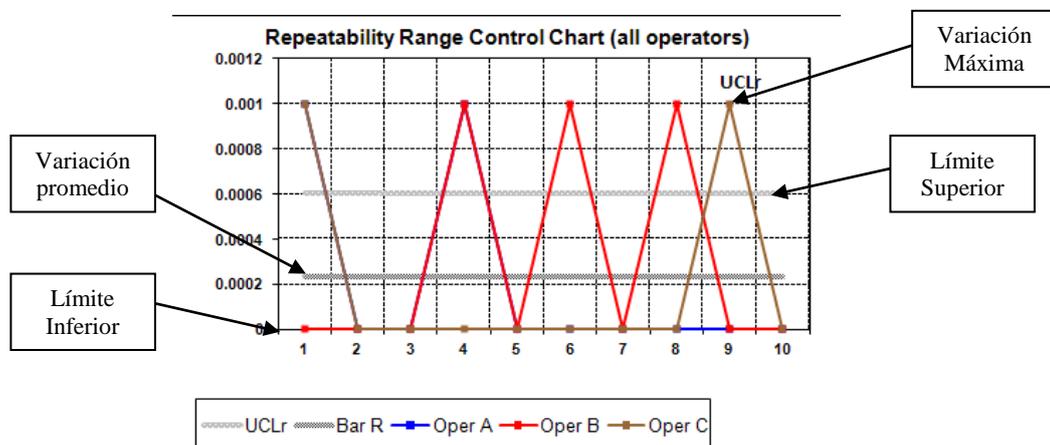


Figura 4.15. Interpretación de las gráficas

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Estudios de Habilidad del proceso

El siguiente reporte de calidad conocido como Habilidad del proceso se aprecia en la figura 4.17, el cual también fue entregado en plantilla por el cliente. Se elabora con los resultados de las 50 piezas muestra que le entregué a control de calidad después de recibirlas del tratamiento térmico. La utilidad de este reporte es realizar el proceso de producción de partes desde las corridas piloto de aprobación con las mínimas variaciones posibles. La precisión del proceso de producción se determina mediante el estudio de habilidad del proceso. Se explicará a continuación la forma en la que opera el reporte:

Sección I. Datos de entrada

Se debe utilizar el reporte para cada cota crítica del plano. En la figura 4.17 del ejemplo, la cota 42, fue medida como la abertura entre dobleces en la parte superior de la pieza. Esta medida tenía una tolerancia de 5 milésimas de pulgada.

En el primer recuadro donde está indicado el valor USL, se debe colocar el límite superior de la cota y en LSL se colocara el límite inferior. A continuación en la parte inferior a ese cuadro hay un arreglo de 3 columnas, la primera de ellas en color amarillo no debe ser modificada, ya que indica el número de la pieza que se dimensionó. La columna marcada como Valor de prueba (Test value), es donde se debe vaciar el valor de cota medida por el inspector en la pieza correspondiente.

Una vez colocados estos datos, en la columna de la derecha automáticamente se genera el rango, que es simplemente la variación entre la pieza actual y su predecesora. Por ejemplo, cuando se captura el valor de la pieza 3 que midió 2.370", el formato calcula la diferencia absoluta contra el valor de la pieza 2 que midió 2.372", resultando un rango de 0.002".

Sección II Cálculos

- a) Mean. Es el promedio de las 50 medidas entre 50 piezas.

$$Mean = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{50}}{n} = \frac{118.645}{50} = 2.3729$$

StDev. Es el valor de la desviación estándar, calculado como se ve a continuación, utilizando la constante d_2 de la tabla 4E para una muestra de $n=2$. Se observa en la figura 4.18.

$$StDev = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_{50}}{n} * d_2 = \frac{0.04}{49} * 1.128 = 0.0007 \approx 0.001$$

- b) $UCLx$. Es el valor del límite superior de control de proceso con respecto al valor del promedio de mediciones. Se utiliza la constante E_2 relacionada al tamaño de la muestra.

$$UCLx = Mean + (E_2 * \bar{R}) = 2.3729 + \left(2.66 * \frac{0.04}{49}\right) = 2.375$$

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

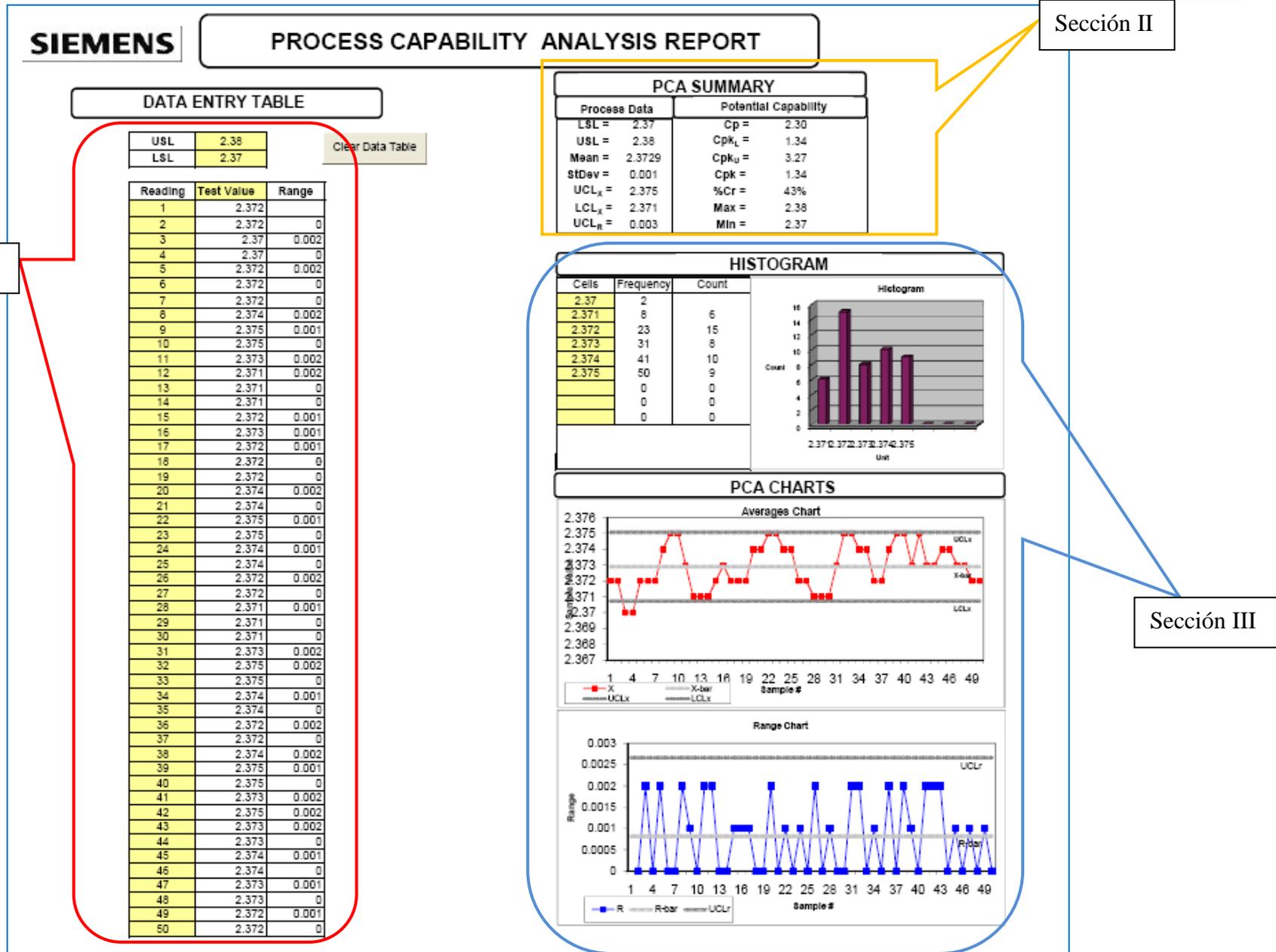


Figura 4.17 Formato de estudio de habilidad de proceso.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

$LCLx$. Es el valor del límite inferior de control de proceso con respecto al valor del promedio de mediciones. Se utiliza también la constante E_2 . Se observa en la figura 4.18.

$$LCLx = Mean - (E_2 * \bar{R}) = 2.3729 - \left(2.66 * \frac{0.04}{49}\right) = 2.371$$

UCL_R . Es el valor del límite superior de control de proceso con respecto al valor del promedio de rangos. Se utiliza la constante D_4 de la Tabla 4E. Se observa en la figura 4.18.

$$UCL_R = (D_4 * \bar{R}) = \left(3.267 * \frac{0.04}{49}\right) = 0.0027$$

- c) UCL_R . Es el valor del límite superior de control de proceso con respecto al valor del promedio de rangos. Se utiliza la constante D_4 de la Tabla 4E. Se observa en la figura 4.18.

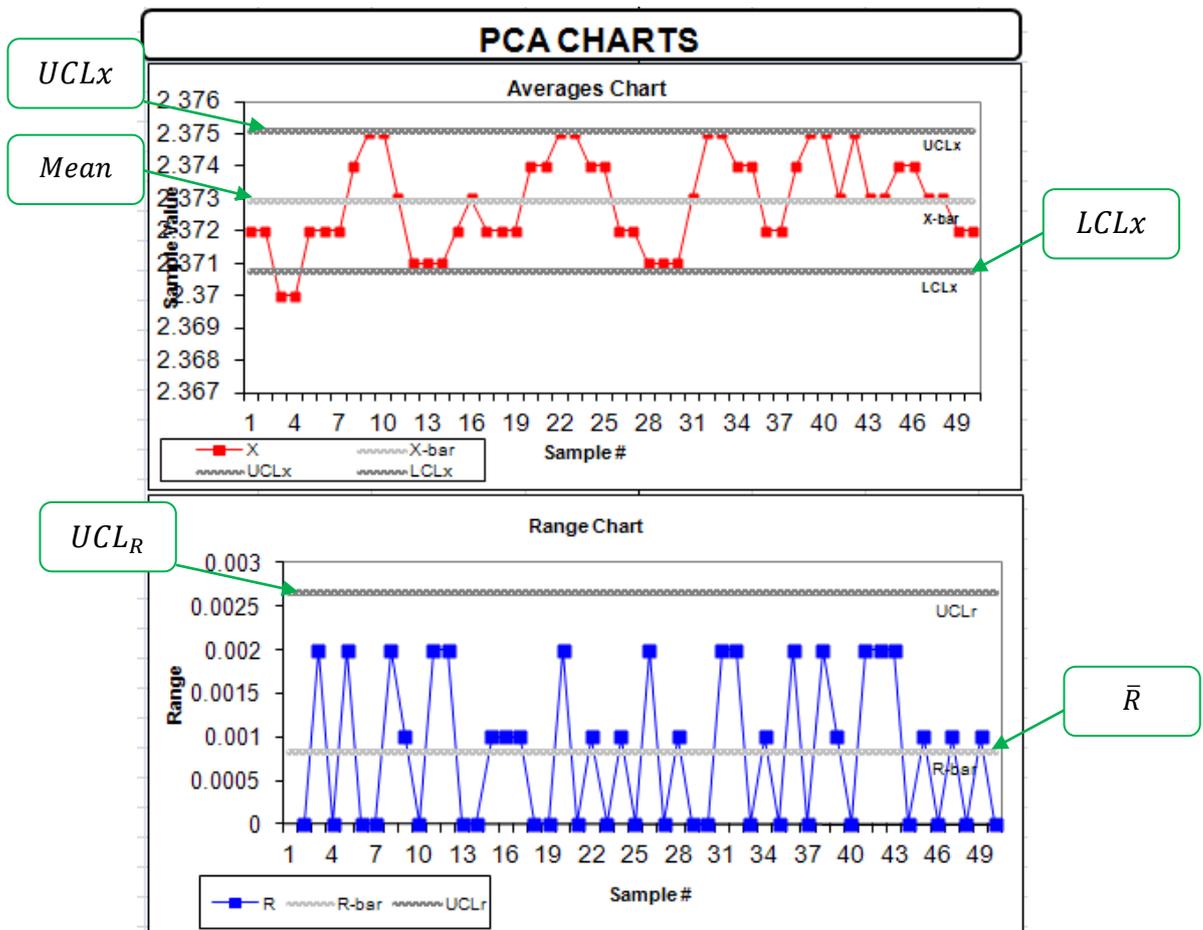


Figura 4.18. Interpretación de las gráficas.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

- d) C_p . Es el índice de habilidad del proceso con respecto a los límites del rango y la desviación estándar.

$$C_p = \frac{(USL - LSL)}{6 * StDev} = \frac{(2.38 - 2.37)}{6 * 0.00072} = 2.303$$

- e) C_{pk_L} . Es el índice de habilidad del proceso comparándolo con el mínimo límite inferior de la tolerancia (LSL).

$$C_{pk_L} = \frac{(Mean - LSL)}{3 * StDev} = \frac{(2.3729 - 2.37)}{3 * 0.00072} = 1.336$$

- f) C_{pk_U} . Es el índice de habilidad del proceso comparándolo con el mínimo límite superior de la tolerancia (USL).

$$C_{pk_U} = \frac{(USL - Mean)}{3 * StDev} = \frac{(2.38 - 2.3729)}{3 * 0.00072} = 3.271$$

- g) C_{pk} . Es el valor mínimo del índice de habilidad del proceso, comparando los valores C_{pk_L} y C_{pk_U} . La variación del proceso será aceptable siempre y cuando $C_{pk} \geq 1.33$. Si el valor de este índice fuera menor a 1.33, deberá corregirse el motivo de la variación del proceso y realizar nuevamente el estudio.

$$C_{pk} = \text{Min}(C_{pk_U}, C_{pk_L}) = 1.336$$

- h) $\%Cr$. Es el índice de variación respecto a los límites superior e inferior de la dimensión en forma de porcentaje.

$$\%Cr = \frac{1}{C_p} * 100\% = \frac{1}{2.303} * 100\% = 43.4$$

Sección III Interpretación de Resultados

El resultado más importante es el índice de habilidad C_{pk} , ya que este índice debe mantenerse siempre superior a 1.33 para garantizar que las corridas de producción no presentan variaciones de partes fuera de especificación, mientras más alto sea el valor del índice mejor será la calidad de las partes.

El índice de C_{pk} disminuye conforme el promedio de mediciones del proceso se alejan de las medidas nominales y conforme las variaciones durante el proceso aumentan.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Todos los estudios de calidad me fueron enviados por el auxiliar del gerente de calidad en cuanto el laboratorio terminó de realizarlos. Una vez en mi poder me encargué de revisarlos para cada cota crítica para verificar que estuvieran elaborados correctamente.

En el caso del producto con código 61008 no todos los estudios fueron satisfactorios, el índice resultó menor a 1.33 debido a que la herramienta presentaba problemas.

4.10 Plan de Control

El Plan de control es el documento que me elaboré junto con el gerente de calidad y su auxiliar, en el que definimos formalmente las operaciones requeridas para elaborar el producto. El inicio es la compra de la materia prima hasta terminar en el proceso de empaque, incluyendo las operaciones secundarias y operaciones externas a DyM. Se describen también:

- Lista de cotas críticas de ensamble y funcionamiento que serán medidas para mantener el control de calidad del producto.
- Lista de los equipos utilizados en cada operación del proceso.
- Lista de los equipos de medición utilizados en la verificación de las cotas críticas.
- Lista de especificaciones internas generadas, estrategias de muestreo, control y métodos de corrección utilizados.

Además de las cotas críticas, colocamos dimensiones que se consideraron importantes durante las pruebas para verificarlas posteriormente en el proceso normal de producción. Esto para garantizar la mayor calidad al cliente.

Se me entrego de igual manera el formato para elaborar el plan de control por parte del cliente. La primera hoja se muestra en la figura 4.20 y el documento completo se presenta en el apéndice para su consulta. A continuación se describirán la información que contenía el documento.

Datos Generales

1. **Número de parte.**
2. **Revisión del plano.**
3. **Nombre de la parte.**
4. **Ubicación del proveedor.**
Se debe colocar la más reciente ubicación del proveedor actual en este caso “Av. Coltongo #158, Col. Coltongo, México DF”
5. **Fecha.**
Se debe colocar la fecha en que se elabora el plan de control, en este caso “12 Enero 2011”.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

6. Revisión del plan de control.

Debido a que el plan de control puede ser actualizado si el proceso es modificado, se debe colocar el nivel de revisión por parte del proveedor.

7. Encargado del plan de control.

Se debe colocar el nombre del responsable o responsables de elaborar el plan de control que en este caso es “Eric Sanchez (Gerente de Calidad), Allan Alvarez (Ingeniero de Producto) y Noemi Lozano (Asistente de Calidad)”.

Datos de Proceso

8. Número de Operación.

Se debe colocar un número o secuencia para rastrear fácilmente el proceso que es de interés. Por ejemplo, en la primera fila el número de la operación es I-1, que significa que el producto está en “Inspección Inicial de muestras”.

9. Nombre de la operación.

Cada número de operación o proceso debe tener un nombre, en la figura 4.20 se aprecian los ejemplos.

10. Equipo utilizado.

Se debe colocar el nombre del equipo utilizado para realizar el proceso. Lo más común es colocar el número de la herramienta.

11. Número de la cota crítica.

Se debe colocar el número de la dimensión según el plano que entregué a control de calidad.

12. Característica de la cota.

Se coloca el valor de la cota. Está representada en pulgadas y en milímetros.

13. Nombre del proceso.

Se debe colocar el nombre del proceso de producción que se realizó para controlar esa medida. En este caso no hay nada escrito debido a que el proceso general es el troquelado.

14. Simbología de la cota.

Se debe colocar el símbolo que identificaba a qué tipo de cota de control pertenece, si es de ensamble, funcionamiento o proceso.

15. Tolerancia de la cota.

Se coloca la tolerancia de la cota representada en pulgadas y en milímetros.

16. Equipo de verificación.

Se debe colocar el nombre del equipo de medición que se utilizó para verificar cada paso del plan de control. Por ejemplo, para la medición del espesor marcado en la fila 2 de la figura 4.20, se utilizó un micrómetro.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

17. Tamaño de la muestra.

Se debe especificar la cantidad de piezas que se verificaran continuamente durante un proceso normal de producción para garantizar el mínimo de defectos.

18. Frecuencia del muestreo.

Se debe especificar el intervalo de tiempo en que se repetirá la verificación de las dimensiones.

19. Método de control.

En este punto se coloca una referencia a un documento interno llamada QIP (Quality inspection process). En este documento mostrado en la figura 4.19, lo utiliza el laboratorio de metrología como procedimiento para el proceso de medición del producto. Con este documento se controla que los inspectores sólo puedan medir el producto de acuerdo al procedimiento y con los instrumentos solicitados. El documento fue codificado por calidad como F-DYM-ME-375.

20. Plan de reacción.

En esta casilla se debe escribir las acciones correctivas que se realizarían en el caso de que la dimensión especificada no fuera cumplida. En este caso, la acción correctiva básica es notificar a los responsables de producción y calidad, después se separa el material a partir de la última inspección positiva de calidad para su selección. El material no conforme se desecha.

DISEÑO Y METALMECANICA, S.A. DE C.V.				NUMERO DE PARTE:	00-0602044-001
DEPARTAMENTO ASEGURAMIENTO DE CALIDAD				NOMBRE DE LA PARTE:	HANDLE ARM
HOJA DE INSTRUCCIÓN DE INSPECCION DE PROCESO				NIVEL REV. CLIENTE / DYM:	E / 0
				CLIENTE:	SIEMENS ENERGY & AUTOMATION
				CODIGO DE MATERIA PRIMA:	15064
				DESCRIPCIÓN MAT. PRIMA:	LAMINA CRS 1010
ITEM	CARACTERÍSTICA (tol)	METODO CHEQUEO	HORA	DIBUJO O GRUPO	
14	R 0.091 - 0.095 (Operar)	Comparador Optico 1Pza/Hr			
19	R 0.078 - 0.080 (Operar)	Comparador Optico 1Pza/Hr			
25	Concentricidad de radio (R 0.078) 0.005146. (Operar)	CMM 1Pza/Hr			
40	Concentricidad de radio (R 0.091) 0.005146. (Operar)	CMM 1Pza/Hr			
42	2.370 - 2.380 (Operar)	Calibrador 5 Pzas/Hr			
47	2.365 - 2.385 a la orilla (Operar)	Calibrador 5 Pzas/Hr			
*	Parte libre de golpes, marcas, deformaciones y limpieza de aceite	VISUAL			
FECHA					
LOTE					
INSPECTOR					
OPERADOR					
ITEM	CARACTERÍSTICA (tol)	METODO CHEQUEO	HORA	DIBUJO O GRUPO	
14	R 0.091 - 0.095 (Operar)	Comparador Optico 1Pza/Hr			
19	R 0.078 - 0.080 (Operar)	Comparador Optico 1Pza/Hr			
25	Concentricidad de radio (R 0.078) 0.005146. (Operar)	CMM 1Pza/Hr			
40	Concentricidad de radio (R 0.091) 0.005146. (Operar)	CMM 1Pza/Hr			
42	2.370 - 2.380 (Operar)	Calibrador 5 Pzas/Hr			
47	2.365 - 2.385 a la orilla (Operar)	Calibrador 5 Pzas/Hr			
*	Parte libre de golpes, marcas, deformaciones y limpieza de aceite	VISUAL			
FECHA					
LOTE					
INSPECTOR					
				ACCIONES A TOMAR EN CASO DE PIEZAS FUERA DE CONTROL	
				En caso de encontrar piezas fuera de control detener el proceso y dar Aviso al responsable de Producción y Calidad.	
OBSERVACIONES:					

Figura 4.19 Formato de plan de control de proceso.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

SIEMENS		Control Plan										
Part No: 81008 (DYM: 00-0602044-001)		Rev: E	Supplier Company Name: Diseño y Metalmeccanica S.A de C.V				Date: JANUARY 12, 2011	Revision: 2.0				
Part Name: HANDLE ARM J FRAME			Mfg Plant Location: 158 Coltongo, Coltongo., Mexico, City				Prepared by: E. Sánchez / B. Cruz / N. Lozano					
Operation Number	Operation Name	Equipment Used	Characteristic			Spec. Char. Class	Spec and limits	Test Device	Sample Size	Sample Freq.	Control Method	Reaction Plan
			No.	Product	Process							
9 I-1	FIRST SAMPLES INSPECTION	Die D23071 / D23072 & Automatic Press	-	Full inspection	After inspecting the first samples keep a piece in the press until production lot has finished.	C	According to product drawing	Caliper, Micrometer, Optic Comparator, Height Caliper, CMM, Gage 952U	3 Pcs	At production start	Inspection Report F-DYM-IM-001	Give notice to production responsible, do necessary die adjustments and evaluate new samples.
C-2	PROCESS INSPECTION	-	-	0.090 in (2.286 mm)	-	C	± 0.002 in (± 0.0508 mm)	Micrometer	5 Pcs	Each Hour	Process Report F-DYM-ME-375	Give notice to Production & Quality Responsibles, segregate and identify the non-conforming materials from previous inspection to this one.
C-2	PROCESS INSPECTION	Die D23071 & Automatic Press	4	0.40 in (10.16 mm)	-	C	± 0.01 in (0.254 mm)	Optic Comparator	1 Pc	Each Hour	Process Report F-DYM-ME-375	Give notice to Production & Quality Responsibles, segregate and identify the non-conforming materials from previous inspection to this one.
C-2	PROCESS INSPECTION	Die D23071 & Automatic Press	5	0.51 in (12.95 mm)	-	C	± 0.01 in (0.254 mm)	Optic Comparator	1 Pc	Each Hour	Process Report F-DYM-ME-375	Give notice to Production & Quality Responsibles, segregate and identify the non-conforming materials from previous inspection to this one.

Figura 4.20 Formato de plan de control de proceso.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

4.11 Hoja de Desviaciones

La plantilla de hoja de desviaciones me fue proporcionada por el cliente de igual manera que los demás documentos. El objetivo de este documento es que lo utilice en el caso de que alguna de las dimensiones que indica el plano este fuera de la especificación en el dimensional o en los estudios de calidad.

En el caso del producto con código del cliente 61008, control de calidad encontró 7 dimensiones fuera de especificación, por lo que reporté en la hoja de desviaciones los resultados tal como se muestra en la figura 4.21. Es importante que se especifique la causa de la variación en la dimensión y que se le comunique al cliente en el PPAP.

La hoja de desviaciones mostrada en la figura 4.21 y debía contener los siguientes datos:

1. **Nombre de la parte.**
2. **Número de parte.**
3. **Número del dibujo.**
4. **Revisión del dibujo.**
5. **Fecha de la revisión.**
6. **Persona responsable de elaborar el reporte.**
7. **Cota reportada.**
Se especifica el número de la cota del plano, su valor y tolerancia.

8. **Condición actual observada.**
Se coloca el valor máximo de variación obtenido en las 50 piezas de muestra.

Los datos marcados con letras fueron llenados por el cliente, posterior a la entrega del PPAP y son los siguientes:

- A. **Fecha de caducidad.**
En esta sección de la figura 4.21, se indicó la fecha hasta la que la desviación es válida. Posterior a esta fecha se debe haber corregido el problema o se debe solicitar una nueva desviación al cliente.

- B. **Máximo número de desviaciones.**
En esta sección de la figura 4.21, el cliente indicó cuantas dimensiones pueden ser desviadas sin afectar la utilidad del producto.

- C. **Acción interina.**
En esta zona de la figura 4.21, el cliente eligió que acción decidía que se realizará por el proveedor. Las opciones son usar el producto con las variaciones detectadas, re-trabajar el producto, desechar o reparar la herramienta. El cliente decidió utilizar el producto en la condición presentada.

- D. **Efecto en costo y calidad.**
El cliente debía documentar en esta sección de la figura 4.21 su decisión indicando el costo de la acción tomada y el efecto que esta pueda tener en la calidad del producto.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

E. Acción correctiva.

En esta sección de la figura 4.21, se me notificó que acción realizaría el proveedor, especificando una fecha de entrega de resultados y un responsable de la acción.

F. Firmas de aprobación.

En esta zona de la figura 4.21, se coloca el conjunto de firmas de las personas involucradas con la decisión, dando su aprobación o rechazo ante las acciones tomadas.

SIEMENS						
Specification Deviation Form						
Part Name: Handle Arm 1		Part No.: 61008 2		Expiration Date for this Deviation: A		
Drawing (or specification) No.: 61008 3		Revision: E (mark up) 4		Revision Date: Mar.13, 2008 5		
Order No.: n/a		Initiated by: Allan Alvarez (Lynn) 6		Maximum Units to be deviated: 7 7		
Requirement Stated on Drawing or Spec.:	Actual Observed Results or Condition:	Deviation from Spec to be Allowed:				
Balloon 1 0.18 ± 0.01	0.164 inch	T.E [+ .010 / - .016]				
Balloon 4 0.40 ± 0.01	0.413 inch	T.E [+ .013 / - .010]				
Balloon 5 0.51 ± 0.01	0.494 inch	T.E [+ .010 / - .016]				
Balloon 11 0.656 ± 0.005	0.644 inch	T.E [+ .005 / - .012]				
Balloon 36 0.095 +0.005 / - 0.000	0.094 inch	T.E [+ .005 / - .001]				
Balloon 40 CENTERLINES OF .093 RADII MUST BE CONCENTRIC WITHIN .005	0.008 inch	T.E [+ .008 Max]				
Balloon 47 2.375 ± 0.010	2.360 inch	T.E [+ .010 / - .015]				
Interim Action:						
<input checked="" type="checkbox"/> Use as Is C <input type="checkbox"/> Sort						
<input type="checkbox"/> Rework D <input type="checkbox"/> Repair						
Effect on Cost and Quality						
Corrective Action						
Responsible Person or Function:				Due Date:		
Approval Signatures						
	ROUTE TO	APPROVE	REJECT	SIGNATURE	DATE	
ACCOUNTING	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	F		
IE/ME/PROJECT ENGINEER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
MANUFACTURING	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
PROCUREMENT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
PRODUCT ENGINEER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
QUALITY ASSURANCE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
FINAL DISPOSITION: <input type="checkbox"/> APPROVE <input type="checkbox"/> REJECT						

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

Figura 4.21 Formato de hoja de desviaciones.

La respuesta del cliente en la figura 4.21 marcado con la letra B, colocaron “T.E. (+0.010 / -0.016)”, esto significa excepción debido al herramental (Tooling exception). Lo que implicó la desviación al mínimo reportado por DyM debido a fallas en la herramienta.

Cuando el cliente me solicitó entregar el producto como se reportó en el dimensional no es necesario que se llenen las secciones D, E, F de la figura 4.21.

4.12 Llenado de la Garantía de Presentación

El documento final que me encargó de llenar en el PPAP es la garantía de presentación (submission warranty), la cual describe las razones en que fue presentado el producto para su aprobación. Esta debe ser firmada por el cliente indicando si el producto fue aprobado o rechazado para su producción por el proveedor.

En la figura 4.22 se muestra la garantía de presentación como fue llenada para el producto con código 61008:

A. Nombre del producto.

B. Número de parte.

C. Fecha de presentación.

D. Número de Plano.

E. Revisión más reciente del plano.

F. Fecha de la revisión.

G. Número de orden de compra.

Este dato solo se llena si es que el producto ya ha sido aprobado previo a la presentación, colocando la última orden de compra del cliente de esta parte.

H. Peso individual de la parte.

I. Número de troqueles.

Se coloca la cantidad de piezas que se obtiene en cada ciclo de la prensa, en este caso solo se obtiene una en ambos troqueles y se escribe el número de troquel del cliente.

J. Número de partes presentadas.

Se debe mencionar la cantidad de piezas que serán enviadas al cliente junto con el PPAP terminada para su análisis.

K. Desviaciones adicionales.

Se debe elegir la casilla de “Yes” si es que la pieza tiene variaciones reportadas fuera de las tolerancias. Debe adjuntarse la hoja de desviaciones para su revisión como se explicó en el paso anterior. Si la pieza tiene todas sus dimensiones dentro de especificación se debe tachar la casilla que dice “No”.

L. Información del proveedor.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

SIEMENS			
Submission Warrant Form			
Part Name: Handle Arm A		Part No.: 61008 B	Date: C
Drawing No: B61008 D		Revision: E E	Revision Date: Mar. 13, 2009 F
P.O. No: first samples G	Individual Part Weight: 0.0647 Kg H	No. of Cavities (for molds or dies)/Spindles: D23071,D23072. I	No. of Parts Submitted per Cavity/Spindle: 3 parts 1 piece J
Additional Part Deviations: <input checked="" type="checkbox"/> YES (If "Yes", please include Specification Deviation Form) <input type="checkbox"/> NO K			
Supplier Manufacturing Information		Submission Information	
Supplier Name: Diseño y Metalmecánica S.A. de C.V. L		Siemens O.C./Division: Siemens Energy & Automation -PD&C Division	
Street Address: 158 Calz. Coltongo, Col. Coltongo L		Siemens Mfg. Location (City/State/Country): Monterrey, Nvo. Leon, Mexico M	
City/State/Country/Postal Code: Zip 02630		Siemens Procurement/Purchasing Contact: Emmanuel Sanchez M	
Reason For Submission:			
<input checked="" type="checkbox"/> Initial Submission for New Part/Product N		<input type="checkbox"/> New/revised Item, Material, or Product Component	
<input type="checkbox"/> Correction of Nonconformance		<input checked="" type="checkbox"/> New Supplier	
<input type="checkbox"/> New/revised Drawing or Other Specification		<input type="checkbox"/> New or significantly modified process or routing	
<input type="checkbox"/> Change to Optional Construction, Material, or Component		<input checked="" type="checkbox"/> Change of Manufacturing Location	
<input checked="" type="checkbox"/> Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment, or Additional		<input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change	
Requested Submission Level (Check One):			
<input type="checkbox"/> Level 1 – Submission Warrant, Certificate of Analysis, Siemens Drawing, Specification Deviation Form, Checking Aid Documentation			
<input type="checkbox"/> Level 2 – Submission Warrant, Certificate of Analysis, Siemens Ballooned Drawing, Sample Parts, Dimensional Results Report, Control Plan, Design FMEA, Specification Deviation Form, Checking Aid Documentation			
<input checked="" type="checkbox"/> Level 3 – Submission Warrant, Certificate of Analysis, Siemens Ballooned Drawing, Sample Parts, Dimensional Results Report, Control Plan, Design FMEA, Process Capability Analysis, Measurement System Analysis, Specification Deviation Form, Checking Aid Documentation O			
<input type="checkbox"/> Level 4 – Per Level 3, but without sample parts			
<input type="checkbox"/> Level 5 – Per Level 3, but reviewed at supplier's location			
Documents Attached:			
<input checked="" type="checkbox"/> Complete Dimensional Results Report:	<input checked="" type="checkbox"/> Control Plan: (including all Critical Features) P	<input checked="" type="checkbox"/> Certificate of Analysis: (with supporting data)	
<input checked="" type="checkbox"/> Siemens Ballooned Drawing:	<input checked="" type="checkbox"/> Specification Deviation Form	<input type="checkbox"/> Design FMEA	
<input checked="" type="checkbox"/> Process Capability Analysis Report: (for Process CTQ's only) Q	<input checked="" type="checkbox"/> Measurement System Analysis Report: (for Process CTQ's only) Q	<input type="checkbox"/> Checking Aid Documentation	
Submission Results:			
The Provided Results Meet All Drawing And Specification Requirements <input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO			
The Process Capability Indices (Cpk, Ppk) Meet Minimum Requirements of 1.33? <input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO (If "No" for above – please provide proposed corrective action(s) on the Dimensional Results Form)			
Declaration:			
I affirm that the samples and test data represented by this warrant are representative of our regular production process, are made from the specified materials on regular production tooling, and conform to all Siemens drawings/specifications. I have noted any deviations from this declaration below in the comments section.			
Comments: In comparison with Urbana some dimensions were improved specially ballooned 25 but ballooned 40 and 47 go out of spec due to melonite process deformation, we measured the parts before and after this process to be sure of the cause. R			
Print Name: Seth Servin S	Title: Engineering Manager	Phone No & Email: 52 (55) 5090 7473 sservin@dym.com.mx	
Authorized Supplier Signature:	Date: Jan. 14, 2011		
FOR SIEMENS USE ONLY T			
	Accept	Reject	Signature
Quality Engineering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Product Engineering	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SID(1-24-11) Chuck Stanford
Manufacturing Engineering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jose Morquecho
Final Disposition: <input checked="" type="checkbox"/> Accept <input type="checkbox"/> Reject			
COMMENTS FOR REJECT DISPOSITION			
Comments/instructions: U			

Figura 4.22 Hoja de garantía de presentación de producto 61008.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

M. Información del cliente.

Al igual que el punto anterior se escriben datos como la división a la que se le va a entregar el PPAP, su ubicación y el contacto del departamento de compras de esa división.

N. Motivos de la presentación.

Se debe elegir entre varias opciones la que describe el motivo de la presentación del PPAP, puede ser más de una, por ejemplo:

- a. Presentación inicial para una nueva parte o producto
- b. En caso de una no conformidad corregida
- c. En caso de algún cambio significativo en el plano
- d. En caso de algún cambio de proceso, material o componente del producto
- e. En caso de una transferencia, re-ensamble u otra modificación a la herramienta.
- f. En caso de utilizar un material o componente totalmente nuevo en el producto.
- g. En caso de ser un nuevo proveedor del producto.
- h. En caso de que se realice algún cambio significativo en el proceso para la fabricación del producto por el proveedor actual.
- i. En caso de un cambio de ubicación del proveedor.
- j. En caso de cambiar de que el proveedor cambie de proveedor de componentes o materiales.

O. Nivel de la presentación.

Se debe elegir el nivel de la presentación del PPAP, por lo regular el cliente define la seriedad de la parte y solicita cierto nivel. En este caso el PPAP es nivel 3, listando los documentos que debe adjuntar el proveedor.

P. Documentos adjuntos.

De los documentos listados en el inciso anterior el proveedor debe especificar cuáles son los que adjunta en el PPAP.

Q. Resultados de la presentación.

Se debe marcar la casilla si es que los resultados dimensionales obtenidos de la parte en las pruebas cumplen al 100% con las especificaciones del dibujo. En caso contrario se debe marcar la casilla “No”. También se debe indicar si es el caso que el PPAP contenga cotas de los estudios de habilidad del proceso que no cumplan con el valor mínimo de Cpk.

R. Comentarios del proveedor.

En el caso de que el proceso o el producto tuvieran alguna peculiaridad se debe comunicar al cliente en este espacio. Por lo regular se utiliza para mencionar las posibles razones de falla en el producto.

S. Datos del responsable.

Se debe escribir el nombre del responsable legal de este documento, que en este caso es el Gerente de Ingeniería “Seth Servín”.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

T. Firmas del cliente.

A sí mismo cuando el cliente recibe el PPAP tiene su sección para colocar las firmas que ellos consideren necesarias para aprobar o rechazar el PPAP.

U. Comentarios del cliente.

En la última parte del formato el cliente adiciona comentarios sobre el PPAP o si el producto es rechazado describe la razón por la cual sucedió esto junto con recomendaciones para lograr la aprobación.

Este documento firmado tiene la validez de un contrato entre ambas partes (DyM y el cliente). Ambas partes se comprometieron a entregar y recibir el producto en las condiciones en que fue aprobado.

Una copia del PPAP aprobado del producto con código 61008 se anexa en el apéndice A2, en el que se observa el orden correcto de colocación de los documentos para su presentación. Envíe el PPAP al cliente de manera electrónica y además le envíe muestras físicas para su verificación.

El cliente tomó la decisión de aprobar el producto con código 61008 basándose en todos los datos y reportes que presenté en el PPAP. El cliente me indicó que aprobaría el producto indefinidamente pero que requería una cotización de mejora de su herramienta para mejorar la condición de entrega del producto. La documentación se le entregó al área de diseño para que trabajaran en este proyecto.

La elaboración del PPAP es un procedimiento necesario para poder garantizar como proveedor, la capacidad de producción con base en las especificaciones y estándares de calidad requeridos por los clientes.

El PPAP es la garantía utilizada como acuerdo entre las dos partes, para aceptar que los materiales que se están utilizando para producir, así como los procesos, los equipos de medición, los operadores tengan la calidad solicitada por el cliente. Si llegase a existir de parte del proveedor alguna variación a cualquiera de las partes antes mencionadas, el cliente puede rechazar el producto entregado debido a que el PPAP no se aprobó de esa manera. El otro caso, es que el cliente rechace el material a pesar de este haberse producido de la misma manera en la que fue aprobado, en este caso el proveedor puede respaldarse demostrando al cliente que el material idéntico fue aprobado previamente.

Tal como se mostró a lo largo de este trabajo la aprobación de un producto, por ejemplo el código 61008 requiere del esfuerzo continuo de las personas involucradas directamente con el producto que son: ingeniero de producto, mecánico ajustador, inspectores de calidad, los proveedores de procesos externos y de personas que su labor no se refleja en ninguno de los documentos del PPAP pero que sin ellos no se podrían realizar estas actividades, como son: comprador, vendedor, planeador de producción entre otros. Cuando se aprueba un número de parte se da por entendido que el cliente está conforme con el trabajo de su proveedor.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

CAPITULO 5

Conclusiones

Durante mi estancia laboral he realizado los siguientes logros:

- Ser líder del proyecto Siemens en su fase final. Teniendo la responsabilidad de aprobar sus productos y atender las juntas de seguimiento por parte del personal de Ohio, EUA.
- Coordinar y aprobar 30 productos con su respectivo PPAP incluyendo el código 61008. Siendo esta mi actividad más importante debido a que las aprobaciones dan paso a órdenes de compra por parte del cliente y esto significa ganancias para la compañía. Gracias a la aprobación de estos 30 productos, la compañía ha logrado producir y entregar al cliente alrededor de 215, 000 piezas.
- Elaborar 120 planos de producto del mismo proyecto. Con la finalidad de tener un mejor control de información cumpliendo con los estándares de la ASME Y14.5. Estos planos se utilizan de manera interna para la verificación de las corridas de producción y para informar a nuestros proveedores de acabados de las especificaciones requeridas para los productos.
- Actualizar y generar 200 especificaciones de materia prima. Actualicé todas las especificaciones de materia prima ya elaboradas por otros ingenieros de producto del proyecto Siemens y genere 26 especificaciones de materiales nuevos para evitar errores en las compras de alguno de los materiales requeridos.
- Atender la mejora continua del proyecto, esta tarea nunca termina. El cliente está consciente de que sus herramientas necesitan mantenimiento y por ello es que realiza evaluaciones periódicas y lanza ordenes de compra para solicitar se hagan modificaciones con base en los errores detectados desde su aprobación. Mi labor es recibir a cliente, analizar el problema con él, cotizar una solución y además realizar las muestras y entregar PPAP.

Los conocimientos que he desarrollado en mi empresa han sido muy amplios y abarcan desde los detalles del proceso de troquelado hasta normas automotrices y de gestión de calidad. Actualmente me encuentro en capacitación de diseño de herramientas y mis planes a corto plazo son desarrollarme en el sector automotriz.

Proceso de Aprobación de Partes para Producción (PPAP)

BIBLIOGRAFÍA

Advanced Product Quality Planning and Control Plan (APQP) Manual
AIAG, 2008. Ford, GM, Chrysler

Production Part Approval Process (PPAP) manual
AIAG, 2008. Ford, GM, Chrysler

Fuentes electrónicas

<http://www.calidad.com.mx/articulos/58.htm>

<http://www.todometrologia.ucoz.com/control estadist/rr.swf>

APÉNDICE A1

APÉNDICE A2

9200-0074A01

Specification for Liquid Salt Bath Ferritic Nitrocarburizing (Melonite QP with Pretumble Type Process)

Uses:
TYP stamped parts subject to corrosive environments.
TYP for ferrous parts to improve lubricity, hardness, wear and corrosion resistance.
Replaces Zn plate plus yellow chromate.

Pretreatment:
All parts must be clean and free from surface contamination prior to processing. No zinc, silver, copper nor cadmium plated parts can be processed.

Materials:
Melonite salts or alternates approved by Siemens Product Engineering.
Houghton Rust Veto 4214W or alternates approved by Siemens Product Engineering.

Process:
In addition, the Quality Assurance Provisions of AMS 2753B, Oct-01-1991 Section 4 shall apply (Exception: the following paragraphs are to be omitted: 4.2.1, 4.5 & 4.6).

Melonite or technical equivalent approved by Siemens Product Engineering, including these minimum operations:

1. Clean/degrease
2. Preheat
3. Melonize
4. AB-1 Quench
5. Water Quench/rinse
6. Polish (Note: Aluminum oxide shall not be used. The media shall be sufficient to remove microscopic burrs.)
7. Houghton Rust Veto application
8. Inspection
9. Pack, label, ship
10. Batch report
11. Properties: As specified by Siemens, Energy & Automation, Inc. Engineering.
12. Depth of compound layer shall be as specified in paragraph 3.4.2 of AMS 2753B, Oct-01-1991 revision.
13. Hardness will be measured on the part surface with a Vickers tester & all parts will meet the spec below:

Material	Hardness HV 100g
a. 11L14	HV 350 min
b. 12L14	HV 400 min
c. C1141	HV 350 min
d. 1050 to 1075 Spring steel	HV 400 min
e. 303SS	HV 700 min
f. 1008-1050	HV 400 min
g. gearstock	HV 600 min
h. 41L40	HV 400 min

14. Quality of compound layer shall be per Section 3.4.3.1 of "Quality of Compound Layer" Section 3.4.3 of AMS 2753B, Oct-01-1991 revision.

9200-0074B00

Specification for Liquid Salt Bath Ferritic Nitrocarburizing (Melonite QP with Pretumble Type Process)

Uses:
TYP stamped parts subject to corrosive environments.
TYP for ferrous parts to improve lubricity, hardness, wear and corrosion resistance.
Replaces Zn plate plus yellow chromate.

Pretreatment:
All parts must be clean and free from surface contamination prior to processing. No zinc, silver, copper nor cadmium plated parts can be processed.

Materials:
Melonite salts or alternates approved by Siemens Product Engineering.
Houghton Rust Veto 4214W or alternates approved by Siemens Product Engineering.

Process:
In addition, the Quality Assurance Provisions of AMS 2753B, Oct-01-1991 Section 4 shall apply (Exception: the following paragraphs are to be omitted: 4.2.1, 4.5 & 4.6).

Melonite or technical equivalent approved by Siemens Product Engineering, including these minimum operations:

1. Clean/degrease
2. Preheat
3. Melonize
4. AB-1 Quench
5. Water Quench/rinse
6. Polish (Note: Aluminum oxide shall not be used. The media shall be sufficient to remove microscopic burrs.)
7. Inspection
8. Inspection
9. Pack, label, ship
10. Batch report
11. Properties: As specified by Siemens, Energy & Automation, Inc. Engineering.
12. Depth of compound layer shall be as specified in paragraph 3.4.2 of AMS 2753B, Oct-01-1991 revision.
13. Hardness will be measured on the part surface with a Vickers tester & all parts will meet the spec below:

Material	Hardness HV 100g
a. 11L14	HV 350 min
b. 12L14	HV 400 min
c. C1141	HV 350 min
d. 1050 to 1075 Spring steel	HV 400 min
e. 303SS	HV 700 min
f. 1008-1050	HV 400 min
g. gearstock	HV 600 min
h. 41L40	HV 400 min

14. Quality of compound layer shall be per Section 3.4.3.1 of "Quality of Compound Layer" Section 3.4.3 of AMS 2753B, Oct-01-1991 revision.

9200-0075A01

Specification for Liquid Salt Bath Ferritic Nitrocarburizing (Melonite Q Process)

Uses:
TYP parts subject to corrosive environments, but which should not be polished.
TYP for ferrous parts to improve lubricity, hardness, wear and corrosion resistance.
Replaces Zn plate plus yellow chromate.

Pretreatment:
All parts must be clean and free from surface contamination prior to processing. No zinc, silver, copper nor cadmium plated parts can be processed.

Materials:
Melonite salts or alternates approved by Siemens Product Engineering.
Houghton Rust Veto 4214W or alternates approved by Siemens Product Engineering.

Process:
Quality Assurance Provisions of AMS 2753B, Oct-01-1991 Section 4 shall apply (Exception: the following paragraphs are to be omitted: 4.2.1, 4.5 & 4.6).

Melonite or technical equivalent approved by Siemens Product Engineering, including these minimum operations:

1. Clean/degrease
2. Preheat
3. Melonize
4. AB-1 Quench
5. Water Quench/rinse
6. Houghton Rust Veto application
7. Inspection
8. Pack, label, ship
9. Batch report
10. Properties: As specified by Siemens, Energy & Automation, Inc. Engineering.
11. Depth of compound layer shall be as specified in paragraph 3.4.2 of AMS 2753B, Oct-01-1991 revision.
12. Hardness will be measured on the part surface with a Vickers tester & all parts will meet the spec below:

Material	Hardness HV 100g
a. 11L14	HV 350 min
b. 12L14	HV 400 min
c. C1141	HV 350 min
d. 1050 to 1075 Spring steel	HV 400 min
e. 303SS	HV 700 min
f. 1008-1050	HV 400 min
g. gearstock	HV 600 min
h. 41L40	HV 400 min

13. Quality of compound layer shall be per Section 3.4.3.1 of "Quality of Compound Layer" Section 3.4.3 of AMS 2753B, Oct-01-1991 revision.

REVISIONS			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
OP	ECN #17553: Moved to drawing from codebook database.	12.06.01	BAB/LN
1P	ECN 17930 ADDED 9200-0074B00	22APR2002	LCARNES

CONFIDENTIAL- PROPERTY OF Siemens Energy & Automation, Inc.			
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN INCHES DO NOT SCALE DRAWING		 Siemens Energy & Automation, Inc.	
TOLERANCES: .xx ± .01 .xxx ± .005 ANGULAR ± 1°			
THIRD ANGLE PROJ.		Specs for Melonite Process	
DWN BAB	DATE 12.06.01		
CHK	DATE	DWG NO. 411648	
APVD	DATE	SCALE NONE	ACAD FILE 411648.dwg
		REV. 1P	
		SHEET 1 OF 1	

AEROSPACE MATERIAL SPECIFICATION

An American National Standard

SAE

AMS 2753B

Issued 15 JUL 1978
Revised 1 OCT 1991

Superseding AMS 2753A

LIQUID SALT BATH FERRITIC NITROCARBURIZING Non-Cyanide Bath

1. SCOPE:

1.1 Purpose:

This specification covers the engineering requirements for producing a thin epsilon-iron nitride case on parts by means of a low-temperature, aerated, fused salt bath process and the properties of the case.

1.2 Application:

This procedure has been used typically for increasing the resistance to wear and fatigue on ferrous alloys including carbon steels, low-alloy steels, oil- and air-hardening tool steels, and corrosion-resistant steels, cast irons, and ferrous powder metal products, but usage is not limited to such applications.

- 1.2.1 This process is not recommended for use on parts which have been plated with silver, copper, zinc, or cadmium or on parts having copper alloy inserts.

1.3 Safety - Hazardous Materials:

While the materials, methods, applications, and processes described or referenced in this specification may involve the use of hazardous materials, this specification does not address the hazards which may be involved in such use. It is the sole responsibility of the user to ensure familiarity with the safe and proper use of any hazardous materials and to take necessary precautionary measures to ensure the health and safety of all personnel involved.

SAE Technical Board Rules provide that: "This report is published by SAE to advance the state of technical and engineering sciences. The use of this report is entirely voluntary, and its applicability and suitability for any particular use, including any patent infringement arising therefrom, is the sole responsibility of the user."

SAE reviews each technical report at least every five years at which time it may be reaffirmed, revised, or cancelled. SAE invites your written comments and suggestions.

2. APPLICABLE DOCUMENTS:

The following publications form a part of this specification to the extent specified herein. The latest issue of SAE publications shall apply. The applicable issue of other publications shall be the issue in effect on the date of the purchase order.

2.1 SAE Publications:

Available from SAE, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.

2.1.1 Aerospace Material Specifications:

AMS 2759 Heat Treatment of Steel Parts, General Requirements

2.1.2 Aerospace Recommended Practices:

ARP1820 Chord Method of Evaluating Surface Microstructural Characteristics

2.1.3 SAE Standards:

SAE J423 Methods of Measuring Case Depth

2.2 ASTM Publications:

Available from ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187.

ASTM E 140 Hardness Conversion Tables for Metals (Relationship Between Brinell Hardness, Vickers Hardness, Rockwell Hardness, Rockwell Superficial Hardness, and Knoop Hardness)

ASTM E 384 Microhardness of Materials

2.3 U.S. Government Publications:

Available from Standardization Documents Order Desk, Building 4D, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5094.

2.3.1 Military Standards:

MIL-STD-2073-1 DOD Materiel, Procedures for Development and Application of Packaging Requirements

2.4 ASM Publications:

Available from ASM International, Materials Park, OH 44073

ASM Handbook, Metallography and Microstructure, 9th Edition.

3. TECHNICAL REQUIREMENTS:

3.1 Processing Equipment:

3.1.1 Nitrocarburizing Salts: Shall consist primarily of a mixture of alkali metal cyanates and carbonates.

3.1.2 Salt Bath: The cyanate content of the bath shall be controlled within the range 34 - 38% by weight, determined as cyanate ion.

3.1.3 Parts to be nitrocarburized should be processed in a salt bath retort-type furnace conforming to AMS 2759. Furnace temperature uniformity requirements shall be ± 15 °F (± 8 °C).

3.1.4 Furnace Controls: Shall conform to AMS 2759.

3.1.5 Thermocouples: When load thermocouples are required, they shall be sheath protected to prevent deterioration due to immersion in nitrocarburizing salts.

3.1.6 Aeration: The bath shall be aerated with clean, dry, oil-free compressed or plant air. A desiccant air dryer, a flowmeter for measuring air flow, a gauge for air pressure, and a sparging ring are required equipment. The air flow and pressure shall be in accordance with the salt producer's recommendations.

3.2 Pretreatment:

3.2.1 Hardening: Parts requiring core hardening prior to nitrocarburizing, shall be heat treated in accordance with AMS 2759, or other procedure acceptable to purchaser, to the required core hardness. Tempering for the specified core hardness shall be done at a temperature not lower than 20 °F (11 °C) above the highest nitrocarburizing temperature to be used.

3.2.2 Surface Condition: Prior to nitrocarburizing, parts shall be clean and free of scale, oxide, entrapped sand, mold or core sand material, metal particles, oil, or grease. Parts must be completely dry. Surfaces to be nitrocarburized shall be mechanically or chemically cleaned subsequent to stress relieving and prior to nitrocarburizing.

3.2.3 Stress Relief: Parts in which residual stresses may have been introduced by prior mechanical working or other causes and consequently may crack or change dimensionally during nitrocarburizing shall be stress relieved prior to final part machining. Stress relief shall be performed in accordance with AMS 2759 at a temperature not lower than 20 °F (11 °C) above the nitrocarburizing temperature.

3.3 Procedures:

3.3.1 Preheating: Parts shall be preheated in air to a temperature not higher than 750 °F (399 °C), to ensure drying, to maintain bath temperature, and to avoid thermal shock upon immersion in the nitrocarburizing salt.

3.3.2 Nitrocarburizing: Parts shall be immersed and held at temperature in the aerated cyanate bath as follows:

Material	Time		Approximate Temperature	
	min	max	°F	°C
Carbon and Low-Alloy Steels	1 hour	2 hours	1070	577
Tool and Die Steels	5 minutes	3 hours	1000	538
Corrosion and Heat Resistant Steels (3.3.2.1)	15 minutes	2 hours	1070	577
Ductile, Malleable, and Gray Cast Iron	1 hour	3 hours	1070	577
Ferrous Powder Metal Products	30 minutes	2 hours	1070	577

3.3.2.1 Nitrocarburizing temperature should be at least 20 °F (11 °C) below final tempering temperature or precipitation hardening temperature to maintain base material hardness but shall not be lower than 1000 °F (538 °C).

3.3.3 Quenching: Following nitrocarburizing, parts shall be intermediate quenched in a fused salt bath in a temperature range of 650 to 750 °F (343 to 399 °C). After parts have stabilized at the bath temperature set point, water quench or air cool.

3.4 Properties:

Nitrocarburized parts shall conform to the following requirements, determined on parts or on test specimens as in 4.3.1:

3.4.1 Test for Compound Layer Presence: The required presence of a compound layer on non-austenitic steels and cast irons shall be confirmed by means of a chemical spot test. A drop of copper ammonium chloride (3.4.1.1) or copper sulfate solution (3.4.1.2) applied to a clean nitrocarburized surface of a part shall turn a reddish-brown color after 15 seconds. If copper plates out on the surface after this procedure, the compound layer is not present and the part is subject to rejection.

3.4.1.1 Copper ammonium chloride solution: dissolve 100 grams cupric chloride ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in distilled water to make one liter. Add ammonium hydroxide to form a copper ammonium chloride complex.

3.4.1.2 Copper sulfate solution: dissolve 40 grams copper sulfate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) in 1000 ml distilled water and 5 ml wetting agent, (i.e. glycerin); pH shall be 3.5 - 4.1.

3.4.2 Depth of Compound Layer: Shall be as follows, determined in accordance with the taper or step grind procedures of SAEJ423 or ARP1820, microscopic method at not less than 500X magnification.

Material	Compound Layer Thickness			
	Inch		Millimeter	
	min	max	min	max
Carbon Steel	0.00015	0.0010	0.0038	0.025
Corrosion & Heat Resistant Steels	0.00015	0.0010	0.0038	0.025
Low-Alloy Steel	0.00015	0.0010	0.0038	0.025
Tool and Die Steels	0.0001	0.0005	0.0025	0.012
Cast Iron	0.00015	0.0010	0.0038	0.025
Ferrous Powder Metal Products (minimum density 7.0 gm/cc)	0.00015	0.0010	0.0038	0.025

3.4.3 Quality of Compound Layer:

3.4.3.1 Not less than three fields shall be examined at 500X magnification employing acceptable quantitative metallographic procedures of line intercept or grid analysis (as described in ASM Handbook, 9th Edition, Metallography and Microstructure, pages 123 to 134). The upper half of the total compound-thickness, as in 3.4.2, shall not contain more than 50% residual porosity and oxides in any one field viewed. The compound layer at the substrate interface and the lower quarter of the total compound thickness shall not exhibit residual porosity and oxides exceeding 5% for steel and corrosion-resistant steel components and 15% for cast iron components.

3.4.3.2 For parts treated in liquid ferritic nitrocarburizing baths using sulfur bearing salts, the resultant compound layer shall be free of sulfur. Quantitative surface analysis shall be done to verify the absence of sulfur.

3.4.4 Case Hardness: Shall be as follows, determined by microhardness measurements at a depth of 0.001 inch (0.025 mm) from the treated surface in accordance with ASTM E 384 or by the chord method of ARP1820 on prepared cross sections of the nitrocarburized case using Knoop or other appropriate hardness tester acceptable to the cognizant engineering activity.

Material	Hardness, minimum HK100 or equivalent
Carbon Steels	300
Low-Alloy Steels	460
Tool & Die Steels	600
Cast Iron (Gray, Ductile, or Malleable)	300
Corrosion & Heat Resistant Steel	600
Ferrous Powder Metal Products (minimum density 7.0 g/cc)	300

4. QUALITY ASSURANCE PROVISIONS:

4.1 Responsibility for Inspection:

The processor of treated parts shall supply all samples for processor's tests and shall be responsible for performing all required tests. Purchaser reserves the right to sample and to perform any confirmatory testing deemed necessary to ensure that the parts conform to the requirements of this specification.

4.2 Classification of Tests:

4.2.1 Acceptance Tests: Tests for core hardness (3.2.1), presence of compound layer (3.4.1), depth of compound layer (3.4.2), quality (3.4.3), and case hardness (3.4.4) are acceptance tests and shall be performed on each heat treatment lot.

4.2.2 Periodic Tests: Tests for cyanate content (3.1.2) are periodic tests and shall be performed at a frequency selected by the vendor unless frequency of testing is specified by purchaser.

4.2.3 Preproduction Tests: Tests for all technical requirements are preproduction tests and shall be performed prior to or on the first-article shipment of nitrocarburized parts to a purchaser, when a change in material and/or processing requires reapproval as in 4.4.2, and when purchaser deems confirmatory testing to be required.

4.2.3.1 For direct U.S. Military procurement, substantiating test data and when requested, preproduction test material shall be submitted to the cognizant agency as directed by the procuring activity, contracting officer, or request for procurement.

4.3 Sampling and Testing:

Not less than one sample shall be processed for evaluation for each test requirement:

4.3.1 Evaluation Samples: Test pins or specimens of the same nominal composition as the parts shall be processed with the work when required by purchaser.

4.4 Approval:

4.4.1 Nitrocarburized parts shall be approved by purchaser before parts for production use are supplied, unless such approval be waived by purchaser. Results of tests on production parts shall be essentially equivalent to those on the approved sample parts.

4.4.1.1 Specimens of the same nominal composition and heat treat condition (See 4.3.1) may be used for destructive evaluation in lieu of actual parts if acceptable to the cognizant quality assurance activity.

4.4.2 Vendor shall use manufacturing procedures, processes, and methods of inspection on production parts which are essentially the same as those used on the approved sample parts. If necessary to make any change in established limits of compound layer or in nitrocarburizing procedures, vendor shall submit for reapproval of the process a statement of the proposed changes in processing and, when requested, sample nitrocarburized parts, test pins, or both. Production parts treated by the revised procedure shall not be shipped prior to receipt of reapproval.

4.4.3 The processor shall have a copy of the procedure available for review by purchaser's cognizant quality assurance organization. It shall include a full description of all equipment and procedures used to process parts.

4.5 Reports:

The processor of nitrocarburized parts shall furnish with each shipment a report stating that the parts have been processed and tested in accordance with the requirements of this specification and that they conform to the acceptance test requirements. This report shall include the purchase order number, lot number, AMS 2753B, part number, and quantity.

4.6 Resampling and Retesting:

If any specimen used in the above tests fails to meet the specified requirements, disposition of the parts may be based on the results of testing three additional specimens for each original nonconforming specimen. Failure of any retest specimen to meet the specified requirements shall be cause for rejection of the parts represented. Results of all tests shall be reported.

5. PREPARATION FOR DELIVERY:

5.1 Packaging:

5.1.1 Parts shall be handled and packaged to ensure that the required physical characteristics of the nitrocarburized parts are preserved.

5.1.2 Packages of nitrocarburized parts shall be prepared for shipment in accordance with commercial practice and in compliance with applicable rules and regulations pertaining to the handling, packaging, and transportation of the parts to ensure carrier acceptance and safe delivery.

5.1.3 For direct U.S. Military procurement, packaging shall be in accordance with MIL-STD-2073-1, Commercial Level, unless Level A is specified in the request for procurement.

6. ACKNOWLEDGMENT:

A vendor shall mention this specification number and its revision letter in all quotations and when acknowledging purchase orders.

7. REJECTIONS:

Parts on which the compound layer does not conform to this specification, or to modifications authorized by purchaser, will be subject to rejection.

8. NOTES:

8.1 Marginal Indicia:

The (R) symbol is used to indicate technical changes from the previous issue of this specification.

8.2 Diffusion in carbon steels, determined under microscopic examination, has an acicular appearance, when nital etched, after the sample has been heated at $570\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10$ ($299\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 6$) for not less than 1 hour. The acicular zone represents one-third to one-half of the total nitrogen penetration. Alloy steels, when etched with nital, will reveal a dark zone which represents approximately one-quarter of the total nitrogen diffusion. Acicular structure is not apparent in alloy steels. Etchants for other materials shall be acceptable to purchaser.

8.3 Compound layer or zone thickness up to 0.0004 inch (0.010 mm) can be measured nondestructively by X-ray diffraction techniques.

8.4 Testing of the compound layer for the presence of sulfur can be accomplished with a scanning microprobe analysis or an Auger analysis.

8.5 Dimensions and properties in inch/pound units and the Fahrenheit temperatures are primary; dimensions and properties in SI units and the Celsius temperatures are shown as the approximate equivalents of the primary units and are presented only for information.

8.6 For direct U.S. Military procurement, purchase documents should specify not less than the following:

Title, number, and date of this specification
Part number of parts to be nitrocarburized
Quantity of parts to be nitrocarburized
Level A packaging, if required (See 5.1.3).

8.7 Processes meeting the requirements of this specification have been classified under Federal Supply Classification (FSC) 9999.

This specification is under the jurisdiction of AMS Committee "B".