



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Departamento de Ciencias Económico Administrativas

AGOSTO – DICIEMBRE 2019

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA

***"Reporte Final para acreditar Residencia
Profesional en la carrera de Ingeniería en Gestión
Empresarial"***

Nombre del Estudiante: Isaias Reyes González

**Nombre del Proyecto: "Optimización de los procesos de las piezas con
alto índice de defectos"**

Asesor Interno: I.I. Janette Alejandra Cervantes Villagrán

Asesor Externo: I.Q. Irma Berenice Nieto Pérez



Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, 06 de Diciembre del 2019

AGRADECIMIENTOS

A las primeras personas que debo agradecer por darme la oportunidad de seguir adelante son a mis padres: María de la Cruz e Isaias, que a pesar de las grandes dificultades que hemos afrontado juntos como familia, siempre me han demostrado que podemos vencer cualquier adversidad y más que nada me enseñaron a nunca rendirse por alcanzar nuestros sueños, muchas gracias a ellos por brindarme su apoyo incondicional en todo momento. Y si, uno de esos sueños por supuesto que es el prepararme académicamente para poder tener un mejor futuro, no solo es cuestión de tener el título de ingeniero, va más allá de eso, ya que la universidad también me ha enseñado valores que me ayudarán a ser mejor persona, gracias a todos esos maestros y maestras que han dedicado su tiempo, sabiduría, experiencia y conocimientos para tener la oportunidad de desenvolvemos de mejor manera en el ámbito laboral, la enseñanza de parte de ellos es parte fundamental de nuestro crecimiento personal y profesional, en especial a la maestra Alejandra Cervantes por haber sido mi asesora en ésta última etapa como estudiante, quien me ayudó y me aconsejó para tener el mejor desempeño personal y profesional en mi periodo como becario.

También quiero agradecer al grupo de ingenieros de calidad: Berenice, Mario, Karen quienes fueron nuestros maestros en la empresa Metalistik, pensé que mi estancia en la empresa sería meramente laboral pero no fue así, gracias a ellos, vi a la empresa como una gran escuela y a ellos como unos grandiosos docentes que a cada día nos enseñaban algo nuevo.

Quiero agradecer a Miguel Galaviz que estuvo conmigo desde que inicié mi trayectoria universitaria, gracias a él por haberme ayudado en todo aspecto (emocional, personal, académico, económico, etc.), pero sobre todo en motivarme cada día a seguir adelante. Él fue quien presenció como pude conseguir cada uno de mis logros en la universidad, fue quién me mostró de lo que yo era capaz, hasta éste último paso de convertirme en ingeniero en gestión empresarial.

RESUMEN

Éste proyecto se llevó a cabo en la empresa Metalistik S.A. de C.V. en el área de calidad para ser específico, el proyecto lleva por nombre “Optimización de los procesos con alto índice de defectos”, dicho trabajo de investigación contribuyó a la resolución de los problemas de manufactura que surgían en la empresa Metalistik, optimizando aquellos procesos en los que se presentaban un alto número de defectos, esto mediante metodologías de calidad que ayudan a encontrar la causa raíz y posteriormente poder determinar cuáles serían las acciones correctivas a dichos procesos.

Comúnmente los problemas que se presentan en la línea de producción son provocados por alguna deficiencia del personal y éste caso no fue la excepción, ya que por una mala estrategia de administración se han dejado de lado actividades primordiales para que el personal siga capacitado y motivado en su área de trabajo. El factor humano es clave, un personal desmotivado es peligroso para la organización. Pero no solamente es cuestión de motivación sino también, se tiene que preparar al personal para que se desempeñe de la mejor manera en su trabajo.

Se le dio prioridad a aquellos procesos en los que últimamente han presentado reclamos por parte del cliente. Clerprem es el cliente más potencial de Metalistik, así que fue de suma importancia atacar aquellos problemas que surgieron debido a la deficiencia de un proceso que no fue bien realizado. A pesar de que se realizaron acciones de contención para resolver el problema a corto plazo (inspeccionar las piezas que recién se producían), gracias al trabajo en equipo de los departamentos de calidad, producción e ingeniería se han controlado aquellos procesos en donde se presentaban los defectos con bastante frecuencia. Se modificaron los Análisis de Modo y Efectos de Falla para contemplar los errores que se presentaron en las piezas con alto nivel de defecto (rebaba en las piezas y puntos fuera de especificación).

Como último punto también se tomaron medidas a largo plazo como la modificación de documentos internos para tener una mejor administración en cuanto al plan de control y medición interna de productividad y como consecuencia mejorar en muchos aspectos laborales.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	7
INTRODUCCIÓN	8
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE	9
PROBLEMAS A RESOLVER	15
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVOS	17
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	18
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	44
PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	45
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	87
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	91
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS	93
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	95
CAPÍTULO 9: ANEXOS	97

ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

Imagen 1: Logo de Metalistik	9
Imagen 2: Piezas fabricadas por Metalistik.....	10
Imagen 3: Organigrama de Metalistik.....	13
Imagen 4: Logos de los clientes de Metalistik.....	14
Imagen 5: Piezas a las cuales se mejorará su proceso	15
Imagen 6: Ejemplo de auditoría por capas.....	22
Imagen 7: Ejemplo de auditoria interna.....	25
Imagen 8: Ejemplo de 8 D's	28
Imagen 9: Consideraciones para la creación de un AMEF	31
Imagen 10: Ejemplo de AMEF	34
Imagen 11: Indicador de carátula.....	35
Imagen 12: Ejemplo de Checking Fixture	36
Imagen 13: Prensa mecánica.....	37
Imagen 14: Troquel	38
Imagen 15: Componentes de un troquel	39
Imagen 16: Torno CNC.....	40
Imagen 17: Interfaz de MINITAB	43
Imagen 18: Ensamble final de las piezas a analizar.....	45
Imagen 19: Pieza SPERR	46
Imagen 20: Rollos metálicos o bobinas	47
Imagen 21: Montaje de rollo metálico.....	47
Imagen 22: Componentes de la prensa.....	48
Imagen 23: Estación de trabajo.....	49
Imagen 24: Piezas HALTER	49
Imagen 25: Rollo metálico en alimentador	50
Imagen 26: Primer proceso del HALTER.....	50
Imagen 27: Prensa realizando segundo proceso de HALTER	51
Imagen 28: Inspección del HALTER	51
Imagen 29: Componentes del MAL HINTEN.....	52
Imagen 30: Tubo oblongo del MAL HINTEN.....	53
Imagen 31: Caras laterales del MAL HINTEN.....	53
Imagen 32: Materia Prima para MAL HINTEN.....	54
Imagen 33: Máquina cortadora.....	54
Imagen 34: Máquina cortadora funcionando	55
Imagen 35: Manubrio del MAL HINTEN	55
Imagen 36: Torno CNC.....	56
Imagen 37: Perno largo del MAL HINTEN.....	56
Imagen 38: Perno corto del MAL HINTEN	56
Imagen 39: Taladro de banco.....	57
Imagen 40: Estaciones de soldadura para MAL HINTEN	57

Imagen 41: Colocación de piezas MAL HINTEN.....	58
Imagen 42: Pokayoke de colocación de piezas MAL HINTEN.....	58
Imagen 43: Pieza MAL HINTEN finalizada	59
Imagen 44: SPERR, HALTER, MAL HINTEN.....	59
Imagen 45: Tablero de rechazos - Metalistik	60
Imagen 46: Alerta de calidad - Metalistik.....	61
Imagen 47: SPERR con rebaba.....	64
Imagen 48: Diagrama Ishikawa del defecto del SPERR	65
Imagen 49: Los 5 Porqués del SPERR	65
Imagen 50: Actualización del AMEF para el SPERR	67
Imagen 51: Evaluación de las acciones correctivas del SPERR.....	68
Imagen 52: HALTER con alas fuera de especificación	69
Imagen 53: Diagrama Ishikawa del HALTER	70
Imagen 54: Los 5 porqués para el HALTER.....	71
Imagen 55: Modificación del AMEF para el HALTER	73
Imagen 56: Actividades para la evaluación de las acciones correctivas para el HALTER.....	74
Imagen 57: Defecto de la pieza MAL HINTEN	75
Imagen 58: Diagrama Ishikawa del MAL HINTEN.....	76
Imagen 59: Los 5 porqués del MAL HINTEN.....	77
Imagen 60: Modificación del AMEF para el MAL HINTEN	79
Imagen 61: Actividades para la evaluación de las acciones correctivas para el MAL HINTEN.....	80
Imagen 62: Piezas terminadas del MAL HINTEN	81
Imagen 63: Checking Fixture & Indicador de carátula	81
Imagen 64: Medición de la pieza MAL HINTEN	82
Imagen 65: Interfaz de MINITAB	83
Imagen 66: Ruta a seguir para el estudio cpk	84
Imagen 67: Parámetros para el estudio cpk.....	84
Imagen 68: Resultados de estudio cpk.....	85
Imagen 69: Auditoria por capas	86
Tabla 1. Consecuencias en la detección tardía de defectos.....	21
Tabla 2. Reclamos de clientes	60
Tabla 3. Acciones a ejecutar para el problema del SPERR	66
Tabla 4. Acciones a ejecutar para el problema del HALTER	72
Tabla 5. Acciones correctivas para el MAL HINTEN.....	78
Tabla 6. Mediciones del MAL HINTEN	82



CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO



INTRODUCCIÓN

Hoy en día la calidad es algo que las organizaciones persiguen a toda costa con métodos, avances tecnológicos, teorías, filosofías o estrategias que les brindan una esperanza y una oportunidad para alcanzar estándares de calidad de clase mundial, que es a lo que aspira la mayoría de las empresas; sin importar el tamaño, es posible convertirse en una empresa de calidad al ser una pequeña sociedad bien organizada, con políticas y objetivos definidos, enfoque en el cliente, relaciones mutuamente beneficiosas con los empleados, la sociedad y la empatía con el medio ambiente. Agradar a los clientes requiere la creación continua de productos y servicio de alta calidad, y con ello que estos últimos se conviertan en embajadores de la empresa. Es por eso que es primordial asegurar la mejor calidad que el cliente pida, para que siempre se nos contemple como una empresa proveedora de productos que cumplirán con los requerimientos que sean expedidos por el cliente.

Cabe mencionar que la calidad no solamente recae en el departamento de calidad, es un trabajo de todos, todos deben de contribuir para poder entregar al cliente el producto en las mejores condiciones, calidad es un departamento de soporte, no le corresponde resolver todos los problemas, pero sí detectarlos y aportar las ideas para mejorar el proceso o producto.

La optimización de los procesos conlleva a realizar varias actividades para mejorarlos, en éste proyecto se muestra la implementación de estudios de la capacidad y variabilidad del proceso mediante un software estadístico llamado minitab, también se muestra como llevar a cabo el análisis de un problema y como llegar a la causa raíz mediante la metodología de 8 D's entre otras técnicas que son fundamentales para el buen desempeño del trabajo. Así que en las siguientes líneas se muestra algunas de las herramientas que existen para mejorar la calidad de los productos y que con su buena ejecución podrían ser de gran utilidad para aplicarlas en cualquier otra empresa dependiendo de la manera de trabajar de cada organización.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

Presentación de Metalistik

METALISTIK (logo de la empresa en la imagen 1), empresa constituida en mayo del 2013, con aspiraciones muy ambiciosas y ordenadas desde su fundación, decide una vocación de colaborar en el sector automotriz en procesos de producción en serie, principalmente como TIER-Q 4.0 (a cualquier nivel de la capa de proveeduría con vocación hacia los principios de Industry 4.0).



Imagen 1: Logo de Metalistik

En su inicio creó expectativas en 40 inversionistas que a través del fondo privado MEZQUITE CAPITAL PARTNERS, SAPI de CV han comprometido en el largo plazo recursos con los que opera hoy la empresa.

Debido a una modificación en la denominación comercial de la empresa Metal Precisión S.A. de C.V. se convierte en Metalistik S.A. de C.V. por lo que toda la documentación desarrollada para el Sistema de Gestión de Calidad Automotriz lleva a partir del 1 de octubre de 2013 esta nueva denominación.

Fabrica todo tipo de piezas metal-mecánicas para otras empresas que las utilizan para sub ensambles de interiores de automóviles principalmente, algunas de las piezas que se fabrican en Metalistik son las siguientes (Véase la imagen 2):



Imagen 2: Piezas fabricadas por Metalistik

Fechas importantes

2013: Empresa de nueva creación que produce y entrega componentes estampados y mecanizados de altos volúmenes y tolerancias críticas. *Mezquite Capital Partners invierte en Metalistik.*

2014: Nuevas facilidades, relaciones comerciales en curso con casi el 100% del mercado local. *Componentes automotrices SOP. Certificación ISO 9001: 2008.*

2015: 700% de crecimiento desde 2014. Misión comercial a Italia y China. Nuevos equipos de estampado, mecanizado y metrología. *TS16949 certificado.*

2016: Misión comercial a Alemania. Alianza estratégica con un fabricante italiano de herramientas con más de 50 años de experiencia. Nueva instalación de fabricación de herramientas. Nuevo proceso de lavado ultrasónico.

2017: Misión comercial a Corea del Sur. SOP de componentes metálicos del reposabrazos Tiguan VW para el mercado global. Nuevo equipo de prensa de estampado y soldadura MIG. Certificado CLAUGTO.

2018: Modelo de M&A listo para ejecutar. Metalistik debería terminar el año con instalaciones en dos continentes. 9 clientes automotrices.

Misión

Entregar en tiempo, costo y calidad, productos metálicos y servicios de ingeniería de alto valor agregado utilizando la mejor tecnología y procesos viendo por el futuro de nuestros empleados y comunidad y recompensar a nuestros accionistas para motivar la reinversión en el crecimiento de un Metalistik siempre más innovador y con mayor presencia comercial.

Visión

Convertirnos en la empresa número uno, en la industria de la mecánica de metales, en comprender y ejecutar iniciativas de GLOBALIZACIÓN para nuestros clientes.

Política de Calidad:

- En Metalistik nos comprometemos a producir partes metálicas.
- Trabajando de acuerdo a nuestro Sistema de Gestión de Calidad.
- Satisfaciendo las expectativas requeridas por nuestros clientes.
- Cumpliendo los objetivos de calidad de procesos y productos.
- Logrando la mejora continua.
- Aplicando las 5 “S” para minimizar desperdicios.
- Garantizando la integridad de personas, instalaciones y medio ambiente; y
- Maximizando la rentabilidad y competitividad.

Objetivos de Calidad:

- Cero reclamos de cliente.
- PPM’s Global.
- Cero garantías globales.

- Implementación de las 5 “S” en planta.
- Cumplimiento de entregas al cliente.
- Desarrollo de Mejora continua en los procesos de planta.
- Satisfacción al cliente.

Valores:

- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Respuesta-agilidad
- Alegría
- Gran lugar para trabajar
- Creatividad
- Integridad
- Compromiso

Nuestro espíritu

Siempre cumpla con las expectativas del cliente, encienda su enfoque en el cliente.

Camina tu discurso, para desarrollar autoridad y alcanzar un buen liderazgo.

- Sé confiable, para que todos siempre crean en ti.
- Sea frugal, para contribuir a que la empresa tenga precios competitivos.
- Sea ahorrativo, para aumentar la efectividad todos los días.
- Ir al límite, para que todos podamos lograr una mejora constante.
- Sé profundo, para obtener conocimiento real.
- Sea tenaz, insista en realizar una idea con éxito.
- Sea exhaustivo para poder anticiparse a los requisitos futuros.
- Ejecutar, para crear hechos y no palabras, y
- Sea un equipo, todos alcanzaremos la meta hasta que llegue el último

Organigrama de Metalistik (véase la siguiente imagen 3):

METALISTIK Organigrama Actual

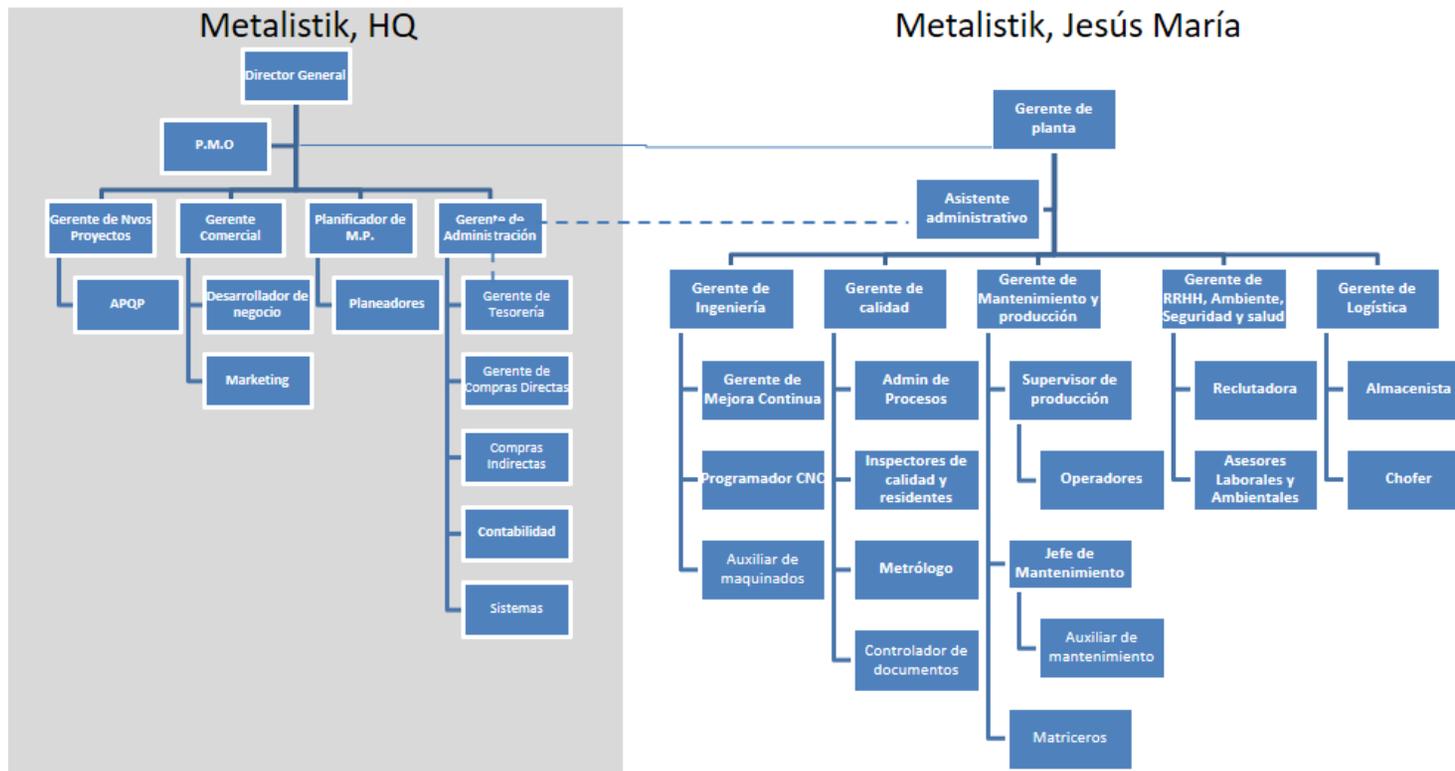


Imagen 3: Organigrama de Metalistik

Las áreas en las que se desarrolla la empresa Metalistik son: Estampado, Celay (nueva área dónde se maquinan piezas), Soldadura (Ensamblado), Maquinados.

Los clientes a los que se les fabrican las piezas son: Celay, Clerprem, Donaldson, Flex, Filtran, Gestamp, Howa, Kinugawa, Maena, SJM, Unipres, BorgWarner (los logos de dichas empresas se pueden ver en la imagen 4).



Imagen 4: Logos de los clientes de Metalistik

El área en donde se desarrolló el proyecto fue en el departamento de calidad donde se llevaron a cabo muchas actividades, pero entre las que se hicieron con más frecuencia fueron las siguientes: planes de inspección, planes de control, auditoria de capas, auditorias de producto, medición de piezas, calibración de equipo de medición, seguimiento de las 8D's, políticas de seguridad e higiene, etc.

Mis actividades como becario no se enfocaron únicamente a las anteriores, al contrario, me dediqué a ver las problemáticas que surgían en el departamento para así poder adaptar el trabajo para que los compañeros colaboraran en conjunto conmigo y lograr un buen trabajo en equipo apoyando en actividades ajenas al departamento de calidad como la inspección de piezas, embalaje de piezas, realización de letreros de seguridad e higiene, entre otras.

PROBLEMAS A RESOLVER

El cliente potencial que tiene Metalistik es CLERPREM, a quien le provee más del 60% de su producción de las piezas que se fabrican día a día, así que es de suma importancia tener bien estandarizados los procesos de los productos que se venden a éste cliente, así que es fundamental cumplir con los requerimientos de éste y que se tenga una confianza mutua para que la relación entre ambas empresas se mantenga estable por mucho tiempo. Pero en lo que va del año se han tenido 12 reclamos de parte de CLERPREM por haber entregado piezas defectuosas, entonces de acuerdo a las políticas y acuerdos con el cliente éste número de reclamos (rechazos) es demasiado preocupante y es necesario verificar cada uno de los procesos que conlleva a la manufactura de los productos que se le venden a CLERPREM. Así que el proyecto estará enfocado en resolver la problemática principal de la empresa Metalistik: el cual es optimizar los procesos que fabrican piezas para CLERPREM y que han presentado constantes defectos en los últimos meses. De manera generalizada los problemas a resolver son los siguientes:

1. Mejorar el proceso de fabricación de la pieza CL3384 (Halter).
2. Mejorar el proceso de fabricación de la pieza CL3385/86 (Sperr).
3. Mejorar el proceso de fabricación de la pieza CL5081 (Mal Hinten).

Para comprender de mejor manera de las piezas de las que se hablan en líneas anteriores, se pueden ver en la siguiente imagen 5:

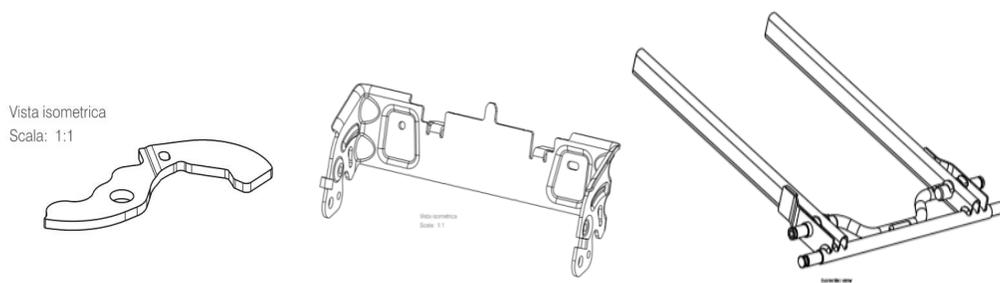


Imagen 5: Piezas a las cuales se mejorará su proceso

JUSTIFICACIÓN

El departamento de calidad es el área principal que debe encargarse en este tipo de problemas donde los requerimientos del cliente no son cumplidos, ya que calidad se cerciora de que los procesos estén realizándose de la mejor manera para que todo producto salga sin defecto alguno. Como ya se mencionó, CLERPREM es el cliente mayoritario de las piezas que se fabrican en Metalistik, el tener problemas recurrentes con dicha empresa podría traer como consecuencia grave, el perder relación con ellos y así se perdería más del 50% de las ventas que genera Metalistik, es por eso la suma importancia de resolver los problemas con las piezas que han sido rechazadas para no volver a caer en el mismo error y por ende mejorar los procesos de manufactura. El fin de toda empresa es generar ganancias, en éste caso, las ganancias son atribuidas al excelente trabajo que se hace para la fabricación de piezas a otras empresas, y si se presentan reclamos con mucha frecuencia de parte de alguno de tus clientes, es una señal de alerta de que algo malo está ocurriendo en tu proceso y es urgente que ataques el problema desde la raíz para que no se siga presentando dicha problemática.

De acuerdo a los registros que se tuvieron desde el mes de Julio, todo indica que los reclamos más frecuentes provienen de las piezas Halter, Sperr y Mal Hinten, las cuales son las que tienen más demanda por parte del cliente. Cabe mencionar que éstas 3 piezas tienen gran relación ya que CLERPREM se encarga de ensamblarlas para crear una pieza final (portavaso intermedio de carrocería) que ellos venden para otras empresas automotrices. Así que, ésta es otra justificación del porque Metalistik tiene que cerciorarse de que las piezas siempre cumplan con las especificaciones del cliente, porque se conoce que las empresas automotrices deben cumplir con los estándares más altos de calidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Evaluar y mejorar los procesos de producción de las piezas en dónde se encuentran más defectos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Encontrar la causa raíz para el ángulo de las alas del número de parte CL3384 (halter) el cual se encuentra fuera de especificación.
- Encontrar la causa raíz para el problema de rebaba en barreno de la pieza CL 3385/86 (sperr).
- Encontrar la causa raíz para el problema de rebaba en barreno de la pieza CL5081 (mal hinten).
- Planificar las acciones correctivas para aplicarlas en los productos anteriormente mencionados.



CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CALIDAD

Según Deming (1989) la calidad es “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado”. Deming indica que el principal objetivo de la empresa debe ser permanecer en el mercado, proteger la inversión, ganar dividendos y asegurar los empleos. Para alcanzar este objetivo el camino a seguir es la calidad. La manera de conseguir una mayor calidad es mejorando el producto y la adecuación del servicio a las especificaciones para reducir la variabilidad en el diseño de los procesos productivos.

Para Juran (1993) la calidad se define como adecuación al uso, esta definición implica una adecuación del diseño del producto o servicio (calidad de diseño) y la medición del grado en que el producto es conforme con dicho diseño (calidad de fabricación o conformidad). La calidad de diseño se refiere a las características que potencialmente debe tener un producto para satisfacer las necesidades de los clientes y la calidad de conformidad apunta a cómo el producto final adopta las especificaciones diseñadas.

La idea principal que aporta Crosby (1987) es que la calidad no cuesta, lo que cuesta son las cosas que no tienen calidad. Crosby define calidad como conformidad con las especificaciones o cumplimiento de los requisitos y entiende que la principal motivación de la empresa es el alcanzar la cifra de cero defectos. Su lema es "Hacerlo bien a la primera vez y conseguir cero defectos". (Marcelino Aranda & Ramírez Herrera, 2014)

AUDITORIA POR CAPAS

Es la verificación en el sitio de trabajo de la correcta ejecución de los estándares operacionales por el sistema de calidad de la organización, auditando, retroalimentando y dando soporte a cada uno de los miembros del equipo. Es un sistema de revisión al proceso que verifica que los métodos, ajustes, herramientas, operadores calificados son

los apropiados y están situados correctamente con el propósito de lograr resultados óptimos.

Los datos de la industria indican que la mayor parte de los problemas de calidad son causados por un pobre control del proceso, ya sea por el no seguimiento de los pasos del proceso o por fallar en el seguimiento de la implementación de acciones correctivas. Esta variación al proceso se suma a la variación natural del mismo.

Como ya mencionamos, motivados por la demanda de Cero Defectos y Reducción de costos, la industria de manufactura principalmente la industria automotriz movió su enfoque del control de calidad del producto al aseguramiento de calidad del proceso.

El nombre de capas se debe a que la comprobación de los requerimientos en piso con los operadores es realizada por:

- Supervisor o área de soporte operacional (frecuencia diaria).
- Dpto. de ingeniería y calidad (frecuencia semanal).
- Jefes de área (frecuencia quincenal).
- Gerente general (frecuencia trimestral).

La realización de las auditorías por capas es por requerimiento con el fin de dar soporte a la norma ISO/TS 16949:2009 ahora conocida como IATF 16949:2016 “Sistemas de Gestión del Sector Automotriz” (8.2.2.2 Auditoría de procesos de manufactura – La organización debe auditar cada proceso de manufactura para determinar su efectividad).

El propósito de las auditorías por capas es asegurar la conformidad continua y en consecuencia mejorar la estabilidad del proceso y la capacidad de hacer las cosas “bien a la primera”.

Tabla 1. Consecuencias en la detección tardía de defectos

DEFECTO ENCONTRADO EN:	COSTOS	CONSECUENCIA
La fuente		<ul style="list-style-type: none"> • Problema menor
Próximo Proceso		<ul style="list-style-type: none"> • Scrap • Problema menor
Fin de la Línea		<ul style="list-style-type: none"> • Reparación • Contención • Retrabajo • Reprogramación de producción
Inspección Final		<ul style="list-style-type: none"> • Retrabajo significativo • Operaciones adicionales • Tiempo extra • Retrasos en la entrega • Inspecciones adicionales
Usuario Final		<ul style="list-style-type: none"> • Contención por 3ra parte • Fletes • Costo administrativo • Costo de garantía • Reputación • Relación comercial • Pérdida del negocio

Beneficios de la implementación de las auditorías por capas.

- Reducción de la variación (causas comunes y especiales).
- Previene errores de proceso y errores de operador.
- Mejora y mantiene la disciplina.
- Da inicio a acciones de mejora continua.
- Reduce los retrabajos.
- Disminuye los desperdicios.
- Mejora la comunicación.
- Implanta y mejora la estandarización.

- Mejora la calidad en general y reduce costos.

(Cuatrecasas, 2010)

Existen diferentes formatos de auditorías por capas para aplicar en las empresas, esto de acuerdo a las necesidades de cada una, a continuación, se ve un ejemplo de auditoría que se aplica en la empresa Metalistik (véase la imagen 6):

Auditor	Área Auditado (Proceso)		
Fecha	Resultado %		
Cliente	Turno	(1ro.)	(2do.)
Máquina	No. De Operación		
Firma del responsable del área auditada	Nombre y No. De Parte		

METALISTIK	Auditoría a Proceso Checklist LPA	Código: RG-CC-37 Rev.: 07 Emisión 04.may.15 Revisión 10.nov.18
------------	--	---

- Marcar **SI**, si el control del proceso, cumple al 100%. **No** de lo contrario e Indicar los hallazgos encontrados. **N/A** si no aplica al área auditada.
- Implementar correcciones inmediatas e indicar en el checklist las acciones realizadas, de no ser posible responsable y fecha compromiso.
- Al finalizar la auditoría calificarla y entregarla este registro a documento al Gerente de Calidad.

#	Descripción	SI, No, N/A	Hallazgos encontrados/NO Conformidades/ Observaciones Anotar No de formato y revisión	Acción correctiva / Responsable y fecha de quien lo realizara.
1	¿Se encuentran los registros de Parámetros del proceso y TPM de arranque correctamente llenos?			
2	¿Los operadores realizan la operación tal y como lo indica la Hoja de Operación Estándar (HOE)?			
3	¿Están los operadores calificados para realizar la operación? ¿Qué nivel (ILU) tiene el operador?			
4	¿Se encuentran la primera pieza liberada por el Inspector de Calidad?			
5	¿Se encuentran las piezas Master y muestras límites del cliente?			
6	¿Se encuentran las piezas Scrap / No Conformes en el contenedor indicado y debidamente identificadas?			
7	¿Se conoce el procedimiento de Producto No Conforme?			
8	¿En el área de cuarentena se tiene todo el material identificado / con su defecto?			
9	¿Se cuenta con los planes de mantenimiento preventivo?			
10	¿El área está cumpliendo con las 5'S?			
11	¿El área cuenta con los elementos de seguridad necesarios (guardas, señalamientos, etc.), el operador cuenta con su equipo de seguridad personal (EPP)?			
12	¿El área de trabajo está bajo condiciones de temperatura controlada?			
13	¿Se encuentran identificados los botes de desperdicios tóxico y peligrosos?			

Imagen 6: Ejemplo de auditoría por capas

AUDITORIA INTERNA

Se le llama auditoría de calidad al proceso de revisión, evaluación y validación por el que deben pasar las organizaciones que deseen acogerse a las directrices de la norma ISO 9001 en temas de calidad. También para aquellas que, habiendo sido certificadas, se propongan renovar dicha certificación.

Principales tipos de auditorías

ISO establece dos tipos de auditorías: internas y externas. La primera es la que realiza la propia empresa como parte del proceso de autoevaluación y preparación para la segunda, que recae en manos de auditores externos.

En principio pueden parecer más sencillas las auditorías internas que las externas. Sin embargo, no es así del todo. Autoevaluarse exige una metodología y unos criterios bien definidos si se quiere garantizar la independencia y la eficacia del proceso. Esta labor puede realizarse de dos maneras:

- Por integrantes de la propia organización, es decir, personas vinculadas laboralmente a las actividades. Esta metodología tiene la ventaja de que dichas personas conocen de cerca los procesos internos, sus singularidades, dinámicas y resultados. El reto está en mantener la distancia.
- Por auditores externos contratados por la empresa a través de servicios de consultoría o similares. En este caso se gana en imparcialidad, pero, a la vez, se pierde la valoración de quienes están involucrados en los procesos.

Para la norma ISO 9001, las auditorías internas de calidad constituyen un importante paso en el proceso de certificación de las empresas, pues se trata del primer indicador para determinar sus avances en dicha materia. Es decir, a través de éstas se identifican problemas y se implementan las mejoras pertinentes.

¿Cómo realizar una auditoría interna?

Por obvio que parezca, vale la pena recordar que las auditorías de calidad tienen como objetivo medir el grado de calidad de un sistema u organización. En otras palabras, su

nivel de alineación, los recursos empleados, los materiales, la comunicación entre sus distintas secciones o departamentos, el tipo de gestión, etc.

Los pasos básicos que debe tener una auditoría interna, más allá del tipo de empresa o compañía, son los siguientes:

Definir el grupo de auditores: tanto si son parte de la compañía o no, es necesario dejar claro quiénes llevarán a cabo las labores de auditoría. Lo ideal es que todos los integrantes de la empresa estén al tanto.

Crear un plan de auditoría: el grupo de auditores y los directivos de las empresas deben elaborar un plan de acción con fechas, horarios y plazos para que la auditoría pueda llevarse a cabo. En esta fase también se suele solicitar la documentación que haga falta.

Fijar el alcance de la auditoría: inmediatamente después, debe quedar claro cuáles serán las áreas auditadas dentro de la organización. Por lo general, cuando se trata de auditorías de calidad, el análisis se extiende a cada una de las secciones que intervienen directa o indirectamente en los procesos. Se trata de una evaluación estructural y no parcial.

Entrevistas de campo: en esta etapa, los auditores pasan del plan fijado al campo de evaluación. Realizan entrevistas, miran de primera mano los procesos y, al finalizar, contrastan sus observaciones con la documentación respectiva. En este momento del proceso es cuando se confirma la calidad de un sistema o, por el contrario, quedan en evidencia sus fallos. Cualquier disfunción o error debe quedar debidamente documentado.

Conclusiones: el proceso de auditoría interna concluye con una reunión en la que auditores y auditados discuten en torno a los resultados. Luego, el grupo evaluador prepara un informe escrito con recomendaciones, observaciones, valores atípicos y una calificación numérica del sistema de calidad de la organización. Este documento será el que la empresa tome como referencia para implementar las mejoras que haga falta, así como para saber si está o no en condiciones de iniciar un proceso de auditoría externa por parte de los especialistas de ISO 9001. (M. Gryna, C.H. Chua, & A. Defeo, 2007)

Los diferentes formatos de auditorías internas se adaptan a las necesidades de la empresa y a su forma de trabajo, a continuación, se ve un ejemplo de aplicación de la auditoría interna (véase la imagen 7):

	INFORME DE AUDITORÍA INTERNA		CÓDIGO: 150.19.15-8
	PROCESO EVALUACIÓN INDEPENDIENTE		VERSIÓN: 04
	PROCEDIMIENTO AUDITORÍAS INTERNAS AL CONTROL INTERNO		FECHA: 02/08/2016
			PÁGINA 1 de 2
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ
Profesional de la Oficina de Control Interno		Equipo de Oficina de Control Interno	Jefe de Oficina de Control Interno

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	Día:	Mes:	Año:
-------------------------------------	------	------	------

Informe No.	
Tipo de Informe (Informe Preliminar o Informe Final)	
Nombre de Auditoría (Relacionar Proceso/Dependencia/Procedimiento)	
Líder de Proceso / Jefe(s) Dependencia(s)/ Responsable:	
Jefe Oficina de Control Interno	
Equipo Auditor	

Reunión de Apertura				Ejecución de la Auditoría				Reunión de Trabajo/ Cierre			
Día	Mes	Año		Desde	Hasta	Día	Mes	Año			
				D / M / A	D / M / A						

1. **Objetivo(s) de la Auditoría:**
2. **Alcance de la Auditoría:** Corte de la auditoría.
3. **Criterios de la Auditoría:** Normatividad interna y externa y procedimientos aplicables al proceso auditado

4. PRINCIPALES SITUACIONES DETECTADAS/ RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

FICHA TECNICA
Herramientas Utilizadas: Aplicativos, Mapas de riesgos, Tableros de indicadores etc.
Universo: Descripción de la totalidad de la Población (Cuantitativa y cualitativa) Toda la nómina de la entidad
Población objeto: Descripción de la especificidad (Nomina de los meses mayo, junio, julio).
Marco estadístico: Determinación de muestra, tipo de muestreo a utilizar sea Estadístico (Formato determinación de muestra) o No Estadístico (Determinar criterios)

- 4.1 **Fortalezas** (aspectos que se están cumpliendo)
- 4.2 **Hallazgos** (Relacionar CONDICIÓN (Situación detectada), CRITERIO (Deber ser), CAUSA (Porque se incumplió el criterio), CONSECUENCIA. (Efectos que se puede generar)
- 4.3 **Verificación de Indicadores** (Relacionada con el objeto de la auditoría).
- 4.4 **Verificación Mapa de Riesgos** (Relacionada con el objetivo de la Auditoría)

Imagen 7: Ejemplo de auditoría interna

8D'S

Las 8D son las ocho disciplinas para la resolución de problemas. Esta es una herramienta utilizada para hacer frente y resolver algunos de los problemas que se dan con más asiduidad en las empresas. Las 8D propone ocho pasos secuenciales que deberemos seguir para resolver con éxito cualquier tipo de problema.

A este método también se le denomina Resolución de problemas 8-D, G8D o Global 8D.

¿Cuáles son los 8 pasos?

Los pasos a seguir ante la aparición de un problema relevante son los siguientes:

D1: Formar un equipo de expertos que cubra todas las funciones. Hay que ser consciente de que un problema debe ser solucionado por gente que sepa del tema, por ello primeramente se debe crear un grupo con las personas que tengan experiencia en la actividad en cuestión, que puedan hacerse cargo de esta responsabilidad y que sean capaces de dar la solución correcta.

D2: Definir el problema. Posteriormente se debe realizar una descripción detallada del problema. Se pueden hacer uso de otras herramientas como los 5 porqués o 4W + 1H (qué, cuándo, quién, dónde y cómo).

D3: Implementar una acción provisional de contención. Si el problema es realmente serio, antes de implantar la solución definitiva (que podría tardar varios días), se propone poner una solución rápida provisional que evite que el problema empeore hasta que esté lista la solución definitiva.

D4: Identificar la causa raíz. Se deben buscar las causas raíz que generaron la incidencia. Para llegar a la causa real se puede hacer uso de varias herramientas específicas de calidad.

D5: Determinar acciones correctivas. Así como anteriormente se implantaron acciones provisionales para evitar que un problema similar surja de nuevo mientras buscábamos la causa raíz, ahora deberemos determinar cuál va a ser la acción correctiva (AC) definitiva que elimine la causa raíz del problema. Esta etapa puede ser larga, y también

influyen los recursos de los que disponga la empresa, en ambos casos no hay que desistir.

D6: Implementar las acciones correctivas permanentes. Una vez definidas las acciones correctivas, habrá que implementarlas y tener un control para verificar han sido eficaces y que no que surge de nuevo el fallo.

D7: Prevenir que vuelva a aparecer un problema similar. Ahora que ya sabemos cómo y dónde se producen el tipo de problemas estudiados, podemos extrapolar este tipo de mecanismos a otros procesos similares, evitando la nueva aparición de fallos similares.

D8: Reconocer los esfuerzos del equipo. Para acabar, se recomienda felicitar o recompensar de alguna forma al equipo de trabajo. Si se manejan bien estos procesos, aplicar esta metodología servirá para aumentar la eficiencia de la empresa y para tener al personal más implicado y contento con su trabajo.

Resultado: Menos incidencias y mayor eficiencia en las actividades

El uso de las 8D permite la mejora de productos, servicios y procesos, y establece una práctica estandarizada a seguir. Básicamente, lo que se busca es centrarse en el origen de cada problema mediante determinación de la causa raíz para así implantar soluciones eficaces.

Esta herramienta es de gran utilidad, pues se crea una estructura de trabajo sistematizada, se trabaja en equipo y se consigue un enfoque común. Como consecuencia se mejoran los sistemas de la organización, se optimiza el rendimiento y se previenen no conformidades y fallos futuros. (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010)

En la siguiente imagen 8, se puede observar un formato de 8 D's que se aplica en la empresa Metalistik:

Tipo de documento		SIGLA: MILU00029-CI.M	REFERENCIA: MGR/SEZ.8	Reporte Nr. / QM's/ PR's	Proveedor Interno/externo	Autor	Fecha	REV	Nombre	Alvaro RamCruz	Maria Mata
Proceso de solución de problemas 8 D's	REVISIÓN 01 del 27/05/19	Página 1 de 1	Reporte Nr. 004	FR Nr. Or RMC Nr. 510668	EXTERNO	JORAM ZARE ZARATE / SERGIO ORTIZ	25/05/2019		Posición	Staff de Calidad	Gerente de Calidad
1. Clarificación del problema		Tiempo de respuesta	24 h	Fecha inicio 19-Sep-19	Actual	Fecha inicio 19-Sep-19	Actual	Fecha inicio 19-Sep-19	Actual	4. Análisis de causa raíz (3x5 por qué's)	
<p>Punto de vista del cliente</p> <p>¿Qué pasó? Piezas fuera de especificaciones SPC 5,6,7,8,11 y 12</p> <p>¿Por qué es un problema? Presenta dificultad para ensamblar</p> <p>¿Cuándo fue detectado por el cliente? 19/09/2019</p> <p>¿Quién lo detectó? Clerprem</p> <p>¿Dónde se detectó? En el área de inspección</p> <p>¿Cómo se detectó? Al momento de realizar la inspección recibio</p> <p>¿Cuántas piezas? 120</p>		<p>Imagen de la condición sospechosa aquí</p>		<p>Alerta de calidad</p>		<p>¿Qué pasó? Por lo tanto</p> <p>¿Qué pasó? Por lo tanto</p> <p>Piezas fuera de especificaciones</p> <p>Ensamblamiento incorrecto de los componentes en el welding fixture</p>					
<p>Punto de vista Clerprem</p> <p>¿Cuál es el problema?</p> <p>¿Cuándo se resolvió?</p>											
2. Contención											
No.	Acción	Responsable?	Efectivo	Nueva pieza detectada	Fecha	Status					
1	Crear alerta de alerta de calidad	Euridice Sánchez	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	20-Sep-19	Cerrado					
2	Revisión al 100% del material existente en almacén	Mario Mata	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	19-Sep-19	Cerrado					
3			<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
4			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
5			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
6			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
7			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO							
Total de defectos encontrados											
Con el cliente: 0											
Internos: 0											
3. Obten la situación actual (métodos estadísticos, ISHIKAWA)											
<p>HOMBRE</p> <p>Mala colocación de las piezas en el robot</p> <p>Falta de</p>		<p>MEDIDAS</p> <p>Diámetro de perno largo no especificado en dibujo</p> <p>Inconsistencias</p>		<p>MÉTODO</p> <p>Ensamblamiento incorrecto de los componentes en el welding fixture</p>		Causas Efecto					
5 & 6. Desarrollar acciones y ejecutar											
#	Problema (Causa raíz)	Acciones									
1.1	Ensamblamiento incorrecto de los componentes en el welding fixture	Cambio en el método									
1.2	Piezas inspeccionadas insuficientes	Cambio en la frecuencia									
1.3											
1.4											
1.5											
1.6											
1.7											
1.8											

Imagen 8: Ejemplo de 8 D's

AMEF

AMEF o Análisis del Modo y Efecto de Fallas, nos permite identificar las causas y efectos de las fallas en los diseños de productos, para así poder evitarlos y hacerlos más competitivos y seguros. Inicialmente se creó por el equipo de la NASA en los 40's para la industria aeroespacial, específicamente en el desarrollo de los cohetes.

Posteriormente se le ha ido dando más aplicaciones en el resto de industrias. Actualmente es considerado una herramienta para la implementación del Lean Manufacturing, donde su aportación principal es el diagnóstico y prevención de errores.

TIPOS DE AMEF

Productos: El AMEF se implementa en el diseño del producto como método preventivo para detectar las fallas y anticiparse a los efectos o consecuencias de estos en el resto de procesos de producción.

Procesos: Este AMEF Se especializa a detectar las fallas en los procesos de producción, de igual manera, se anticipa a las consecuencias o dificultades que los operarios puedan llegar a tener a razón de las fallas detectadas.

Sistemas: Dicho AMEF está enfocado a detectar las fallas de diseño del software. Es un método preventivo para analizar los efectos y causas de estas fallas y así poder darles una solución. De esta manera asegura de la compatibilidad de la composición del sistema con el resto de procesos.

¿CUÁL ES EL MEJOR MOMENTO PARA IMPLEMENTAR EL AMEF?

Se trata de un método preventivo con la capacidad de mejorar el producto, los procesos y los sistemas, por lo tanto, los expertos recomiendan implementarlo al inicio de cada sistema de producción, esto es:

- Al diseñar un nuevo producto o servicio
- Cuando se rediseñar o implementar nuevos procesos de producción
- Durante el establecimiento de los mantenimientos preventivos
- Si se determina que un proceso es complicado de llevar a cabo
- En los procesos administrativos y de documentación
- Al recabar información del producto o servicio

- Cuando el cliente exija una mejora (siendo este más un proceso correctivo que preventivo)

ASPECTOS A CONSIDERAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL AMEF

El primer aspecto a considerar es la recolección de información. Es necesario conocer el producto o servicio, las funciones que tendrá y el público al que va dirigido, una vez que se tengan especificadas todas las funciones y características principales que debe cumplir debemos completar los siguientes pasos:

- Formar un equipo encargado de la implementación del AMEF
- Crear un diagrama de flujo de procesos del producto a evaluar
- Detectar las actividades críticas o con errores del proceso
- Documentar las principales fallas en el proceso
- Evaluar el alcance de dichas fallas y su nivel de “severidad”
- Determinar las causas de las fallas y su frecuencia
- Establecer los métodos de medición o detección de dichos errores
- Asignar un valor de prioridad de riesgo para cada falla
- Calcular el NPR, es decir, el numero prioritario de riesgo para cada efecto
- Tomar las decisiones pertinentes para eliminar los errores
- Implementar dichas acciones, ya sean correctivas o preventivas
- Asignar a responsables para la implementación de dichas acciones
- Determinar fechas para revisiones posteriores
- Documentar los avances o retrocesos
- Calcular nuevamente el NPR

Existen ciertas variables que se deben considerar para realizar exitosamente un AMEF, pero de entre las que destacan y las cuales son fundamentales para su correcta ejecución son las siguientes (véase la imagen 9):



Imagen 9: Consideraciones para la creación de un AMEF

¿CÓMO SE CALCULA EL NPR?

El número de prioridad de riesgo o el también conocido como RPN (Risk priority number) tiene una fórmula a seguir muy sencilla y por medio de los resultados de esta podremos asignar un valor de prioridad de acción.

$$\text{NPR} = \text{Frecuencia} * \text{Gravedad} * \text{Detección}$$

Rangos de valor del NPR

- 0 – Sin riesgo de falla
- 1 – 124 Riesgo de falla menor
- 125 – 499 Riesgo medio de falla
- 500 – 1000 Riesgo alto de falla

Si bien el objetivo es eliminar todas las fallas, el objetivo de obtener su valor de prioridad es atacar las más importantes primero. Una vez implementadas las acciones correctivas y preventivas es necesario volver a realizar un nuevo cálculo del NPR para determinar los avances de estas acciones, así como determinar las posibles nuevas fallas.

BENEFICIOS DEL AMEF

- Sus principales beneficios de la implementación de esta metodología son:
- Detectar los fallos de un producto o servicio
- Analizar los alcances y consecuencias de dichas fallas
- Conocer a detalle el producto, sus características y cualidades principales
- Determinar el nivel de severidad o gravedad de cada falla
- Analizar las causas de dichos errores
- Establecer un sistema confiable de medición para detectar dichas fallas
- Determinar los niveles de; gravedad, frecuencia y detección
- Tener una documentación completa de la evolución del producto o proceso
- Establecer un diagrama de procesos y políticas para evitar las incidencias de los errores
- Aumentar la productividad de los procesos
- Incrementar el valor del producto o servicio
- Determinar la frecuencia y funciones de los mantenimientos preventivos

¿CUÁLES SON LOS EFECTOS O CONSECUENCIAS QUE SE BUSCAN ELIMINAR CON EL AMEF?

Se considera un efecto a todo impacto negativo que se genere en el cliente o en el flujo de procesos y operaciones. Por tanto, cuando representa una pérdida. Para esto es necesario evaluar a detalle el proceso de producción, determinar en qué punto de la operación se están cometiendo las fallas.

Los efectos más comunes son:

- Tener que re trabajar
- Pérdida en materiales
- Desechar el producto en su totalidad
- Exponer al operario a alguna clase de riesgo
- Re procesos
- Pérdida de clientes

El AMEF es un proceso que se debe de llevar a cabo constantemente en los procesos operativos para detectar a tiempo las fallas que puedan llegar a ocurrir y evitar que se conviertan en urgentes o en pérdidas para la empresa.

Por tanto, se considera una actividad dinámica y constante, donde la mayor aportación consiste en realizar revisiones constantes, análisis y valoraciones de los procesos productivos con la finalidad de obtener una mejora continua, un pilar principal del Lean Manufacturing.

Este método es considerado la fuente de detección de fallas más confiable, por su capacidad de recolección de información y el análisis de la misma, donde el efecto de estas fallas es considerado dentro de los valores principales para determinar su prioridad.

La formación para poder desarrollar este método no es compleja, pues está enfocada a la mejora continua y puede complementarse con otras herramientas para mejorar la productividad, como son las 5S, JIT, Kanban o gestión de calidad total (TQM). (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2009)

En la siguiente imagen 10 puede observarse un ejemplo de formato de AMEF que se aplica en la empresa Metalistik.

PROCESS POTENTIAL FMEA

Customer Clerorem		Doc Ref. No. / Ver.: FO-IN-34-PFMEA-CL3385
Supplier Name: Metalistik S.A. de C.V.		Doc. Rev. Date: 17/04/2019
Supplier Plant Name: Metalistik	Author: Jesus Vallin	Doc. Origin Date: 07/10/2016
Part Name: SPERRKLINKE RECHTS/LINKS		E-mail: Jesus.vallin@metalistik.com
Part No: 38123386/ 38123385		Tel. No: 449-413-9837
Drawing/ Issue Level: 5NNR85961/04		

Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity Class	Potential Cause(s) Mechanism(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	Z.P. α	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Result					
												Actions Taken	Severity Occurrence	Detection	R.P.N		
Requirements 10 Raw Material Receipt and incoming inspection	Wrong material/ wrong material specification	stopping supply/ structural failure	8	Mistake on PO	1		RG-IRM-CL3385	6	48								
			8	Wrong identification	1			6	48								
	Material with no protective cover/ dusty or dirty	Stopping supply/ oxide or material deterioration	5	Mistake on PO	2		RG-IRM-CL3385	7	70								
			5	Material mishandling	2			7	70								
	Material thickness out of specifications	Stopping supply/ structural failure	8	Mistake on supplier end	2		RG-IRM-CL3385	6	96								
			8	Wrong identification	2			6	96								
	Material width out of specifications	Stopping supply/ short pieces	8	Mistake on PO	2		RG-IRM-CL3385	6	96								
			7	Mistake on supplier end	2			6	84								
	wrong material loading/ wrong material	Stopping supply/ structural failure	7	Mistake on PO	1	travel card	RG-CP-13-TARJETA VIAJERA CL3385	8	56								
			5	Mistake on production plan	2	production plan		8	80								

Imagen 10: Ejemplo de AMEF

INDICADOR DE CARÁTULA

El Indicador o Comparador de carátula es un instrumento de medición que transforma movimientos lineales de un husillo móvil en movimientos circulares de un puntero. Como su nombre lo indica se utilizan para comparar medidas, que deben encontrarse dentro de cierto intervalo y, que ya sea por desgaste u otras causas pudieron haber variado.

El comparador de carátula (Indicador de carátula) es un instrumento de medición en el cual un pequeño movimiento del husillo se amplifica mediante un tren de engranes que mueven en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo. La aguja indicadora puede dar tantas vueltas como lo permita el mecanismo de medición del aparato (dicho aparato se puede ver en la imagen 11).

Este instrumento no entrega valores de mediciones, sino que entrega variaciones de mediciones (de ahí su nombre) su exactitud está relacionada con el tipo de medidas que se desea comparar, suelen medir rangos de 0,25 mm a 300 mm (0,015 a 12,0) con resoluciones de 0,001 mm a 0,01 mm o de 0,00005 a 0,001. (Ecured, 2011)



Imagen 11: Indicador de carátula

CHECKING FIXTURE

El checking fixture es un tipo de herramientas de inspección. Es una escala para medir partes de formas complicadas. Es un artículo hecho a pedido.

Para ser utilizado como una escala correcta, se requieren tres características importantes y la construcción de su área específica está predeterminada.

1. Forma de escala para ser correcta

El área denominada calibre que representa la forma real de la pieza a verificar se mecaniza con precisión. Además, se confirma con una máquina de medición de alta precisión.

2. La forma de la escala no debe cambiar

La base que soporta el medidor está hecha de una construcción sólida.

3. La posición entre la báscula y el elemento de verificación no debe cambiar

Para arreglar el artículo de verificación, se proporcionan pin o abrazaderas hechas con precisión.

El uso se explica con la imagen 12 que se muestra enseguida:

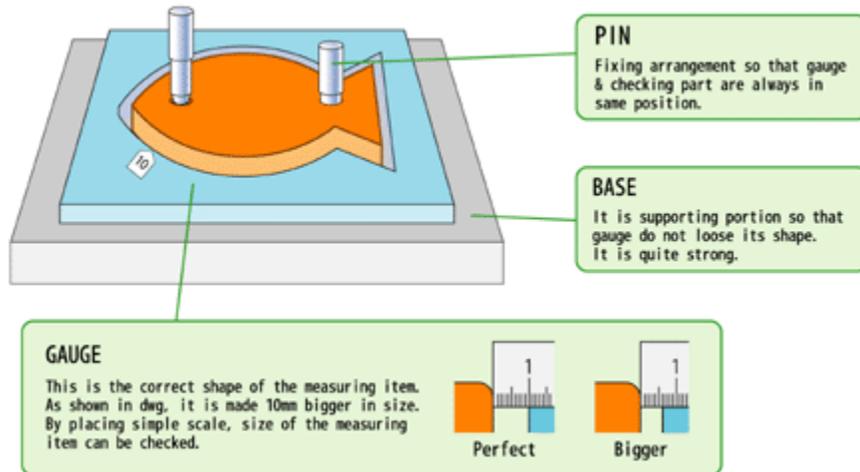


Imagen 12: Ejemplo de Checking Fixture

El juguete para peces se coloca en el medidor y se fija con 2 pasadores para alinear la posición del indicador y el juguete para peces.

A continuación, el juguete para peces se mide con un medidor. Para acomodar incluso un juguete para peces de mayor tamaño, el calibre se está haciendo más grande con una dimensión constante. Para medir, se mide la brecha entre el juguete de peces y el medidor. (Autor, Meaning of checking fixture, 2010)

PRENSA

Es una máquina que funciona por medio de un mecanismo de inercia que hace que la energía se acumule y se envíe al prensado, para modificar el material que se está trabajando, cuando su apellido es mecánico es que presenta una revolución total, es decir una vuelta completa para realizar su trabajo de prensado, por lo que su funcionamiento puede ser comparado a la rotación de un vehículo cuando lograr cumplir con todas las revoluciones exigidas para hacer funcionar la tracción.

Debido a que es una máquina que es de rotación completa (se puede ver un ejemplo en la imagen 13) eso la hace un poco más lenta y no de flujo constante, lo que hace que sea utilizada por lo general para troquelados y modificaciones menores a los materiales a los que se les expone, siendo el troquelado el estampado en relieve de algún logotipo o forma necesaria dentro del proceso de producción, que se realiza a baja presión porque lo que se busca no es perforar sino marcar el material.



Imagen 13: Prensa mecánica

El funcionamiento de una prensa mecánica es muy sencillo, pero complejo al mismo tiempo, debido a que depende de varios componentes internos que son las que hace que logre realizar el trabajo. Pero, en primer lugar, debes saber, que el impulso de la máquina se debe a la energía que obtiene por parte de un motor eléctrico que se la otorga a un volante el cual funciona como un martillo para realizar el trabajo de prensado.

Una vez que toda la energía está acumulada y la posee el volante, entonces este realiza las labores de prensa sobre el material a prensar cayendo sobre el material como un martillo, logrando realizar la modificación correspondiente y prensando el material sin problema. Para seguidamente volver al punto de retorno para volver a cargarse de energía por medio de una correa la cual recibe la tensión necesaria y logra transformar la energía acumulada.

El volante suelta sobre toda la energía sobre un pistón el cual es el responsable de realizar el golpe sobre el material y poder realizar la modificación esperada, haciendo previamente que el pistón reciba la energía del volante por medio de un cigüeñal el cual se encarga de hacer que el mismo suba y baje, para proporcionar el prensado y el punto de retorno al mismo tiempo. Es importante decirte que en la punta del pistón se encuentra siempre una guía que es la encargada de hacer que todo el proceso de pensado y de troquelado se pueda dar sin problema alguno. (García, 2012)

TROQUEL

Herramienta empleada para dar forma a materiales sólidos que se monta en una prensa, que ejerce una fuerza sobre los elementos del troquel provocando que la pieza superior encaje sobre la inferior (puede verse gráficamente un ejemplo en la siguiente imagen 14).



Imagen 14: Troquel

La troqueladora consta de un troquel y una prensa hidráulica que lo aloja. Las partes del troquel se muestran en la y se describen a continuación (también se puede ver en la imagen 15 cada uno de sus componentes):

- Punzón o macho: Ejerce presión sobre la lámina a troquelar, cortándolo gracias al juego existente entre éste y la matriz.
- Base inferior del troquel: Parte tenaz que contiene a la placa sufridera.

- Base superior del troquel: Parte tenaz que aloja al macho y contiene una placa sufridera.
- Pin centrador: permite alinear el centro de la prensa con el centro de fuerza del troquel. Está ubicado en la superficie superior de la base superior del troquel.
- Resortes de espira redonda: Presionan la placa guía contra el fleje a troquelar, evitando que se deforme durante el corte.
- Placa pisadora o guía de punzones: Impide el movimiento de la lámina antes de realizar el troquelado y garantiza su correcta ubicación con respecto a la hembra y el macho.
- Matriz o hembra: Parte templado, ubicada en el inferior de la troqueladora. La superficie de la matriz determina la vida del troquel, debido a que posee una porción recta que se va desgastando con el uso y debe ser rectificada para conservar una buena calidad de los productos.
- La parte inferior de la matriz sirve como estructura y tiene una cavidad cónica que permite la salida de los blancos.
- Placa sufridera: parte templada y revenida que impide las posibles deformaciones producidas por los continuos golpes o impactos que suceden durante la troquelada.
- Guías de Fleje (lámina): Orientan la lámina haciendo que ésta se mantenga alineada según el trabajo requerido.

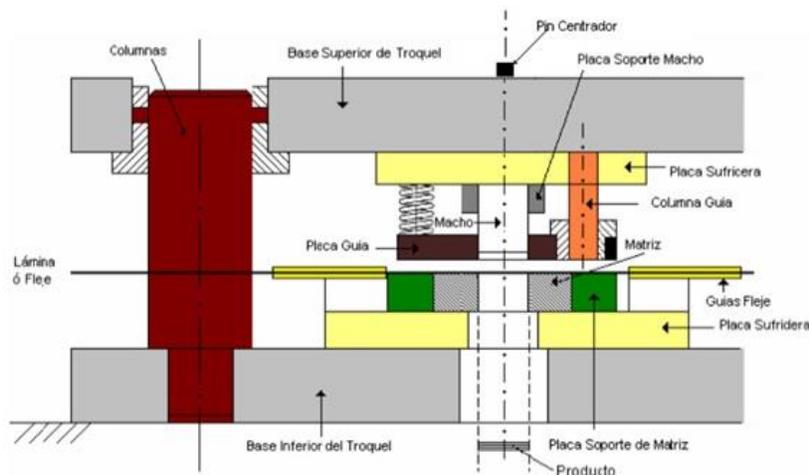


Imagen 15: Componentes de un troquel

Los procesos que pueden realizarse con un troquel son los siguientes:

- Procesos de corte: cizallado, punzonado, embutido.
- Procesos de formado: doblado, estampado.

(Autor, Troqueles, 2010)

TORNO CNC

Máquina de arranque de viruta (en la imagen 16 se aprecia un ejemplo de torno CNC), utilizada para mecanizar piezas de revolución mediante el software de computadora de datos alfanuméricos con el objetivo de producir con seguridad de rigidez, precisión y repetitividad grandes cantidades de piezas. En palabras más simples, es controlar y monitorear los movimientos de una máquina-herramienta que puede ser estática o portátil mediante el uso de una computadora; son muy versátiles ya que realizan funciones de taladrado y giros.

El programa de mecanizado permite desplazarse sobre los ejes x, y, z realizando cortes verticales, horizontales y curvos de forma simultánea e intercalada logrando realizar mecanizados cónicos o esféricos, se pueden modificar parámetros del avance de los carros transversal y longitudinal, las cotas de ejecución de la pieza y la velocidad de giro del cabezal portapiezas.



Imagen 16: Torno CNC

Ventajas:

- Permiten obtener mayor precisión en el mecanizado.
- Permiten mecanizar piezas más complejas.
- Se puede cambiar fácilmente de mecanizar una pieza a otra.
- Se reducen los errores de los operarios.
- Cada vez son más baratos los tornos CNC.
- Se reducen tiempos de mecanizado.

Desventajas

- Necesidad de realizar un programa previo al mecanizado de la primera pieza.
- Coste elevado de herramientas y accesorios lo que implica una elevada inversión.
- Conveniencia de tener una gran ocupación para la máquina debido a su alto coste.

(Bautista, 2018)

CP Y CPK

Cp quiere decir “Capacidad del Proceso” (Process Capability)

La “capacidad” a la que nos referimos es la que tiene el proceso para producir piezas de acuerdo con las especificaciones, es decir, dentro de los límites de tolerancia establecidos.

Para evaluar la capacidad de un proceso es necesario contar con suficientes muestras, por lo que el cálculo del Cp se encuadra dentro de un estudio estadístico.

Un proceso se considera “capaz” si $Cp \geq 1,33$

Ahora bien, la media (μ), no entra en juego en el Cp. Por lo que lo que podríamos tener un Cp muy alto gracias a valores muy centrados (pequeña desviación típica) pero muy desplazados de lo que se requiere según especificación:

Para evitar este problema debemos incluir en el cálculo de la capacidad el valor medio de los resultados del proceso: μ media

Para ello consideramos el indicador Cpk.

Con el Cpk conseguimos evaluar no sólo si la capacidad es acorde con las tolerancias sino si la media “natural” del proceso se encuentra o no centrada.

Cp nos dice que tan CAPAZ es un proceso (Repetibilidad de los datos sin importar que tan lejos este la media de esos datos respecto al punto medio de la tolerancia. El Cpk es la HABILIDAD del proceso, es decir además de ser CAPAZ, la media de los datos debe estar lo suficientemente cerca del punto medio de la tolerancia a fin de que ningún dato se salga de la misma.

El CP es la capacidad potencial del proceso, hasta donde se puede llegar con todos los elementos con los que se cuentan y el CPK es la capacidad real del proceso, lo que se está obteniendo en tiempo real, si está por debajo del valor estándar el proceso tiene oportunidad de mejora. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2009)

MINITAB

Herramienta estadística de fácil manejo, muy enfocada al análisis de datos y mejora de productos y servicios para implementar proyectos de control de calidad y Six Sigma (seis sigmas).

Minitab es un programa de estadísticas que te permite ingresar datos rápidamente y ejecutar una variedad de análisis en ellos. Puedes preparar gráficas y calcular la regresión con rapidez, además el ingreso de datos funciona de manera muy similar a Excel. Minitab puede requerir mucho trabajo en lo que respecta a cálculos estadísticos.

Usos de Minitab

- Gestión de datos y archivo - hoja de cálculo para un mejor análisis de los datos.
- Análisis de regresión
- Potencia y Tamaño de la muestra
- Tablas y Gráficos

- Análisis multivariante - incluye análisis factorial, análisis de conglomerados, análisis de correspondencia, etc
- Nonparametrics - varias pruebas, incluyendo prueba de los signos, se ejecuta la prueba, prueba de Friedman, etc
- PREVISIÓN: herramientas que ayudan a mostrar las tendencias en los datos, así como la predicción de valores futuros de series temporales y. Parcelas de series de tiempo, suavización exponencial, análisis de tendencias.
- Control Estadístico de Procesos
- Análisis del Sistema de Medición
- Análisis de Varianza - para determinar la diferencia entre los puntos de datos.

(artigos, 2013)

En la siguiente imagen 17 se puede ver la interfaz con la que trabaja el software MINITAB.

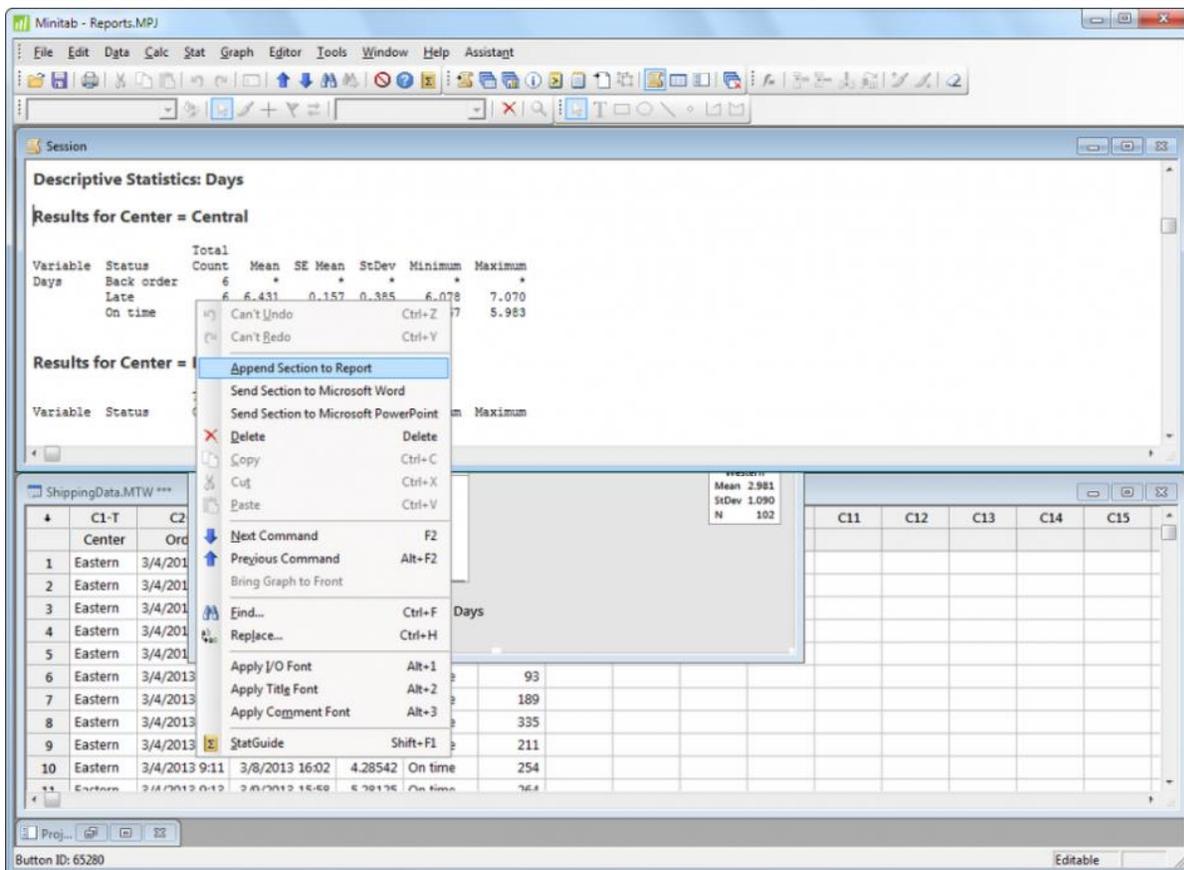


Imagen 17: Interfaz de MINITAB

CAPÍTULO 4: DESARROLLO



PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Ya que se conoce cuál es la organización en donde se realizó éste proyecto, y cuáles son los problemas que se resolvieron, es necesario describir desde un inicio en qué consisten los procesos que se mejoraron, para poner en contexto al lector de lo que se hablará a lo largo de éste documento.

La manufactura de éstas 3 piezas es primordial ya que el cliente CLERPREM las utiliza para crear uno de sus productos principales (CLERPREM se dedica principalmente a la fabricación de interiores para automóviles), el cual es un portavasos que se ensambla en el respaldo de los asientos del auto, la pieza se puede apreciar en la siguiente imagen 18.

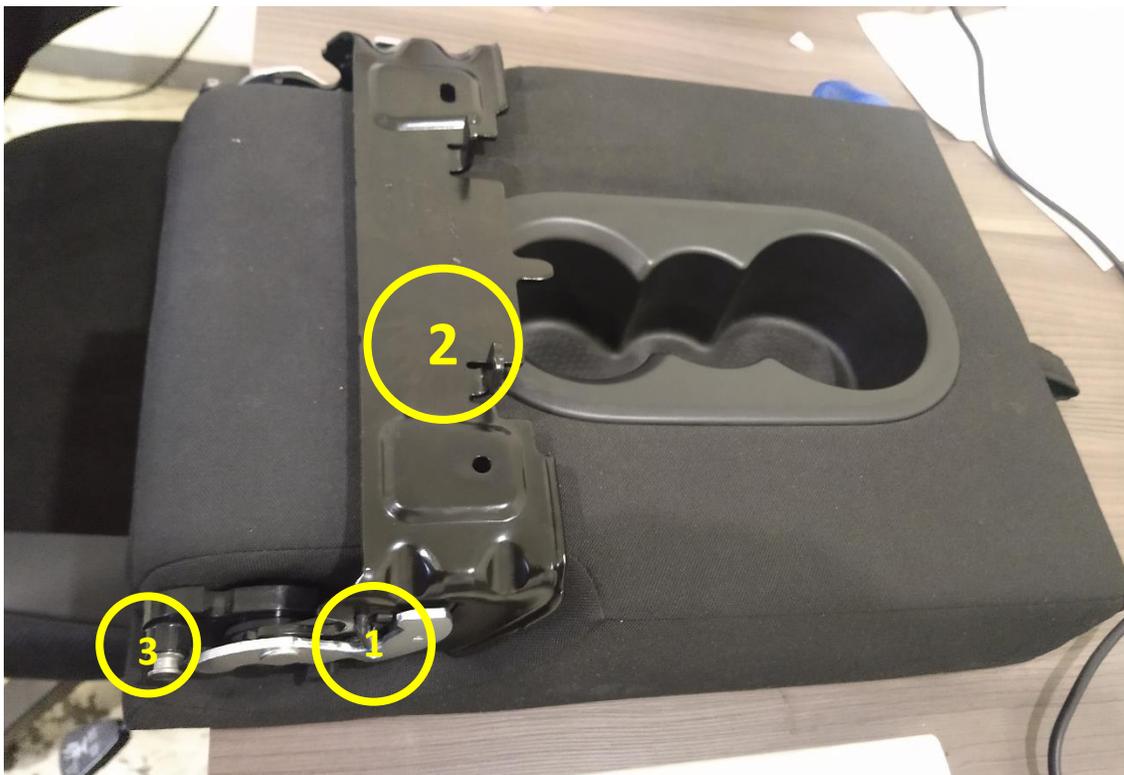


Imagen 18: Ensamble final de las piezas a analizar

En la imagen anterior se referencian las 3 piezas con las que se trabajaron a lo largo de éste proyecto: 1-Sperr; 2-Halter; 3-Mal Hinten. A continuación, se mencionará de manera

muy general en que consiste el proceso de las 3 piezas que se mencionaron desde un inicio, para comprender de mejor manera el proceso que conlleva la manufactura de éstas.

Proceso de la pieza SPERR (3385/86)

La pieza Sperrklinke (Sperr como se le conoce internamente para identificarla más fácil) tiene un proceso bastante sencillo ya que su tamaño es muy reducido. Las máquinas con las que se trabajan en Metalistik cuentan con una capacidad muy alta de prensado, es por eso que la manufactura de piezas pequeñas se torna de manera muy rápida para siempre cumplir con la demanda en tiempo y forma. Sperr tiene un tamaño de 8.5 cm aproximadamente (la pieza puede verse en la imagen 19).



Imagen 19: Pieza SPERR

Antes de poner a trabajar a las máquinas a que hagan su trabajo es de suma importancia cerciorarse de que la materia prima debe estar en condiciones óptimas para poder trabajar sin ningún inconveniente. En éste caso, la materia prima (puede verse en la imagen 20) a recibir son rollos metálicos (bobina como comúnmente se le conoce) que pesan varias toneladas, es aquí donde Calidad debe asegurarse que dicha materia no venga dañada por sarro, por oxidación, por algún golpe recibido en su trayectoria o cualquier otra condición que no sea la adecuada, para poder usar la materia prima y que

no surjan problemas posteriores por no haber detectado a tiempo algún defecto de la materia prima.



Imagen 20: Rollos metálicos o bobinas

Cuando calidad da el visto bueno de que la materia prima viene en buen estado, se procede a montar el rollo a la máquina alimentadora con ayuda de un montacargas (en la imagen 21 puede verse dicho procedimiento), ya que como anteriormente se mencionó, el rollo tiene un peso bastante elevado, es necesario realizar esta acción con mucha precaución ya que por lógica todos saben que la seguridad es primero y la integridad del trabajador es lo que nos asegurará que los siguientes trabajos se hagan de la mejor manera.



Imagen 21: Montaje de rollo metálico

El alimentador se encarga de suministrar el metal necesario para que la prensa haga el corte de la pieza Sperr, esto conduce a la siguiente operación de la fabricación del Sperr.

Antes de que la prensa haga los cortes, es importante introducir los parámetros (de acuerdo a cada troquel cambian éstos datos, ya que cada uno de estos, es fabricado para cada una de las piezas que se procesan en las prensas) en la prensa para que ésta pueda trabajar de forma correcta (en la imagen 22 se ve cada uno de los componentes de la prensa).



Imagen 22: Componentes de la prensa

Después de que la prensa está programada para fabricar la pieza Sperr, es hora de que la prensa comience a trabajar. Por cada golpe de la prensa salen 2 piezas de Sperr (la parte izquierda y la parte derecha), es indispensable que calidad compruebe que por lo menos 3 piezas de cada una de éstas partes, cumplan con los requerimientos del cliente tales como grosor, altura, libre de rebaba, etc. para que pueda seguir la producción, a éste proceso de calidad se le conoce como liberación de la pieza.

Para la fabricación del Sperr basta con una pequeña estación de trabajo, la cual consta del alimentador de materia prima y una prensa (en la imagen 23 se ve dicha estación de

trabajo), a pesar de que es un proceso sencillo se han presentado reclamos del cliente por que el Sperr no ha cumplido con sus requerimientos, pero éstos reclamos se verán más adelante.



Imagen 23: Estación de trabajo

Proceso de la pieza HALTER (CL3384)

Halter es una pieza más grande (véase la imagen 24) en comparación del Sperr, pero a pesar de esto, el proceso es demasiado similar, ya que también el área de trabajo consta de un alimentador para la prensa.



Imagen 24: Piezas HALTER

Después de que la calidad confirme a la producción de que la materia prima está en las condiciones adecuadas, se procede a montar el rollo de metal al alimentador (dicha área de trabajo se ve en la imagen 25) para que la prensa pueda ser alimentada por su materia prima.



Imagen 25: Rollo metálico en alimentador

Posteriormente, la prensa es programada de acuerdo a los parámetros del troquel del halter para poder encender y poner a trabajar a la prensa. La pequeña diferencia con el proceso anterior es que el halter tiene dos procesos, en la primera prensa se le da la forma con el corte y las perforaciones correspondientes. Y se obtiene la pieza siguiente (se le conoce internamente como la mariposa y se aprecia en la imagen 26):



Imagen 26: Primer proceso del HALTER

Luego de que se elaboran los lotes correspondientes del Halter en el primer proceso, en seguida son enviados a la segunda prensa (en la imagen 27 se ve la prensa trabajando) donde tendrán su último proceso del doblado de las alas.



Imagen 27: Prensa realizando segundo proceso de HALTER

Siempre al término de la producción de cualquier pieza, el trabajador tiene asignada la actividad de checar si las piezas (en la imagen 28 se ve la inspección de las piezas) están cumpliendo con las especificaciones del cliente, ya que se pueden presentar errores (como rebaba, falta de algún barreno, dobleces fuera de especificación, etc) incluso cuando el producto ya haya llegado con su cliente, en éste caso CLERPTEM.



Imagen 28: Inspección del HALTER

En todas las piezas que se fabrican en Metalistik es necesario checar que no tengan exceso de rebaba, ya que las piezas al ser cortadas por una potente máquina son muy comunes que presenten éste tipo de defectos, pero más adelante se mencionarán cuáles fueron los defectos de éstas piezas.

Proceso de la pieza MAL HINTEN (CL5081)

Por último, se explica el ensamble de la pieza Mal Hinten porque es la que lleva un proceso mucho más largo en comparación a los dos anteriores. En la imagen se aprecia que el Mal Hinten está fabricado a partir de 5 piezas distintas: 1-son dos piezas de tubo oblongo; 2-dos piezas de caras laterales; 3-un soporte para unión de las piezas; 4-un perno largo; 5-dos pernos cortos (se pueden ver dichos componentes en la imagen 29).



Imagen 29: Componentes del MAL HINTEN

Para seguir con la secuencia de la imagen anterior, los tubos oblongos (véase la imagen 30) tienen un proceso muy fácil, al llegar el tubo completo solamente se corta con la medida de especificación y se le hacen las perforaciones y perfilados necesarios para que después pueda ensamblarse sin ningún problema.



Imagen 30: Tubo oblongo del MAL HINTEN

Las caras laterales (véase la imagen 31), de igual manera su transformación se da mediante la estructura de trabajo de las primeras dos piezas que se explicaron (Sperr y Halter), el alimentador proporcionando la materia prima a la prensa para que de ahí salgan varias piezas por golpe. La alineación de su perforación y el perfilado lateral debe coincidir con el tubo oblongo para que el ensamble final quedé soldado de la mejor manera.

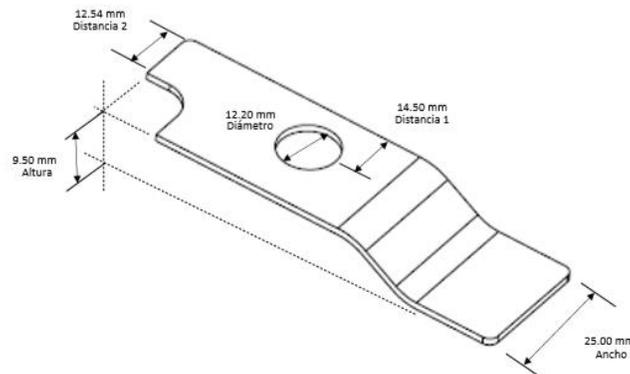


Imagen 31: Caras laterales del MAL HINTEN

Los soportes internos junto con los pernos están hechos con la misma materia prima (son varillas metálicas que se pueden ver en la imagen 32) a diferencia que cada uno de estos lleva un proceso diferente para el resultado final.

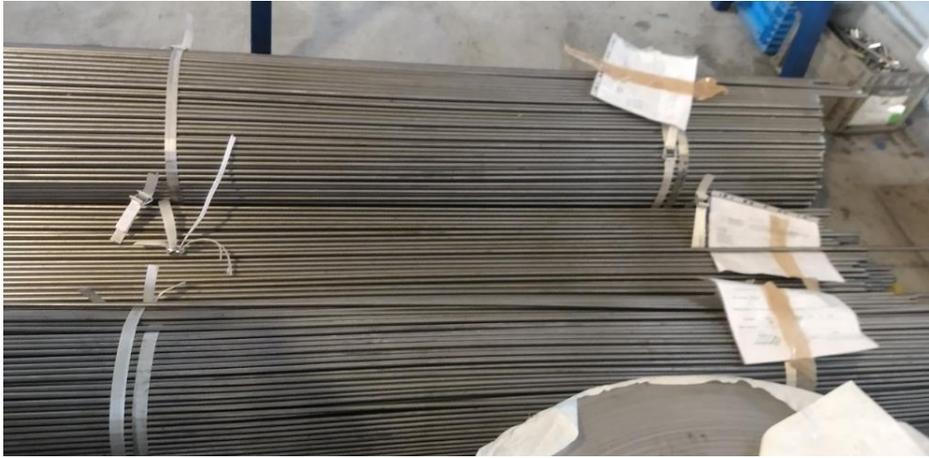


Imagen 32: Materia Prima para MAL HINTEN

Cada tira del metal mide alrededor de 5 metros, ésta tira se va suministrando a la máquina cortadora (se puede ver en la imagen 33) para seccionar las piezas que se usarán para el ensamble del Mal Hinten.



Imagen 33: Máquina cortadora

El soporte interno después de haber sido cortado por la máquina recibe un proceso más, el doblado, así éste soporte ya estará listo para usarse después (puede verse la máquina en funcionamiento en la siguiente imagen 34).

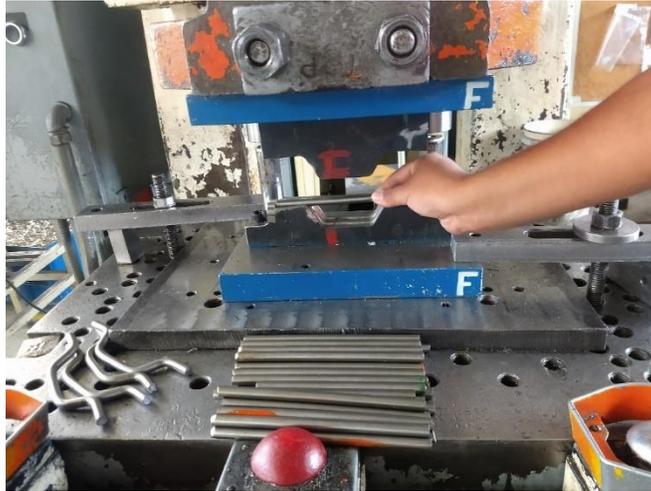


Imagen 34: Máquina cortadora funcionando

Obteniendo piezas como la siguiente (puede verse la pieza final del manubrio después de pasar por la máquina dobladora en la imagen 35).



Imagen 35: Manubrio del MAL HINTEN

El perno largo al haber sido ya seccionado por la máquina cortadora, pasa al siguiente proceso de maquinado donde recibirá su última transformación mediante la máquina CNC (véase la imagen 36 del torno con el que se cuenta en la empresa).



Imagen 36: Torno CNC

Y el resultado final del maquinado del perno largo es el siguiente (véase la imagen 37):



Imagen 37: Perno largo del MAL HINTEN

El perno corto recibe el mismo proceso que el perno largo a diferencia que su maquinado resulta con diferente forma (véase la imagen 38).



Imagen 38: Perno corto del MAL HINTEN

Después de que el perno corto es maquinado se procede a realizarse la cuerda interna mediante un taladro de banco (en la imagen 39 se ve el funcionamiento de dicha herramienta), la pieza se debe colocar correctamente para no tener problemas con la posición de la cuerda.



Imagen 39: Taladro de banco

Cuando los lotes de las piezas han sido manufacturados ya estarán listas para ser usadas en el ensamble del Mal Hinten, para su unión el proceso en el que se someterá solamente consta de dos estaciones de soldadura, la primera de ellas es para hacer la unión de todas las partes, la segunda estación de soldadura se encarga de reforzar los puntos de unión para que la pieza quede bien fortalecida (se ve en la imagen dichas estaciones).

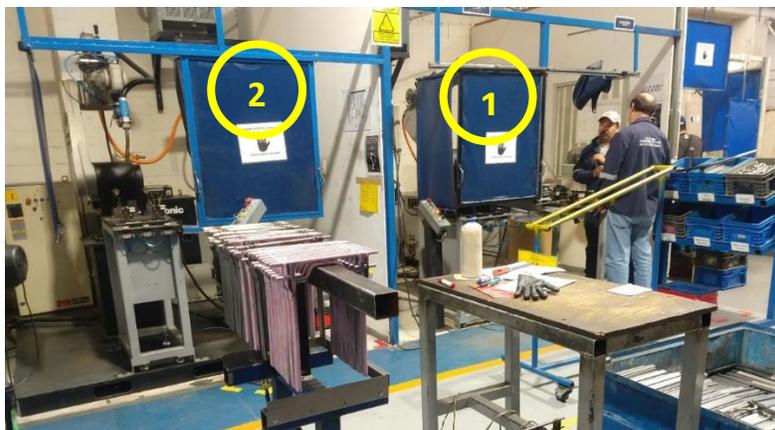


Imagen 40: Estaciones de soldadura para MAL HINTEN

La persona encargada de soldar el Mal Hinten debe asegurarse de que todas las piezas sean colocadas correctamente en la estación de trabajo (en la imagen 41 se ve la colocación de las piezas) para que el robot de soldadura pueda realizar sus puntos en las zonas específicas, ya que, de no ser así, la pieza final saldría con un defecto rápidamente.



Imagen 41: Colocación de piezas MAL HINTEN

Las estaciones de soldadura cuentan con un sistema poka-yoke para prevenir que cualquier trabajador ponga las piezas en una posición incorrecta.



Imagen 42: Pokayoke de colocación de piezas MAL HINTEN

El procedimiento de Mal Hinten toma aproximadamente minuto y medio, al término de su manufactura se ponen en una estructura para que puedan enfriarse (en la imagen 43 se aprecia la colocación de las piezas).



Imagen 43: Pieza MAL HINTEN finalizada

Ahora que ya se conoce el procedimiento de éstas 3 piezas (dibujos en la imagen 44) que son fabricadas para el cliente CLERPREM, es necesario saber cómo se llegó a la priorización de la mejora de éstos procesos en específico.

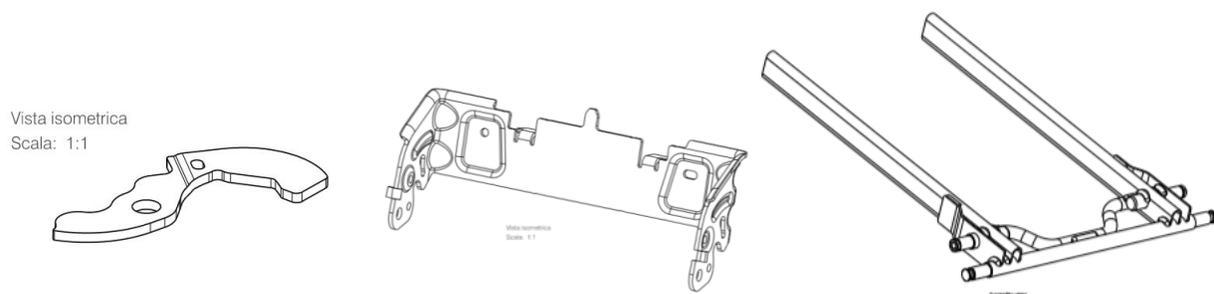


Imagen 44: SPERR, HALTER, MAL HINTEN

En la siguiente tabla (véase tabla 2) se logra apreciar con detalle cual es el número de reclamos por mes y por cliente, a simple vista se observa que los reclamos han sido recurrentes con el cliente CLERPTEM, es por eso que a partir de ahí se debe actuar de manera rápida, así que se analizó a fondo cuales eran los reclamos del cliente principal de Metalistik.

Tabla 2. Reclamos de clientes

CUSTOMER COMPLAINT												
Type	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Customer Clerprem	1	1		1	1	2	2	4				
Customer Celay				2	3		1	3				
Customer Donaldson												
Customer Filtran	1			1	3	1						
Customer Gestamp		1	1	0				1				
Customer Howa		1					1	1				
Customer Kinugawa												
Customer SJM												
TOTAL	2	3	1	4	7	3	4	9	0	0	0	0
Year Today												
Limit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuando se presenta un reclamo o rechazo por parte del cliente es necesario que todo el personal involucrado en la manufactura de las piezas afectadas sepan cual ha sido el problema que presentó el producto final, es por eso que se decidió a realizar un tablero de rechazos (véase la imagen 45) en donde el personal pueda visualizar de manera rápida cuales han sido los problemas que se han presentado recientemente, emitiendo en dicho tablero todas las alertas de calidad correspondientes



Imagen 45: Tablero de rechazos - Metalistik

La alerta de calidad es un documento interno por el cual se dan a conocer los defectos que se presentaron en los productos que llegan al cliente, se acompaña con fotografías para ver con detalle la falla que se presentó en la elaboración del producto. También es una forma de prevención para no volver a cometer el mismo error en cuanto a la producción de cierta pieza (puede verse un ejemplo en la imagen 46).

METALISTIK

Alerta de Calidad

Código:
RG-CC-14-ALERTA DE CALIDAD

Rev: 3

Fecha de Emi: 22.ago.14

Fecha de Rev: 22.ago.17



ϕ distancia 1
Entidad de ref. plano 11
Entidad geométrica: plano 1
Num. Medición: Tol. Desv. Prueba
Desv. 1.00 - 1.05 a: 10 - 0 en

PIEZA OK



ϕ distancia 1
Entidad de ref. plano 11
Entidad geométrica: plano 1
Num. Medición: Tol. Desv. Prueba
Desv. 1.00 - 1.20 a: 10 - 0 en

PIEZA NG

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA: ALTURA DE LA PIEZA CL1045 FUERA DE ESPECIFICACIONES
TOLERANCIA: 0.90 - 1.10 mm
USO DE INDICADOR DE CARÁTULAS PARA LIBERACIÓN DE ALTURA



Nombre y Firma de enterado personal involucrado:

CAECILIA DE LUNA

Firma Edzc

Emisor	Área	Fecha de Inicio	Fecha de Terminó	Otros involucrados	No de Control
Euridice Sánchez	Calidad	03/07/2019	03/10/2019	<i>[Firma]</i>	

Marca de Compra (Garantía)



Imagen 46: Alerta de calidad - Metalistik

Al ver el desglose de los reclamos por parte de CLERPREM se identificaron que las piezas Sperr, Halter y Mal Hinten son las que han llegado al cliente con defectos. Después de identificar cuales productos han sido enviados con mala calidad se deben realizar metodologías para llegar a la causa raíz y atacarla para así terminar con esas fallas y que no se vuelvan a presentar éste tipo de anomalías.

Existen muchas metodologías que sirven de apoyo para encontrar cual ha sido la causa principal del porque se ha originado un problema como lo son: el PDCA (Plan, Do, Check, Act), el diagrama de Ishikawa, los 5 porqués, 8D's, AMEF (Análisis del Modo y Efecto de

Fallas). Dependiendo de cuál sea la necesidad de la empresa y cuales sean los requerimientos que se han establecido inicialmente con el cliente, se determinaran cuáles de estas herramientas serán utilizadas a lo largo de su relación empresarial, en Metalistik se utilizan principalmente, el 8D's, el AMEF (el cual es requisito indispensable al momento de que un cliente le pida la manufactura de un producto nuevo) y el diagrama Ishikawa, pero éste último viene incluido en el formato de 8 D's.

Así que de manera inmediata después de saber cuál ha sido el defecto que se ha presentado, se procedió a realizar el estudio de 8 D's para cada uno de éstos problemas (Sperr, Halter, Mal Hinten).

Los problemas de calidad que existen en las organizaciones generalmente son conocidos y se hacen demasiados intentos para corregirlos. Sin embargo, es frecuente que estos conflictos permanezcan más o menos igual. La razón de esto se debe, en parte, a la forma en la que se tratan de corregir los problemas, en la cual es frecuente caer en alguno o varios de los siguientes errores:

- Se atacan los efectos y los síntomas y no se va a las causas de fondo de los problemas. Con la corrección de los síntomas tal vez se obtienen beneficios a corto plazo, pero el problema muy posiblemente se volverá a presentar, con lo cual crece la presión. Además, la capacidad para dar soluciones de fondo se va atrofiando. En estos casos, a veces el remedio es peor que la enfermedad.
- Se trata de resolver los problemas por reacción, por impulsos, ocurrencias y regaños, no a mediante un plan de solución sustentado en métodos y herramientas de análisis. Esto hace que las soluciones sean las mismas de siempre.
- No se ataca lo realmente importante, sino más bien aspectos o problemas secundarios. Se tiene como sistema aplicar el principio de Pareto.
- Se cree que las soluciones son definitivas, hay un “enamoramiento de las soluciones”, por lo que no se generan aprendizajes, se cae en el conformismo y no se estandarizan soluciones ni se aplican medidas preventivas para que el problema no se vuelva a presentar y el avance logrado sea irreversible.

- No se sabe el impacto que tiene lo que se hace y se administra según el resultado anterior. Por ello se siguen aplicando las mismas soluciones sin saber si se están atacando las verdaderas causas. El hecho de no saber con objetividad el impacto real de una solución en ocasiones lleva a que “los problemas de hoy son las soluciones de ayer”.
- Se tienen creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas. Se cree que éstos se deben a la falta de atención de los empleados, a la falta de recursos económicos para aplicar soluciones tecnológicas, a la competencia desleal en el mercado, a la falta de apoyo gubernamental, etc. Y aunque algunas de estas causas existen, se olvida que buena parte de los problemas en una empresa se deben a su cultura organizacional, los estilos de dirección inadecuados, los métodos de trabajo, la capacitación, los criterios de compras, el diseño de productos y sistemas, así como a la manera de tomar decisiones.

Después de contemplar los errores comunes que se presentan a la hora de la búsqueda de la causa raíz de un problema, se realizó el análisis a fondo de cada uno de los problemas, haciendo el desglose correspondiente de la siguiente manera:

8D´s para el Sperr

1. Clarificación del problema:

¿Qué pasó?: Se encontraron varias piezas Sperrklinke con rebaba.

¿Por qué es un problema?: La rebaba de la pieza Sperrklinke tiene contacto con el perno del ensamble.

¿Quién lo detectó?: El operador de ensamble de Clerprem.

¿Dónde se detectó?: En la línea de ensamble.

¿Cómo se detectó?: Al hacer las pruebas funcionales del ensamble.

¿Cuántas piezas? Lote de 1150 piezas.

En éste primer punto debe agregarse una imagen para clarificar cual fue el problema presentado (véase la imagen 47).



Imagen 47: SPERR con rebaba

2. Contención:

Son acciones que se deben realizar de manera inmediata para evitar por completo que el cliente vuelva a presentar el mismo error. Cabe mencionar que ésta acción es de manera temporal, mientras se llega a la raíz de dicho problema.

Ésta acción temporal suele ser costosa, pero permite evitar que se vuelva a presentar el problema en el lapso de tiempo mientras se investigan las posibles causas y se encuentre la solución definitiva al defecto que identificó el cliente.

La acción que se decidió realizar en el proceso de la pieza Sperrklinke fue la inspección al 100% de las piezas.

3. Obtener la situación actual (métodos estadísticos u otros):

Dependiendo de cuál ha sido el problema que se ha presentado, se decide cual sería el método más eficaz para tener todas las posibles causas por las que se pudieron dar origen al problema, en este caso se decidió por hacer un diagrama Ishikawa (véase imagen 48).

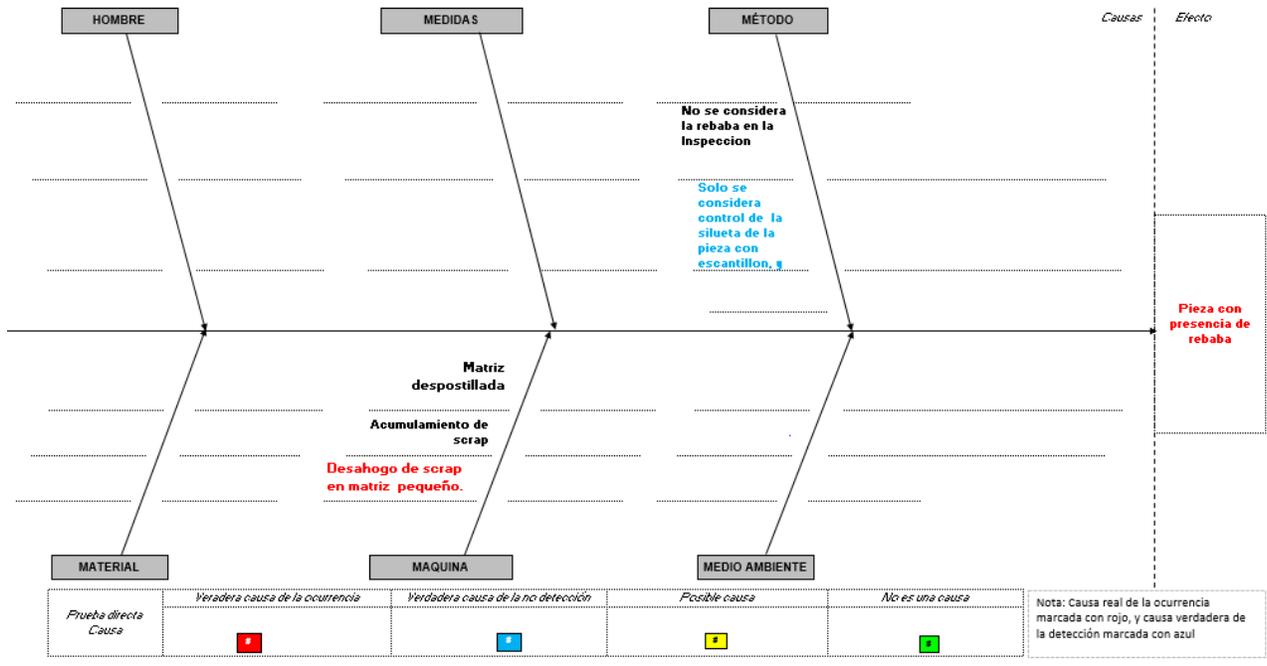


Imagen 48: Diagrama Ishikawa del defecto del SPERR

4. Análisis de la causa raíz:

Una vez que la causa raíz es identificada el siguiente paso es entender por qué pasó. Para tener un plan de acción robusto es necesario realizar la metodología de los 5 porqués (véase imagen 49 del formato que se llena) para cada una de las posibles causas raíz.

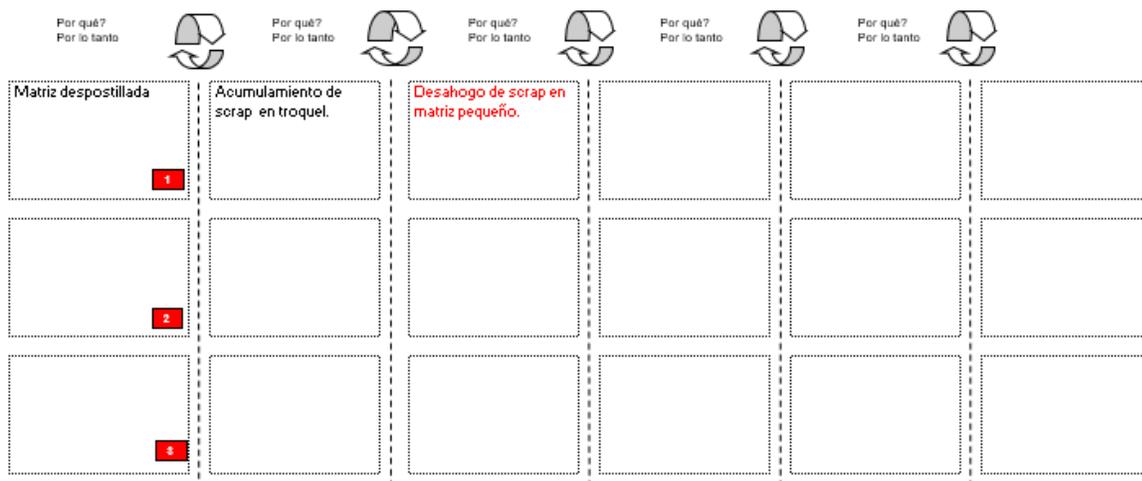


Imagen 49: Los 5 Porqués del SPERR

5 & 6. Desarrollar acciones y ejecutar:

Una vez que se ha localizado el origen del problema, las soluciones definitivas son presentadas por el departamento correspondiente para llevar a cabo dichas acciones, en este caso al ser un problema del troquel, mantenimiento es quien se debe encargar de corregir dicho problema (en la tabla 3 se puede ver el desglose de las actividades que se llevaron a cabo).

Tabla 3. Acciones a ejecutar para el problema del SPERR

5 & 6. Desarrollar acciones y ejecutar					
#	Problema (Causa raíz)	Acciones	Quién?	Fecha	Status
1.1	Desahogo de scrap en matriz pequeño.	Agrandar desahogo de scrap en matriz.	Hector Vega	1-Sep-19	Cerrado
1.1	Matriz despostillada.	Cambio de matriz (matriz nueva)	Hector Vega	15-Sep-19	Cerrado
1.1	Solo se considera control de la silueta de la pieza con escantillon, y libre de filos en trim.	Incluir en hoja de chequeo el control de rebaba en trim.	Javier Delgado	17-Sep-19	Cerrado
*					

7. Estandarización:

Debido a que los problemas tienen tendencia a repetirse, la disciplina de prevención (D7) está enfocada a la identificación y eliminación de prácticas, procesos, diseños y procedimientos que puedan contribuir a que el problema se repita. Se deben, pues, modificar los sistemas de administración, sistemas de operación, prácticas y procedimientos dependiendo el caso, para evitar recurrencias (en la imagen 51 se ven las modificaciones del AMEF para la pieza Sperr).

PFMEA Evaluación			Have the following documents been updated?			
Número de proceso: Operación #20						
Falla potencial:			<input type="checkbox"/> N	DFMEA	<input type="checkbox"/> N	Instrucciones de mantenimiento
	Original	acciones posteriores	<input type="checkbox"/> Y	PFMEA	<input type="checkbox"/> Y	Ayudas visuales
Ocurrencia		2	<input type="checkbox"/> Y	Plan de control	<input type="checkbox"/> Y	Instrucciones de trabajo
Detección		7	<input type="checkbox"/> N	Diagrama de flujo	<input type="checkbox"/> Y	Registro de entrenamiento de todos los turnos
RPN		98				

Imagen 50: Actualización del AMEF para el SPERR

Para prevenir de que el problema vuelva a aparecer se anexó la falla al AMEF de proceso para contemplarlo en operaciones posteriores, para determinar las métricas de ocurrencia y detección fue necesario que los expertos hicieran su análisis correspondiente para así tener una herramienta más certera y eficaz al momento que se puedan presentar las distintas fallas del proceso.

8. Validación y evaluación de acciones correctivas:

Después de cierto tiempo es necesario evaluar las medidas que se tomaron para nuevamente saber si la causa raíz fue la que inicialmente se identificó, de no ser así, por consecuencia podría volver a aparecer el mismo problema (las evaluaciones de las acciones correctivas se hicieron mediante ciertas actividades como se muestra en la imagen

8. Acciones Correctivas Validación y Evaluación:

Describe cómo evaluó cada acción descrita en los puntos 5 y 6

- 1,2.- Con la medición de las piezas producidas con barrenos de desahogo agrandados.
- 2.- Con la inclusión del chequeo de rebaba en HIP.

Imagen 51: Evaluación de las acciones correctivas del SPERR

Para comprobar de que realmente las acciones implementadas fueron efectivas fue necesario hacer una inspección al 100% de las piezas para el siguiente lote que se produjo de la pieza Sperr para tener un diagnóstico más certero en cuanto a la cantidad de piezas que salieron sin defecto alguno. También se incluyó la acción de chequeo de rebaba en la hoja HIP (Hoja de instrucción de Inspección) para que a partir del momento en que se presentó la falla, tenerla presente en producciones posteriores y no volver a caer en el mismo error.

8D's para el Halter

1. Clarificación del problema:

¿Qué pasó?: Se encontraron que varias piezas Halter tenían ángulos fuera de especificación en las alas de la pieza.

¿Por qué es un problema?: Al estar los ángulos fuera de especificación genera dificultad para realizar el ensamble del componente que manufactura Clerprem.

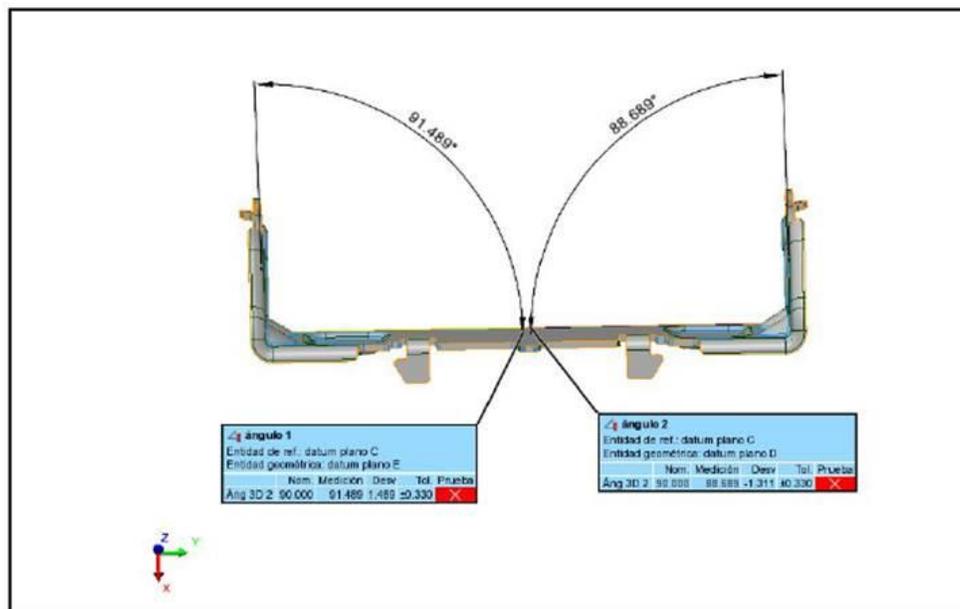
¿Quién lo detectó?: El operador de la línea de ensamble de Clerprem.

¿Dónde se detectó?: En la línea de ensamble.

¿Cómo se detectó?: Al tratar de hacer el ensamble de la pieza final de Clerprem.

¿Cuántas piezas? Lote de 40 piezas.

En éste primer punto debe agregarse una imagen para clarificar cual fue el problema presentado (véase la imagen 52).



Organization:
Operator:
E-mail:

Clerprem de Mexico
María Bonilla Chino
m.bonilla@clerprem.com.mx

Part name:
Part number:
Piece:

Tiguan Hinten Halter
38123384
40

Imagen 52: HALTER con alas fuera de especificación

2. Contención:

La acción que se decidió realizar en el proceso de la pieza Halter fue la inspección al 100% de todas las piezas que estaban por producirse posterior al reclamo, también se emitió la alerta de calidad para dar a conocer al personal del reclamo que se tuvo por parte de Clerprem. La inspección completa de las piezas es una acción de contención demasiado común en las empresas, como ya se mencionó, es costosa su implementación ya que se requiere de bastante tiempo para cerciorarse de que todas las piezas están libres de defectos.

3. Obtener la situación actual (métodos estadísticos u otros):

Dependiendo de cuál ha sido el problema que se ha presentado, se decide cual sería el método más eficaz para tener todas las posibles causas por las que se pudieron dar origen al problema, en este caso se decidió por hacer un diagrama Ishikawa (véase imagen 53).

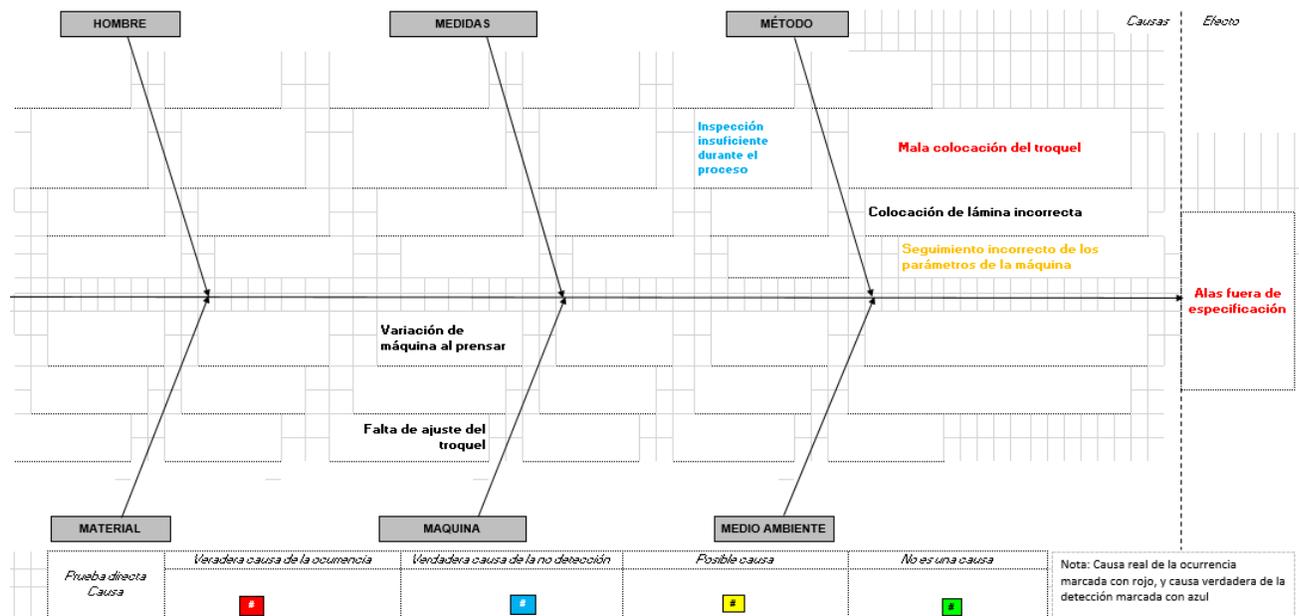


Imagen 53: Diagrama Ishikawa del HALTER

Con ayuda del equipo de producción y calidad fue que se llegó a la causa raíz del problema del Halter, las alas fuera de especificación fueron provocadas por la mala colocación del troquel.

4. Análisis de la causa raíz:

Una vez que la causa raíz es identificada el siguiente paso es entender por qué pasó. Para tener un plan de acción robusto es necesario realizar la metodología de los 5 porqués para cada una de las posibles causas raíz (se ve en la imagen 54 el formato que se usa para dicha metodología).

4. Análisis de causa raíz (3x5 por que's)					
Por qué? Por lo tanto	Por qué? Por lo tanto	Por qué? Por lo tanto	Por qué? Por lo tanto	Por qué? Por lo tanto	Por qué? Por lo tanto
Alas de pieza Halter fuera de especificación 1	Troquel baja de manera desigual	Troquel mal colocado			
Alas de pieza Halter fuera de especificación 1	Inspección de piezas insuficientes				
3					

Imagen 54: Los 5 porqués para el HALTER

5 & 6. Desarrollar acciones y ejecutar:

Una vez que se ha localizado el origen del problema, las soluciones definitivas son presentadas por el departamento correspondiente para llevar a cabo dichas acciones, en este caso al ser un problema del troquel, mantenimiento es quien se debe encargar de corregir dicho problema (en la tabla se ve el desglose de las actividades que se llevaron a cabo para erradicar el problema que presentó la pieza Halter).

Tabla 4. Acciones a ejecutar para el problema del HALTER

5.& 6. Desarrollar acciones y ejecutar					
#	Problema (Causa raíz)	Acciones	Quién?	Fecha	Status
1.1	Mala colocación del troquel	Re entrenamiento al personal sobre la colocación del troquel respecto a la hoja de parámetros de la máquina	Matriceria	27-Aug-19	Cerrado
1.1	Inspección insuficiente durante el proceso	Modificar el número de piezas a inspeccionar (se debe cambiar a 3 piezas por hora) en la Hoja de Registro de Inspección (RG-HIP-CL3384)	Berenice Nieto	29-Aug-19	Cerrado
1.1					
#					

Así que el departamento de mantenimiento deberá capacitar a su personal para que la colocación del troquel se haga de manera eficaz y eficiente para evitar cualquier otro problema que se pueda generar por la mala colocación de éste.

7. Estandarización:

Para que éste problema sea contemplado en futuros planes de control, es necesario anexar dicha falla al AMEF de proceso para que no se vuelva a repetir dicho defecto y logre detectarse a tiempo evitando contacto directo con el cliente y cerciorarse de que el producto siempre llegue con las especificaciones pedidas (se puede ver en la imagen 55 la modificación del AMEF del Halter)

7.Estandarización		
PFMEA Evaluación		
Número de proceso: #30		
Falla potencial:		
	Original	acciones posteriores
Ocurrencia		3
Detección		8
RPN		192

Have the following documents been updated?

<input type="checkbox"/> N	DFMEA	<input type="checkbox"/> N	Instrucciones de mantenimiento
<input checked="" type="checkbox"/> Y	PFMEA	<input checked="" type="checkbox"/> Y	Ayudas visuales
<input checked="" type="checkbox"/> Y	Plan de control	<input checked="" type="checkbox"/> Y	Instrucciones de trabajo
<input type="checkbox"/> N	Diagrama de flujo	<input checked="" type="checkbox"/> Y	Registro de entrenamiento de todos los turnos

Imagen 55: Modificación del AMEF para el HALTER

Para determinar las métricas de ocurrencia y detección fue necesario que los expertos hicieran su análisis correspondiente para así tener una herramienta más certera y eficaz al momento que se puedan presentar las distintas fallas del proceso.

8. Validación y evaluación de acciones correctivas:

Después de cierto tiempo es necesario evaluar las medidas que se tomaron para nuevamente saber si la causa raíz fue la que inicialmente se identificó, de no ser así, por consecuencia podría volver a aparecer el mismo problema y se tendría que realizar nuevamente el análisis de 8 D's (en la imagen 56 se ve cuáles fueron las actividades para evaluar la efectividad de las acciones que se tomaron para erradicar por completo el problema que presentó el HALTER).

8. Acciones Correctivas Validación y Evaluación:

1. Inspección de las piezas Halter en los SPC de las alas
2. Supervisión de las piezas a inspeccionar de acuerdo a su modificación
3. Liberación inicial de piezas cuando se instala el troquel

Imagen 56: Actividades para la evaluación de las acciones correctivas para el HALTER

Se realizó la inspección de todo el producto del siguiente embarque después de reclamos presentado por Clerprem para asegurarse de que el problema que se identificó (mala colocación de troquel) desapareció por completo.

8D's para el Mal Hinten

1. Clarificación del problema:

¿Qué pasó?: Se identificaron piezas que estaban fuera de especificación en los SPC 5,6,7,8,11,12

¿Por qué es un problema?: Al tratar de ensamblar la pieza final es evidente que algunos puntos estaban fuera de especificación.

¿Quién lo detectó?: El inspector de calidad de Clerprem.

¿Dónde se detectó?: En el área de inspección de Clerprem.

¿Cómo se detectó?: Al momento de realizar la inspección de recibo de material.

¿Cuántas piezas? Lote de 120 piezas.

En éste primer punto debe agregarse una imagen para clarificar cual fue el problema presentado (véase la imagen 57).

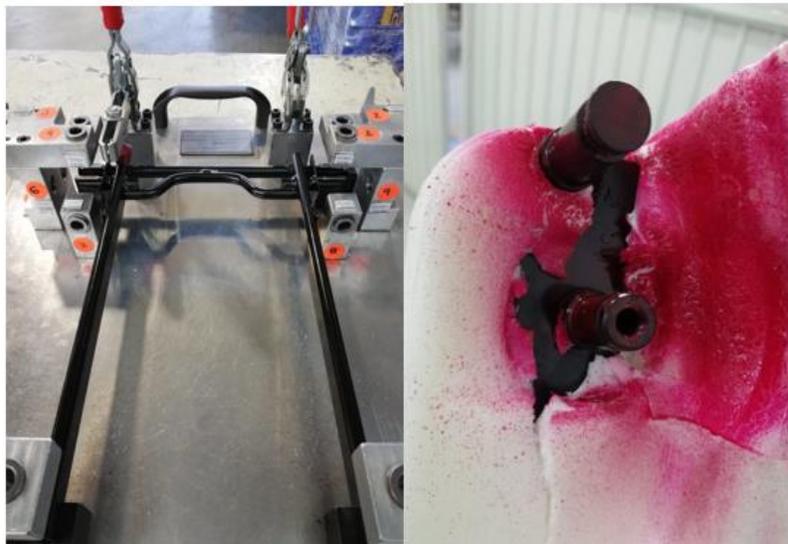


Imagen 57: Defecto de la pieza MAL HINTEN

2. Contención:

La acción que se realizó en el proceso de la pieza Halter fue la inspección al 100% de todas las piezas que estaban por producirse posterior al reclamo, también se emitió la alerta de calidad para dar a conocer al personal del reclamo que se tuvo por parte de Clerprem. La inspección completa de las piezas es una acción de contención demasiado común en las empresas, como ya se mencionó, es costosa su implementación ya que se requiere de bastante tiempo para cerciorarse de que todas las piezas están libres de defectos.

3. Obtener la situación actual (métodos estadísticos u otros):

El diagrama de Ishikawa es el método que se utiliza en Metalistik ya que permite visualizar en que área se presenta el problema (Mano de Obra, Mediciones, Métodos, Materiales, Máquina, Medio Ambiente) y poder planear con anticipación estrategias para mejorar en dicho aspecto (el diagrama correspondiente a Mal Hinten se aprecia en la imagen 58).

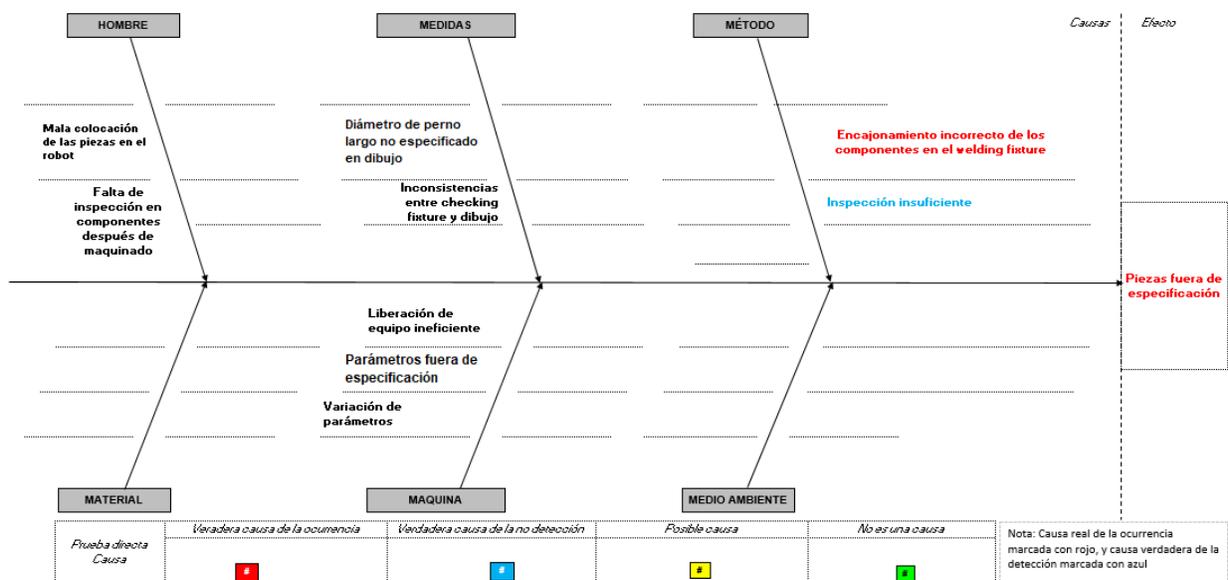


Imagen 58: Diagrama Ishikawa del MAL HINTEN

Con ayuda del equipo de producción y calidad fue que se llegó a la causa raíz del problema del Mal Hinten, los puntos fuera de especificación fueron provocados por el mal encajonamiento en el welding fixture.

4. Análisis de la causa raíz:

Una vez que la causa raíz es identificada el siguiente paso es entender por qué pasó. Para tener un plan de acción robusto es necesario realizar la metodología de los 5 porqués para cada una de las posibles causas raíz (en la imagen 59 se ven los porqués que se aplicaron para el problema del Mal Hinten).

4. Análisis de causa raíz (3x5 por qué's)									
Por qué? Por lo tanto		Por qué? Por lo tanto		Por qué? Por lo tanto		Por qué? Por lo tanto		Por qué? Por lo tanto	
Piezas fuera de especificaciones 		Encajonamiento incorrecto de los componentes en el welding fixture		El análisis del ensamble no fue el adecuado					
									
Piezas fuera de especificación 		El número de piezas inspeccionadas no es el óptimo							

Imagen 59: Los 5 porqués del MAL HINTEN

5 & 6. Desarrollar acciones y ejecutar:

Una vez que se ha localizado el origen del problema, las soluciones definitivas son presentadas por el departamento correspondiente para llevar a cabo dichas acciones, en este caso al ser un problema de producción referente a la mala colocación de las piezas, se pasó dicho reporte al encargado de línea para que aportara más soluciones para erradicar el problema (en la tabla 5 se ve el desglose de las actividades que se realizaron para acabar con el problema que presentaba el Mal Hinten).

Tabla 5. Acciones correctivas para el MAL HINTEN

5 & 6. Desarrollar acciones y ejecutar					
#	Problema (Causa raíz)	Acciones	Quién?	Fecha	Status
1.1	Encajonamiento incorrecto de los componentes en el welding fixture	Cambio en el método de encajonamiento de los componentes en el welding fixture	Jesús Vallín	18-Oct-19	Cerrado
1.1	Piezas inspeccionadas insuficientes	Cambio en la frecuencia de revisión de piezas de una pieza por hora a dos piezas por cada diez piezas.	Berenice Nieto	18-Oct-19	Cerrado
1.1					
#					

7. Estandarización:

Debido a que los problemas tienen tendencia a repetirse, la disciplina de prevención (D7) está enfocada a la identificación y eliminación de prácticas, procesos, diseños y procedimientos que puedan contribuir a que el problema se repita. Se deben, pues, modificar los sistemas de administración, sistemas de operación, prácticas y procedimientos dependiendo el caso, para evitar recurrencias (en la imagen 60 se ve cuáles son los nuevos parámetros de la falla del Mal Hinten).

7.Estandarización		
PFMEA Evaluación		
Número de proceso: #20		
Falla potencial:		
	Original	acciones posteriores
Ocurrencia		4
Detección		7
RPN		252

Have the following documents been updated?

<input type="checkbox"/> N	DFMEA	<input type="checkbox"/> N	Instrucciones de mantenimiento
<input checked="" type="checkbox"/> Y	PFMEA	<input type="checkbox"/> Y	Ayudas visuales
<input checked="" type="checkbox"/> Y	Plan de control	<input type="checkbox"/> Y	Instrucciones de trabajo
<input type="checkbox"/> N	Diagrama de flujo	<input checked="" type="checkbox"/> Y	Registro de entrenamiento de todos los turnos

Imagen 60: Modificación del AMEF para el MAL HINTEN

Para prevenir de que el problema vuelva a aparecer se anexó la falla al AMEF de proceso para contemplarlo en operaciones posteriores, para determinar las métricas de ocurrencia y detección fue necesario que los expertos hicieran su análisis correspondiente para así tener una herramienta más certera y eficaz al momento que se puedan presentar las distintas fallas del proceso.

8. Validación y evaluación de acciones correctivas:

Después de cierto tiempo es necesario evaluar las medidas que se tomaron para nuevamente saber si la causa raíz fue la que inicialmente se identificó, de no ser así, por consecuencia podría volver a aparecer el mismo problema.

8. Acciones Correctivas Validación y Evaluación:
<ol style="list-style-type: none">1. Inclusión de las piezas a inspeccionar en la hoja HIP (número aumentado)2. Registro de las piezas que están fuera y dentro de las especificaciones3. Estudio de la variabilidad del proceso Cpk

Imagen 61: Actividades para la evaluación de las acciones correctivas para el MAL HINTEN

Para esta última pieza Mal Hinten, fue necesario realizar un estudio de Cpk para tener un mejor diagnóstico en cuanto a los SPC de todos los puntos de la unión de la pieza, ya que es de las piezas con más demanda y es de suma importancia mantener la calidad al máximo nivel. Para realizar el estudio de Cpk se deben tomar como mínimo 30 piezas durante un turno, de manera aleatoria, para tener una muestra representativa al momento de hacer su análisis correspondiente.

Cuando el operario termina de fabricar las piezas Mal Hinten (piezas terminadas se aprecian en la imagen 62) se procede a hacer las mediciones de los puntos de la pieza con ayuda del checking fixture y el calibrador de carátula.



Imagen 62: Piezas terminadas del MAL HINTEN

El checking fixture es un dispositivo que se asegura de que las mediciones de la pieza estén justamente como el cliente las ha pedido, además de que cuenta con ciertos mecanismos que funcionan como poka-yoke para no fallar en la colocación de la pieza y garantizar de que las mediciones se vayan a hacer correctamente (en la imagen 63 se ve la estación de trabajo para dicha medición).



Imagen 63: Checking Fixture & Indicador de carátula

Los puntos que se deben medir están localizados en el checking fixture mediante una estampa verde, además de que las medidas que se den cumplir también están escritas en dicho dispositivo para tener una identificación más rápido cuando se encuentren con algún punto que no cumpla con las especificaciones (en la imagen 64 se ve al operario haciendo las mediciones correspondientes).

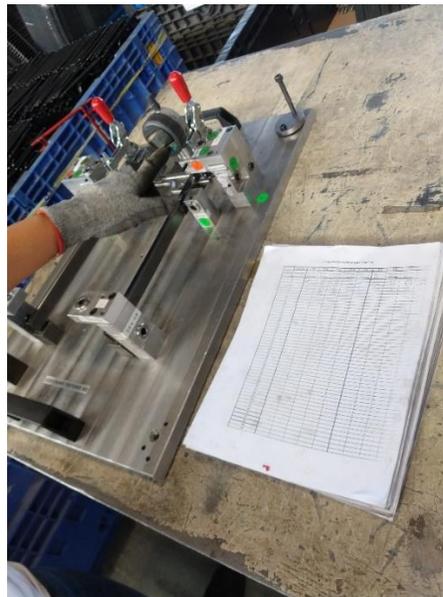


Imagen 64: Medición de la pieza MAL HINTEN

El llenado de los datos se hizo en un formato (se aprecia en la tabla 6) que se realizó para poder tener al alcance todas las mediciones de las piezas y elaborar el estudio de cpk mediante el software minitab.

Tabla 6. Mediciones del MAL HINTEN

Chequeo de medidas MAL HINTEN

PIEZA A REVISAR	PUNTOS	P8	P10	P12	P13	P6	P7	P9	P11	P5
	TOLERANCIA	0.5 mm / 0.0 mm	0.2 mm / 0.0 mm	0.3 mm / -0.1 mm	0.2 mm / -0.2 mm	0.3 mm / -0.3 mm	0.5 mm / 0.0 mm	0.2 mm / 0.0 mm	0.3 mm / -0.1 mm	0.3 mm / -0.3 mm
1		0.13	0.08	0.21	0.04	0.18	0.34	0.24	-0.03	0.04
2		0.08	0.18	-0.13	0.03	-0.04	0.2	0.28	0.28	-0.06
3		0.17	0.19	0.23	0.06	0.25	0.34	0.25	0.16	0.01
4		0.2	0.22	0.05	0.04	0.22	0.21	0.11	0.26	0.09
5		0.2	0.15	0.12	-0.06	0.22	0.38	0.2	0.13	0.08
6		0.18	0.19	0.1	0.05	0	0.11	0.11	0.1	-0.02
7		0.05	0.05	0.16	0.17	0.16	0.04	0.01	0.4	-0.09
8		0.26	0.25	0.31	-0.01	0.19	0.19	0.21	-0.05	0.08
9		0.29	0.11	0.16	0.04	0.21	0.43	0.22	0.22	0.11
10		0.1	0.13	-0.2	-0.06	-0.03	0.24	0.19	0.34	-0.01

Se vaciaron los datos de los puntos: 8,10, 12, 13, 6, 7, 9, 11, 5 de la pieza Mal Hinten al software Minitab, se excluyeron algunos puntos que no eran críticos a la hora de su medición y solamente se le dieron prioridad a aquellos que sus especificaciones son de suma importancia para su ensamble posterior. La interfaz del software es muy intuitiva es por eso que al vaciar los datos no podrás presentar dificultad alguna, incluso es parecido a las hojas de cálculo de Excel (en la imagen 65 puede verse como es la interfaz de MINITAB).

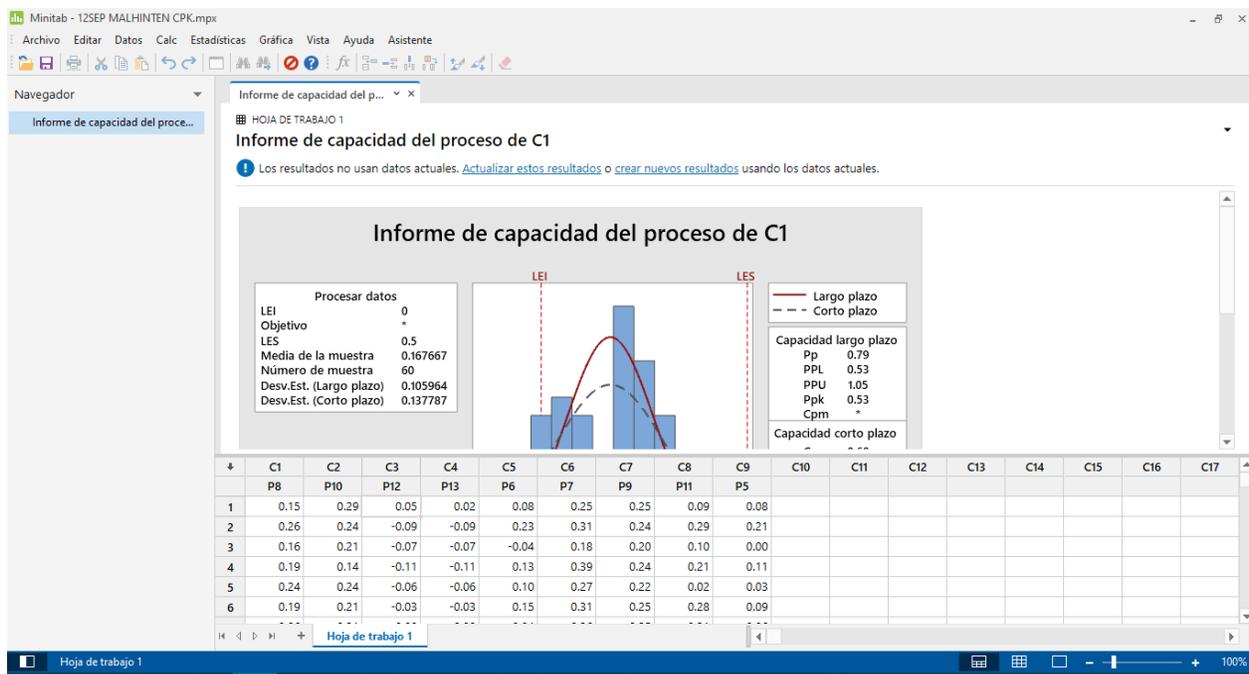


Imagen 65: Interfaz de MINITAB

Después de vaciar los datos a la hoja de cálculo de minitab, en la barra menú en la opción “estadísticas” se desglosan más opciones y se eligió la siguiente ruta para poder realizar el estudio de cpk (véase la imagen 66).

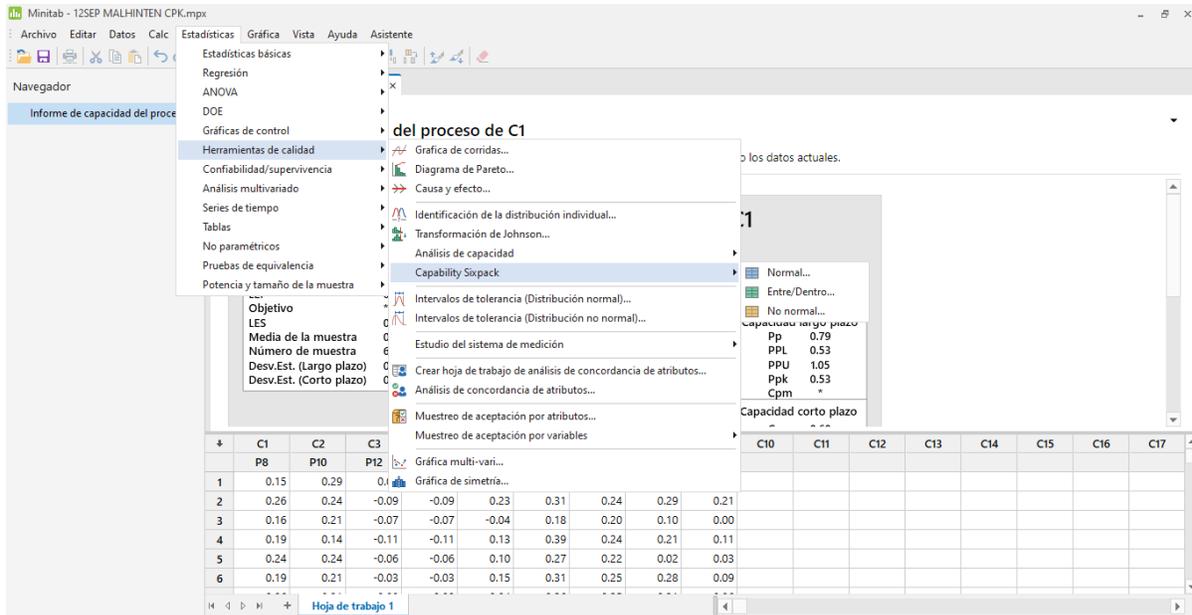


Imagen 66: Ruta a seguir para el estudio cpk

Al seleccionar la opción normal saldrá otra ventana en donde se debe indicar los parámetros de las mediciones a analizar (véase imagen 67).

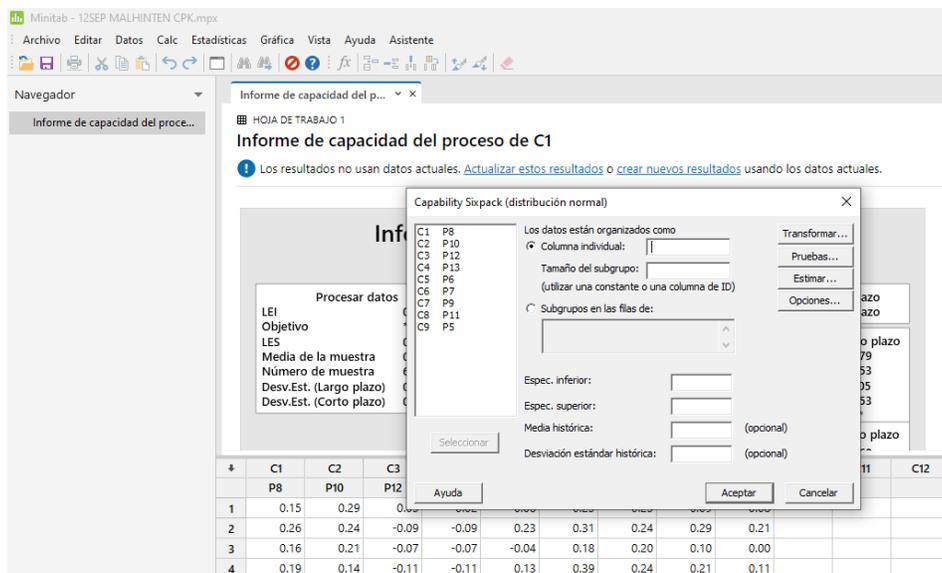


Imagen 67: Parámetros para el estudio cpk

En la parte izquierda se visualizan los puntos que se desean estudiar, se debe seleccionar uno por uno para tener un mejor panorama del comportamiento de la variabilidad del proceso de cada uno de los puntos. Tamaño de subgrupo es la cantidad por la que se establece la medición de las piezas, en este caso, se hizo de 3, como especificación inferior y superior, ya están estipulados por el cliente y esas medidas están registradas en todos los documentos correspondientes en cuanto al proceso que conlleva la manufactura completa del Mal Hinten.

Después de haber introducido los datos correctos en la ventana emergente de minitab, mostrará las gráficas de control las cuales se usarán para su posterior interpretación (en la imagen 68 se ven los resultados arrojados por MINITAB). La realización del estudio de la variabilidad del proceso cpk es bastante fácil ya que el software minitab tiene una interfaz gráfica muy amigable lo que permite que sea muy interactivo y fácil de usar.

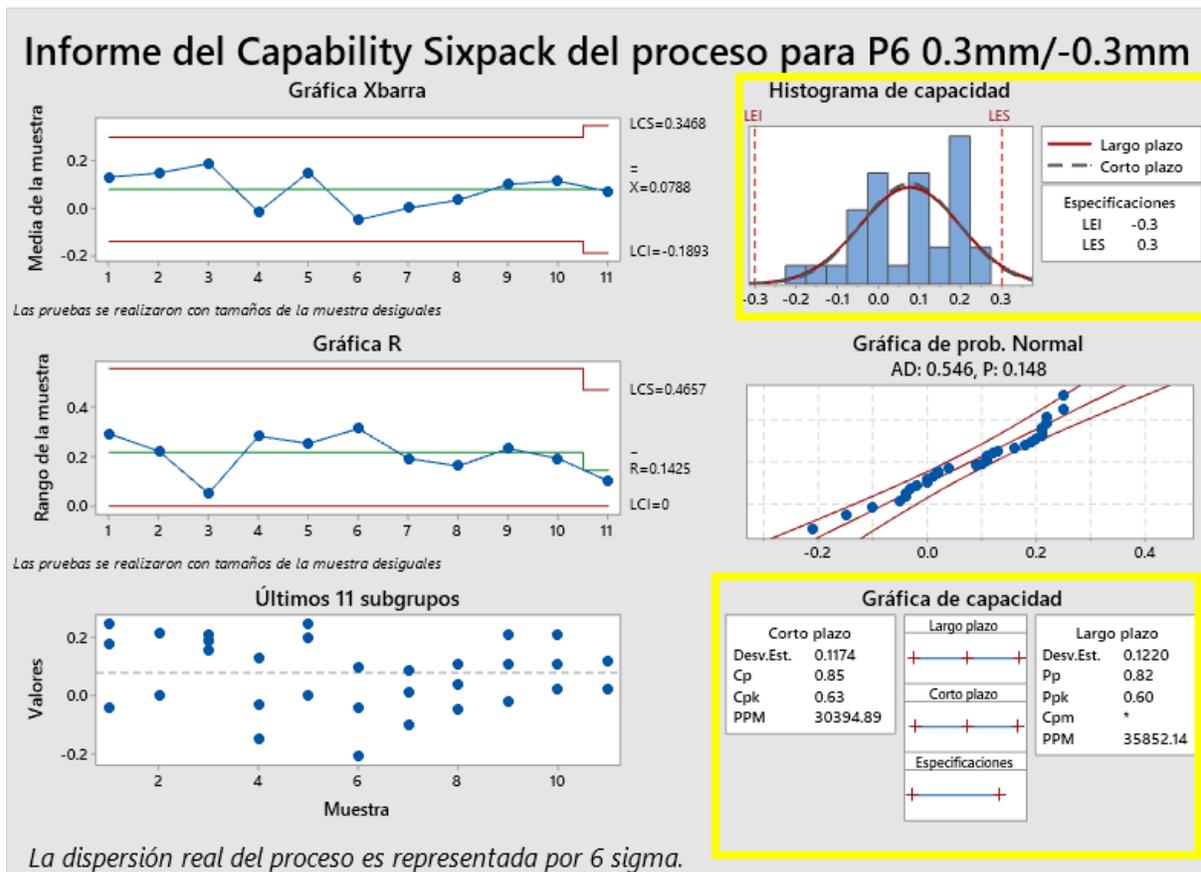


Imagen 68: Resultados de estudio cpk

La opción con la que se decidió hacer el análisis de cpk muestra 6 gráficos diferentes muy útiles dependiendo de lo que la empresa esté buscando, como solamente se necesita tener el parámetro de cpk, las únicas graficas que son útiles es la tercera y la sexta.

La tercera muestra el comportamiento de los datos, se logra ver si la mayoría de las mediciones realizadas están dentro de los parámetros establecidos y en la sexta tabla muestra el valor de cpk el cual es determinante para saber si el proceso está siendo capaz de cumplir con los requerimientos del cliente, de acuerdo a las especificaciones internas si el cpk es mayor a 0.7 el proceso está en buenas condiciones para seguir produciendo piezas con buena calidad.

Uno de los requisitos para la certificación IATF 16949 es que se deben realizar auditorías por capas para asegurar de que todo proceso se esté ejecutando de la mejor manera y si se presenta algún problema poderlo atacar al instante. En la empresa debido a que la persona encargada de realizarlas estaba ausente se pospuso la implementación de dichas auditorías, pero se volvió a retomar para mejorar la calidad en todos los procesos (en la imagen se ve un ejemplo de las auditorias que se aplican en Metalistik).

	Auditoría a Proceso Checklist LPA	Código: RG-CC-37 Rev.: 07 Emisión 04.may.15 Revisión 10.nov.18
---	--	---

Auditor		Área Auditado (Proceso)	
Fecha		Resultado %	
Cliente		Turno	(1ro.) (2do.)
Máquina		No. De Operación	
Firma del responsable del área auditada		Nombre y No. De Parte	

- Marcar SI, si el control del proceso, cumple al 100%. No de lo contrario e Indicar los hallazgos encontrados. N/A si no aplica al área auditada.
- Implementar correcciones inmediatas e indicar en el checklist las acciones realizadas, de no ser posible responsable y fecha compromiso.
- Al finalizar la auditoría calificarla y entregarla este registro a documento al Gerente de Calidad.

#	Descripción	Sí, No, N/A	Hallazgos encontrados/NO Conformidades/ Observaciones Anotar No de formato y revisión	Acción correctiva / Responsable y fecha de quien lo realizara.
1	¿Se encuentran los registros de Parámetros del proceso y TPM de arranque correctamente llenos?			
2	¿Los operadores realizan la operación tal y como lo indica la Hoja de Operación Estándar (HOE)?			
3	¿Están los operadores calificados para realizar la operación? ¿Qué nivel (ILU) tiene el operador?			
4	¿Se encuentran la primera pieza liberada por el Inspector de Calidad?			

Imagen 69: Auditoria por capas

CAPÍTULO 5: RESULTADOS



Después de las acciones implementadas para los procesos de la manufactura de las piezas Halter, Sperr y Mal Hinten se obtuvieron los siguientes resultados:

- El problema de rebaba en la pieza Sperr desapareció por completo, así que la fabricación de un mejor desahogo de piezas en la prensa funciono bastante bien. Hasta la fecha ya no se ha presentado un problema de éste tipo.
- Las alas fuera de especificación del Halter también han desaparecido por completo, ya que era mucho más evidente en este proceso que el problema era parte del troquel ya que como el metal es muy difícil de moldear, la única máquina que tiene contacto con dicho material es la presa, así que al tener la capacitación correspondiente de la colocación correcta del troquel nos aseguró de que las alas del Halter cumplan con el ángulo requerido por el cliente.
- En el caso de los puntos fuera de especificación del Mal Hinten, se siguieron presentando algunas piezas que no cumplían con los parámetros incluso después de haber hecho las acciones correctivas, se redujeron bastante las piezas que presentaban defecto, pero, aun así, se pudo definir que no se llegó a la o las causas raíces del problema. Se calibraron los instrumentos de medición que se utilizan para la inspección de la pieza (calibrador de caratula y checking fixture) y se le dio seguimiento al estudio de cpk para seguir de cerca la variabilidad del proceso y ver las posibles causas del porque seguían presentándose fallas en los puntos de especificación.

En la siguiente tabla se puede ver la cantidad de reclamos que se presentaron mes por mes, la que nos interesa en este caso es Clerprem ya que es la empresa que más producto pide a Metalistik para procesar.

CUSTOMER COMPLAINT												
Type	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Customer Clerprem	1	1		1	1	2	2	4				
Customer Celay				2	3		1	3				
Customer Donaldson												
Customer Filtran	1			1	3	1						
Customer Gestamp		1	1	0				1				
Customer Howa		1					1	1				
Customer Kinugawa												
Customer SJM												
TOTAL	2	3	1	4	7	3	4	9	0	0	0	0
Year Today												
Limit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

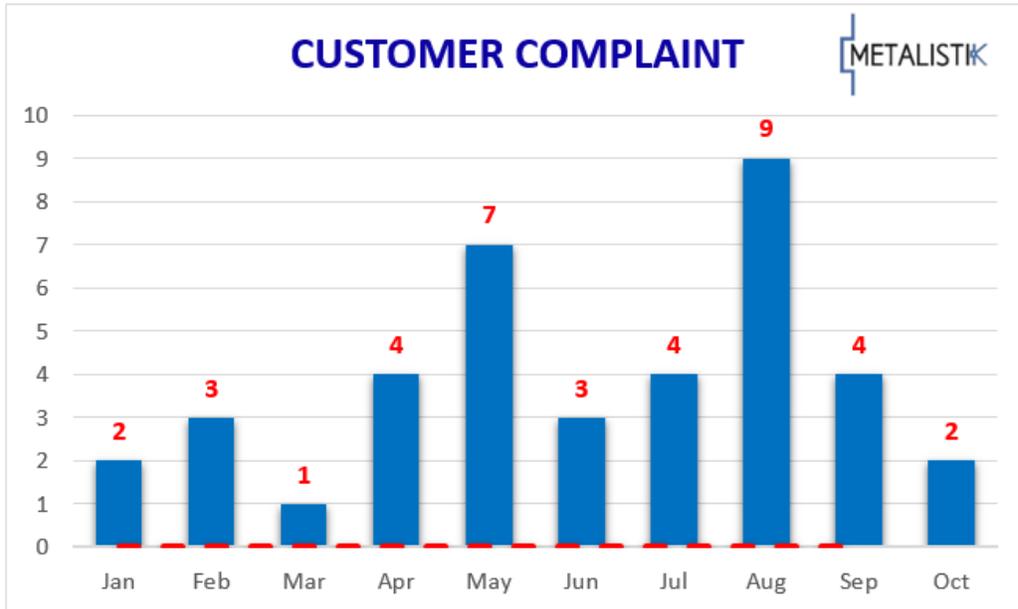
CUSTOMER COMPLAINT												
Type	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Customer Clerprem	1	1		1	1	2	2	4	1	1		
Customer Celay				2	3		1	3		1		
Customer Donaldson												
Customer Filtran	1			1	3	1						
Customer Gestamp		1	1	0				1	3			
Customer Howa		1					1	1				
Customer Kinugawa												
Customer SJM												
TOTAL	2	3	1	4	7	3	4	9	4	2	0	0

Se logra apreciar que desde que se inició con el proyecto a principios del mes de Agosto, se tuvieron un total de 4 reclamos y para los siguientes meses se redujo a un solo reclamo (el cual es los puntos fuera de especificación de la pieza Mal Hinten). Cumpliendo con dos de los tres problemas a resolver, Halter se produce nuevamente sin problemas junto con el Sperr.

Para mejorar dicha cifra y reducir a cero el número de reclamos y cumplir con el último objetivo de mejorar el proceso de la fabricación del mal hinten, los estudios del cpk de la pieza se siguen implementando para lograr optimizar al 100% la manufactura de dicha pieza.

Gracias a la implementación de las auditorias por capas, se logró reducir el número de reclamos por parte de varios clientes y es evidente la reducción de estos, ya que al estar al pendiente diariamente de todos los componentes de la empresa (áreas de trabajo,

máquinas, procesos, etc) permite tener un mejor control y poder anticiparte ante problemas que podrían causar algún descontrol total y por consiguiente fabricar piezas con defectos.



En el lapso de dos meses, se lograron reducir de 9 a 2 reclamos, es una cifra agradable para la empresa, sin embargo, no se deberían presentar reclamo alguno, es por eso, que se sigue trabajando para mejorar en la producción de todas las piezas.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

El trabajo en equipo es demasiado importante ya que para poder solucionar las problemáticas que se presentaban en la producción de las piezas, no solamente le incumbía a producción, claro que no, el departamento de calidad debe crear un equipo de trabajo donde se incluya por lo menos un integrante de cada área (producción, calidad, mantenimiento, logística, ingeniería) ya que para el análisis de la causa raíz es necesario contar con un equipo de expertos para tener una lluvia de ideas y ver el problema en las distintas perspectivas de acuerdo al conocimiento y experiencia de cada integrante.

El equipo multidisciplinario trabajó en conjunto para identificar la causa raíz de cada problema, así como la actualización de los AMEF de cada proceso. Es fundamental tener una buena comunicación entre los trabajadores ya que de ello depende de que las instrucciones de trabajo o indicaciones de superiores se lleven a la perfección, como consiguiente de que la productividad incremente y la calidad también, ya que es un trabajo de todos.

Los 8D's es una herramienta muy poderosa cuando realmente se sabe aplicar, junto con el equipo multidisciplinario se puede llegar a solucionar un problema de manera muy rápida, incluso también las aplicaciones de las auditorías por capas te ahorrarían demasiados costos ya que permiten identificar de manera instantánea cuando un proceso o máquina está fallando, es una actividad que se hace diariamente, pero rápido podría formarse el hábito de llenar esos formatos y tenerlos como protección para cualquier problema o imprevisto.



CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS



Las competencias que desempeñé en mi estancia en la empresa Metalistik fueron las siguientes de acuerdo al perfil del ingeniero en gestión empresarial:

- Desarrollé y apliqué habilidades directivas y la ingeniería en el diseño, creación, gestión, desarrollo, fortalecimiento e innovación de las organizaciones, con una orientación sistémica y sustentable para la toma de decisiones en forma efectiva.
- Diseñé e innové estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.
- Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos para el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas, en los procesos organizacionales para la mejora continua, atendiendo estándares de calidad mundial.
- Gestioné sistemas integrales de calidad, ejerciendo un liderazgo efectivo y un compromiso ético, aplicando las herramientas básicas de la ingeniería.
- Integré, dirigí y desarrollé equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
- Utilicé las nuevas tecnologías de información en la organización, para optimizar los procesos de comunicación y eficientar la toma de decisiones.
- Apliqué métodos de investigación para desarrollar e innovar sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.



CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN



- artigos, c. d. (23 de Julio de 2013). *MINITAB, usos y aplicaciones*. Obtenido de Instituto para la calidad:
<http://200.16.4.26/wiki-calidad/minitab-usos-y-aplicaciones#sthash.3peJ3Xym.dpbs>
- Autor, S. (03 de Diciembre de 2010). *Meaning of checking fixture*. Obtenido de Green Fix:
<http://www.greenfix.co.jp/eng/gauge/gauge.html>
- Autor, S. (21 de Marzo de 2010). *Troqueles*. Obtenido de Conformado mecánico de piezas:
<https://conformadomecanicodepiezasdtc.weebly.com/troqueles.html>
- Bautista, A. (10 de Octubre de 2018). *Torno CNC*. Obtenido de Tecnología en Máquinas Herramienta:
<https://tecma.org.mx/torno-cnc/>
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. España: Profit Editorial.
- Ecured. (25 de Septiembre de 2011). *Indicador de Carátula*. Obtenido de Ecured:
https://www.ecured.cu/Indicador_de_car%C3%A1tula
- García, J. (30 de Enero de 2012). *Todo sobre las prensas mecánicas*. Obtenido de Arts Reverie:
<https://artsreverie.com/prensas-mecanicas/>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: MC GRAW HILL/INTERAMERICANA.
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México, MC GRAW HILL/ INTERAMERICANA.
- M. Gryna, F., C.H. Chua, R., & A. Defeo, J. (2007). *Análisis y Planeación de la Calidad. Método Juran*. México: McGraw-Hill Companies.
- Marcelino Aranda, M., & Ramírez Herrera, D. (2014). *Administración de la Calidad, Nuevas Perspectivas*. México: GRUPO EDITORIAL PATRIA S.A. DE C.V.

CAPÍTULO 9: ANEXOS

Auditoría a producto que se aplica en Metalistik.

METALISTIK	Auditoría a Producto checklist	Código: RG-CC-43-CHEKLIST AUDITORIA DE PRODUCTO Rev.:02 Emisión: 24.Nov.15 Revisión: 31.oct.18
------------	---------------------------------------	---

Auditor		Resultado %			
Fecha					
Cliente		Turno	(1ro.)	(2do.)	(3ro.)
Fase auditada	(Recibo) (Final)	(Proceso) (Embarque)	Nombre de la parte		
Nombre y firma del responsable de enterado			No. De Parte		

- Marcar SI, si el control del proceso se cumple al 100% o No de lo contrario e Indicar los hallazgos encontrados.
- Implementar correcciones inmediatas e indicar en el checklist las acciones realizadas y de no ser posible responsable y fecha compromiso.
- Al finalizar la auditoría calificarla y entregarla este registro a documento al responsable de Calidad.

#	Descripción	SI-NO-N/A	Hallazgos encontrados/NO Conformidades/ Observaciones Anotar No de formato y revisión	Acción de Corrección
1	¿Existen los dibujos de la parte correspondiente? <i>Investigar si se tiene diseño del producto y dado de alta en sistema Metawiki.</i>			
2	¿Cumple los requerimientos del cliente? <i>Revisar la matriz de requerimientos de cliente y analizar si se cumplen los requerimientos relacionados al producto.</i>			
3	¿Se cumplen los lineamientos de empaque e identificación? <i>Investigar la norma de empaque autorizada por el cliente y confirmar si se respeta.</i>			
4	¿Existen los documentos de plan de control y plan de producción, con descripciones del proceso? <i>Investigar si se tiene plan de control y cuando tiene su última revisión.</i>			
5	¿Esta disponible y actualizado el AMEF en caso de presentarse una falla? <i>Analizar el amef y comparar contra diagrama de flujo y plan de control este debe coincidir.</i>			
6	¿Está disponible el Lay-out de producción para su consulta? <i>Investigar si se tiene un lay out del flujo del producto y verificar si este se respeta.</i>			
7	¿Están disponibles para su consulta los criterios de validación e instrucciones de prueba? <i>Investigar si se tiene hoja de instrucción de inspección o método de verificación, solicitar se realice la validación tal como la indica el método de inspección.</i>			
8	¿Existen registros acerca de las expectativas del cliente? <i>Verificar si se tiene alguna alerta de calidad y confirmar si esta firmada por las personas involucradas.</i>			
9	¿Existen las calificaciones de las reclamaciones del cliente? <i>Confirmar si el producto auditado a generado algún reclamo o queja del cliente y confirmar si las acciones correctivas se siguen ejecutando.</i>			

	Auditoría a Producto checklist	Código: RG-CC-43-CHEKLIST AUDITORIA DE PRODUCTO Rev.:02 Emisión: 24.Nov.15 Revisión: 31.oct.18
---	---------------------------------------	---

10	¿Existen muestras y catálogos con medidas límite? <i>Confirmar si existe pieza master o pieza de algún defecto que se pueda generar.</i>			
11	¿Se cumple con las especificaciones de material? <i>Confirmar el certificado de calidad del material y que este dentro de norma contra el APL.</i>			
12	¿Cumple con las tolerancias establecidas? <i>Confirmar que todas las cotas del diseño se estén respetando y que estas tengan registro de inspección.</i>			
13	¿A qué número de lote corresponde? <i>Confirmar el lote correspondiente.</i>			
14	¿Se requiere IR/ cual se revisó? <i>Registrar IR confirmado.</i>			
15	¿El dibujo se encuentra actualizado? <i>Confirmar que se esté trabajando acorde el dibujo.</i>			

Comentarios adicionales (Observaciones y propuestas de los Auditores y Auditados):

Auditoría por capas que se aplica en Metalistik.

	Auditoría a Proceso Checklist LPA	Código: RG-CC-37 Rev.: 07 Emisión 04.may.15 Revisión 10.nov.18
---	-----------------------------------	---

Auditor		Área Auditado (Proceso)	
Fecha		Resultado %	
Cliente		Turno	(1ro.) (2do.)
Máquina		No. De Operación	
Firma del responsable del área auditada		Nombre y No. De Parte	

- Marcar **SI**, si el control del proceso, cumple al 100%. **No** de lo contrario e Indicar los hallazgos encontrados. **N/A** si no aplica al área auditada.
- Implementar correcciones inmediatas e indicar en el checklist las acciones realizadas, de no ser posible responsable y fecha compromiso.
- Al finalizar la auditoría calificarla y entregarla este registro a documento al Gerente de Calidad.

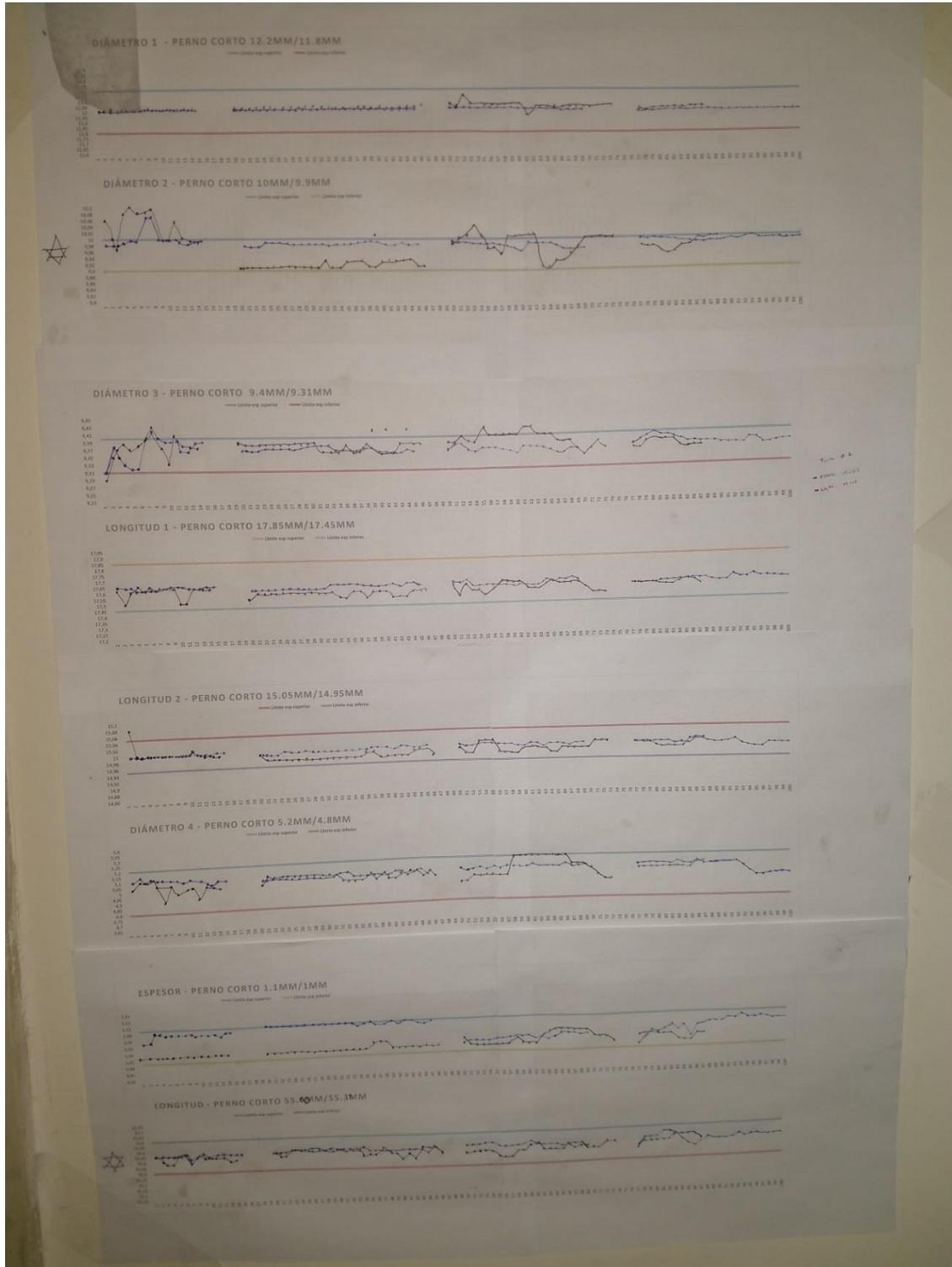
#	Descripción	Si, No, N/A	Hallazgos encontrados/NO Conformidades/ Observaciones Anotar No de formato y revisión	Acción correctiva / Responsable y fecha de quien lo realizara.
1	¿Se encuentran los registros de Parámetros del proceso y TPM de arranque correctamente llenos?			
2	¿Los operadores realizan la operación tal y como lo indica la Hoja de Operación Estándar (HOE)?			
3	¿Están los operadores calificados para realizar la operación? ¿Qué nivel (ILU) tiene el operador?			
4	¿Se encuentran la primera pieza liberada por el Inspector de Calidad?			
5	¿Se encuentran las piezas Master y muestras límites del cliente?			
6	¿Se encuentran las piezas Scrap / No Conformes en el contenedor indicado y debidamente identificadas?			
7	¿Se conoce el procedimiento de Producto No Conforme?			
8	¿En el área de cuarentena se tiene todo el material identificado / con su defecto?			
9	¿Se cuenta con los planes de mantenimiento preventivo?			
10	¿El área está cumpliendo con las 5'S?			
11	¿El área cuenta con los elementos de seguridad necesarios (guardas, señalamientos, etc.), el operador cuenta con su equipo de seguridad personal (EPP)?			
12	¿El área de trabajo está bajo condiciones de temperatura controlada?			
13	¿Se encuentran identificados los botes de desperdicios toxico y peligrosos?			

	Auditoría a Proceso Checklist LPA	Código: RG-CC-37 Rev.: 07 Emisión 04.may.15 Revisión 10.nov.18
---	-----------------------------------	---

14	¿Se encuentran los extintores y contenedores de derrames en su respectivo lugar y no son obstruidos?			
15	¿El área de almacenes cuenta con las áreas debidamente identificadas y delimitadas?			
16	¿Se respeta en los almacenes el FIFO?			
17	¿El material llega a Almacén de PT con su respectiva Tarjeta Viajera?			
18	¿Conocen los empleados las últimas quejas formales de clientes / problemas de calidad?			
19	¿Se identifica correctamente el material en proceso y el que sale?			
20	¿Las verificaciones del plan de control se realizan con la frecuencia adecuada, con el tamaño de muestra correcto y en la forma correcta?			
21	¿Los controles del producto / proceso están dentro de las especificaciones? Si no, ¿se siguen los planes de reacción?			
22	¿Se registran eventos importantes del proceso?			
23	¿Están todos los equipos de medición (requeridos por el Plan de control) disponibles y calibrados en la estación de trabajo?			
24	¿Se conocen y se respetan los requerimientos específicos del cliente?			
25	¿Se encuentra actualizado el AMEF Y RPN? (Indicar en comentarios AMEF y RPN revisados)			
26	Los KPI's se encuentran actualizados y disponibles para gente de producción.			
27	¿El Costo de no calidad está dentro de los límites determinados? (COPQ)			
28	¿La eficiencia del equipo está conforme a los objetivos definidos por la Dirección? (OEE)			
29	¿Se cumple con la eficacia y eficiencia de los procesos?			

Comentarios adicionales (Observaciones y propuestas de los Auditores y Auditados):

Gráficos de control para el seguimiento del caso de la pieza Mal Hinten que se aplican en Metalistik.



Cronograma de las actividades que se realizaron en Metalistik

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Conocer las especificaciones para cada número de parte.					
Comprender los dibujos técnicos de las partes.					
Conocer el proceso para cada parte.					
Analizar los diagramas de flujo de los procesos a través de auditoría interna.					
Analizar los planes de control para ver la porción de reclamos por defectos de las piezas.					
Aplicación de las 8D's para los procesos afectados.					
Rediseñar el AMEF de las partes para tener una mejor herramienta de detección de fallas.					
Conocer y aplicar las Instrucciones y registros de inspección de las piezas.					
Realizar auditoria de proceso y pieza para los trabajadores que trabajan las piezas afectadas.					
Determinar el mejor proceso de metodología para los parámetros de cada proceso.					
Supervisar la producción de las piezas.					
Análisis de las posibles causas de los errores de las piezas.					
Solucionar el problema de las piezas fuera de las especificaciones del cliente.					
Analizar la solución aplicada para ver si aún existen mejoras.					