

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS E INGENIERIA

INGENIERIA INDUSTRIAL



INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA COMO HERRAMIENTA ESTRATÉGICA PARA LA TOMA DE DECISIONES

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

BARAJAS MARTÍNEZ MIGUEL ÁNGEL

DIRECTOR DE TESIS

DR. JUAN ANDRÉS LÓPEZ BARRERAS

TIJUANA B.C

2012

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
--------------------	----

CAPÍTULO 1.- CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA KYOCERA MEXICANA SA. DE C.V

1.1.- Antecedentes de la empresa.....	12
1.1.1.- Ramas industriales que abarca Kyocera	12
1.1.2.- Ubicación exacta de la empresa kyocera Mexicana S.A. de C.V	13
1.1.3.- Significado del logotipo de kyocera.....	13
1.1.4.- Lema corporativo.....	14
1.1.5.- Visión.....	15
1.1.6.- Misión.....	15
1.1.7.- Valores.....	15
1.1.8.- Diez reglas de oro.....	15
1.1.9.- Distribución interna de la planta.....	16
1.1.9.1.- Plano de la planta	16
1.1.9.2.- Distribución de planta actual	17
1.1.10.- Descripción del departamento de metalizado.....	17
1.1.10.1.- División de metalizado	17
1.1.11.- Organigrama del departamento TO (5744).. ..	18
1.2.- Descripción del proyecto.....	18
1.2.1.- Objetivo general.....	19
1.2.1.1.- Objetivos específicos.....	19
1.2.2.- Justificación.....	19

CAPÍTULO 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS OPERACIONES DE KYOCERA MEXICANA SA. DE C.V

2.1.- Proceso de ensamble	20
2.2.- Carga de material en hornos.....	21
2.2.1.- Tipos de carga 2 x 1.....	22
2.2.2.- Carga 2 x 3.....	23
2.2.3.- Descarga de horno	23
2.2.4.- Inspección de soldadura.....	24
2.2.5.- Etapa de lavado de partes	25

2.2.6.- Clipeado / Enrracado.....	25
2.2.7.- Platinado de oro	26
2.2.8.- Desclipeado / Desenrracado	27
2.2.9.- Inspección final	27
2.3. - Herramientas de la Calidad	28
2.3.1.- Metodología 6 Sigma.....	30
2.3.2.- ¿Qué es 6 Sigma?	30
2.3.3.- El comienzo.....	31
2.3.4.- El método.....	32
2.3.5.- Las herramientas.....	33
2.3.6.- Los resultados	33
2.4.- Metodología DMAIC.....	34
2.4.1.- Paso 1: Definir	34
2.4.2.- Paso 2: Medir	35
2.4.3.- Paso 3: Analizar	35
2.4.4.- Paso 4: Mejorar	36
2.4.5.- Paso 5: Controlar	36

CAPÍTULO 3.- DESARROLLO DEL PROYECTO DE INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA

3.1.- Definir.....	38
3.1.1.- Porosidad.....	39
3.1.2.- Motivo de retrabajo	39
3.1.3.- Evidenciar el problema.....	40
3.2.- Medir.....	44
3.2.1.- El defecto.....	46
3.2.2.- Observaciones.....	51
3.3.- Análisis	53
3.3.1.- Diagrama de Pareto.....	53
3.3.2.- Maquinaria.....	57
3.3.2.1.- Descripción general de los hornos de soldado.....	57
3.3.2.2.- Túnel de proceso	57
3.3.2.3.- Controles para la atmosfera.....	57
3.3.2.4.- Gases para el proceso	58
3.3.2.5.- Controlador de temperatura.....	58

3.3.2.6.- Perfil de temperatura para producción.....	61
3.3.2.7.- Obtención de temperaturas de un perfil.....	61
3.3.3.- Método.....	64
3.3.4.- Mano de obra.....	66
3.3.4.1.- Descripción del proceso de ensamble del A460-P004.....	66
3.3.4.2.- Materiales y fixtura para 1ra etapa	66
3.3.4.3.- Materiales y fixtura para 2da etapa	67
3.3.4.4.- Línea balanceada para ensamble de 1ra etapa.....	67
3.3.5.- Medio ambiente.....	70
3.3.6.- Materiales.....	71
3.4.- Implementación.....	72
3.4.1.- DOE (Design Of Experiment)	72
3.4.1.1. - 1ra Prueba	74
3.4.1.1.1.- Parámetros de especificación.....	75
3.4.1.1.2.- Porosidad perno conector-perno anillo.....	77
3.4.1.2.- 2da prueba.....	79
3.4.1.3.- 3ra prueba.....	81
3.4.1.4.- 4ta prueba.....	82
3.5.- Resultados obtenidos.....	84
3.5.1 Ahorros logrados.....	86
4.- Conclusión.....	91
5.- Bibliografía.....	92
6.- Anexos.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Empresa Kyocera Mexicana.....	12
Figura No. 2	Ubicación de Kyocera Mexicana.....	13
Figura No. 3	Distribución actual de la planta.....	16
Figura No. 4	Área de ensamble.....	21
Figura No. 5	Fixtura de ensamble.....	22
Figura No. 6	Método de carga 2x1.....	22
Figura No. 7	Método de carga 2x3.....	23
Figura No. 8	Carga de material en horno.....	24
Figura No. 9	Descarga de material en horno.....	24
Figura No. 10	Área de inspección de soldadura.....	25
Figura No. 11	Área de lavado de ácidos.....	25
Figura No. 12	Piezas enrracadas.....	26
Figura No. 13	Proceso de desenrraque.....	27
Figura No. 14	Área de inspección final.....	28
Figura No. 15	Semiconductor A460 – P004.....	38
Figura No. 16	Salida del horno de soldado.....	57
Figura No. 17	Controles de la atmosfera de gases.....	57
Figura No. 18	Pantalla del horno.....	58
Figura No. 19	Material cargado en horno.....	64
Figura No. 20	Etapas del horno.....	65
Figura No. 21	Ensamble 1ra Etapa.....	66
Figura No. 22	Ensamble 1ra Etapa balanceada.....	68
Figura No. 23	Ensamble 2da Etapa balanceada.....	69
Figura No. 24	Etapa de ensamble doblado del Pin.....	69
Figura No. 25	Etapa de ensamble: posicionamiento de soldadura.....	70
Figura No. 26	Porosidad perno conector- perno anillo.....	70
Figura No. 27	Perno sin porosidad	70
Figura No. 28	Soldadura dañada.....	71

Figura No. 29	1er lote de prueba ZTST LCN 539050.....	73
Figura No. 30	2do lote de prueba ZTST LCN 539051.....	74
Figura No. 31	Hoja de instrucción actualizada	78
Figura No. 32	Inspección del doblado del Pin conector.....	79
Figura No. 33	Ensamble etapa final A460-P004.....	84

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama No. 1	Organigrama del departamento TO.....	18
Diagrama No. 2	Proceso área de ensamble departamento TO 5744.....	44
Diagrama No. 3	Diagrama de Ishikawa.....	56

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1	Demanda mensual por número de parte.....	40
Gráfica No. 2	Cantidad de piezas retrabajadas en enero.....	41
Gráfica No. 3	Cantidad de piezas retrabajadas en febrero.....	41
Gráfica No. 4	Cantidad de piezas retrabajadas en marzo.....	42
Gráfica No. 5	Cantidad de piezas retrabajadas en mayo.....	42
Gráfica No. 6	Cantidad de piezas retrabajadas en junio.....	43
Gráfica No. 7	Tendencia de Yield A460 – P004.....	45
Gráfica No. 8	Porcentaje de defecto de la primera etapa de medición.....	49
Gráfica No. 9	Porcentaje de defectos de la segunda etapa de medición.....	51
Gráfica No. 10	Tiempo de inspección.....	53
Gráfica No. 11	Pareto de porosidades.....	54
Gráfica No. 12	Tendencias de temperatura.....	61
Gráfica No. 13	Resultados del perfil realizado al horno.....	63
Gráfica No. 14	Resultado del perfil de 4ta prueba.....	76
Gráfica No. 15	Resultados 2da prueba.....	80
Gráfica No. 16	Resultados 3ra prueba.....	82
Gráfica No. 17	Resultados 3ra prueba (3a) LCN 539051.....	83
Gráfica No. 18	Tendencias de Yield pasada y actual.....	85
Gráfica No. 19	Tendencia de Yield actual.....	85
Gráfica No. 20	Defectos agosto-diciembre.....	86
Gráfica No. 21	Consumo de soldadura 2002092 para perno anillo.....	87
Gráfica No. 22	Consumo de soldadura 901678 para porosidad perno conector.....	88
Gráfica No. 23	Comparación monetaria.....	89
Gráfica No. 24	Resultados de horas de trabajo antes y actual.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	Bitácora área de inspección de soldadura.....	47
Tabla No. 2	Bitácora de defectos.....	48
Tabla No. 3	Inspección de porosidad 1ra inspección A460-P004.....	48
Tabla No. 4	Inspección de porosidad 2da inspección A460-P004.....	50
Tabla No. 5	Registro de tiempo área de inspección de soldadura.....	52
Tabla No. 6	Criterios de adaptación y rechazo.....	55
Tabla No. 7	Unidades en grados centígrados & in/min.....	59
Tabla No. 8	Monitoreo de temperatura horno.....	60
Tabla No. 9	Especificaciones del perfil para el A460-P004.....	62
Tabla No. 10	Línea balanceada 1ra etapa A460-P004.....	67
Tabla No. 11	Línea balanceada para ensamble etapa final.....	68
Tabla No. 12	Perfil Cusil TO.....	75
Tabla No. 13	Resultados 1ra prueba.....	75
Tabla No. 14	Resultados 2da prueba LCN 539050.....	80
Tabla No. 15	Resultados 3ra prueba.....	81
Tabla No. 16	Resultados 3ra prueba (3a) 539051.....	82
Tabla No. 17	Nuevo perfil.....	83
Tabla No. 18	Consumo de soldadura para el retrabajo del perno anillo.....	87
Tabla No. 19	Consumo de soldadura 9001678 para porosidad perno-conector.....	88
Tabla No. 20	Consumo de soldadura 9001677 para marco anillo.....	89

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la empresa Kyocera Mexicana S.A de CV por brindarme su apoyo al dejarme llevar acabo mi proyecto de Tesis.

De igual forma a mis padres por darme su apoyo durante toda mi etapa como estudiante, por darme consejos y siempre estar conmigo en los momentos importantes.

A mi novia Gabriela Ascencio por brindarme su apoyo incondicional, su sabiduría y fortaleza para seguir adelante día a día.

A mi Director de Tesis el Dr. Juan Andrés López Barreras por guiarme con su experiencia y sabiduría para la realización de la Tesis.

Al Sub-Gerente y encargado del proyecto TO o 5744 la QC Assistant Mngr. Roberto Silva por darme el espacio y apoyo para realizar mi proyecto en el a su cargo.

A la UABC por brindarme la oportunidad de aprender, desarrollarme y ayudarme a ser el ingeniero que soy ahora.

A la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, por darme el soporte necesario para cubrir mis necesidades de estudio y desarrollo.

INTRODUCCIÓN

El ingeniero industrial hoy en día es sinónimo de innovación, competencia, ya que está rodeado de un mercado que día con día es mas competitivo al cual es difícil pertenecer actualmente, para ello este hace uso de todas las herramientas afines a esta profesión, para ser participe en la construcción de un camino dirigido a un mercado mundial, donde solo la mejor empresa logra pertenecer.

A continuación en este presente proyecto realizado en la empresa Kyocera Mexicana S.A de C.V denominado Incremento de la productividad en el área de inspección de soldadura en el departamento TO (5744), buscaremos lograr incrementar la productividad en base a la reducción de defectos conocidos como porosidades que se presentan en el área de inspección de Soldadura.

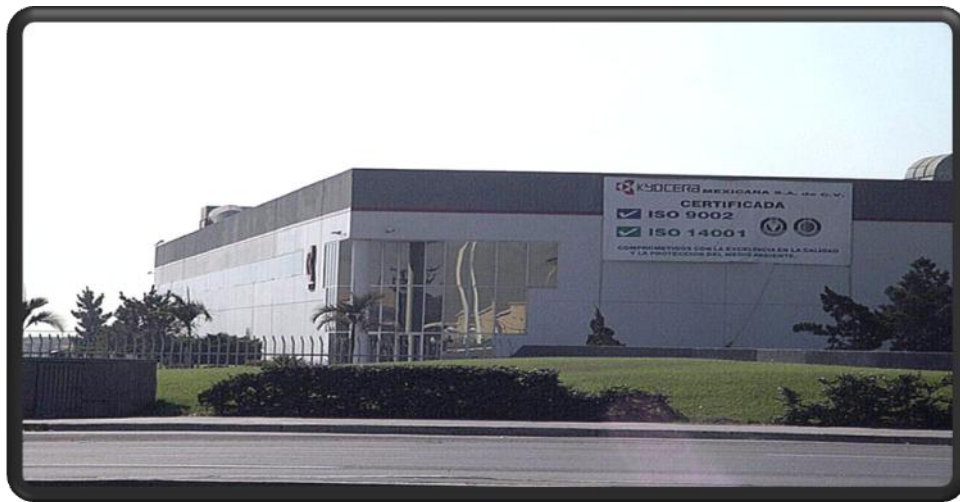
Se hará uso de la conocida metodología DMAIC aplicada para la reducción de defectos, ya que esta herramienta nos permitirá conocer todos los factores que pueden estar interviniendo en la aparición de porosidades, de misma forma esta metodología nos permitirá hacer uso de otras herramientas a fines al ingeniero industrial.

CAPÍTULO 1.- CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA KYOCERA MEXICANA SA. DE C.V

En este capítulo encontraremos los antecedentes generales de la compañía y como fue creciendo a lo largo del tiempo, la ubicación de la misma, su misión y visión, los productos que realizan, las áreas que participan directamente en el desarrollo del proyecto.

1.1 Antecedentes de la empresa.

La compañía, “Kyocera Corporation” fue establecida originalmente en Abril de 1959 bajo el título “Kyoto Ceramic Co., Ltd.” por el Sr. Kazua Inamori y siete colegas suyos. Desde sus inicios, la compañía ha dedicado sus esfuerzos a la innovación de su tecnología y al desarrollo de la cerámica técnica, así como electrónica y productos ópticos de precisión, que satisfagan las necesidades de los consumidores.



“Figura 1.- Empresa Kyocera Mexicana” Fuente: Kyocera Mexicana SA de CV.

1.1.1 Ramas Industriales que abarca Kyocera:

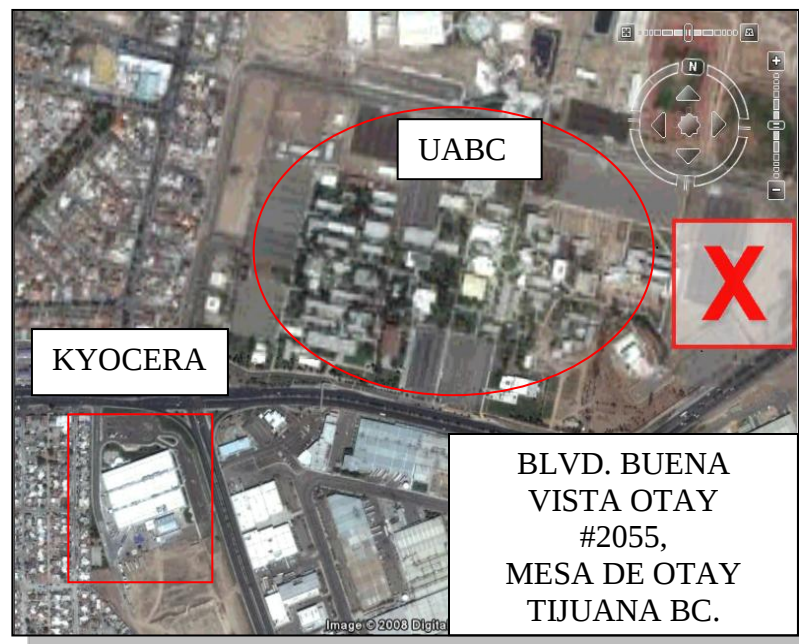
Metales, Textiles, Industria Papelera, Automotriz, Joyería, Cámaras Fotográficas, Industria Médica, Teléfonos Celulares y Productos Electrónicos.

En Mayo de 1971 Kyocera Internacional, Inc. adquiere su primera planta productiva en San Diego, inicia la producción de empaques de semiconductores en E.U.A.

En Octubre de 1987 Kyocera Mexicana, S.A. de C.V. se establece en Tijuana, México, pero es hasta Febrero de 1989 cuando se inaugura oficialmente Kyocera Mexicana, S.A. de C.V. en Tijuana, México.

Siendo edificada en una extensión de diez hectáreas con una construcción de diez mil metros cuadrados, para dedicarse al sub-ensamble de semiconductores y empaques electrónicos activos. Ver figura 2

1.1.2 Ubicación de la empresa Kyocera Mexicana S.A. de C.V.



“Figura 2.- Ubicación de Kyocera Mexicana” Fuente: www.googlemaps.com

1.1.3 Significado del logo de Kyocera:

El centro:

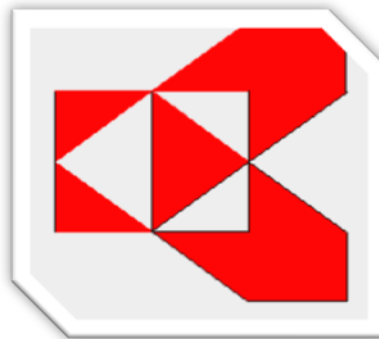
Se encuentra un rombo o diamante, que representa “cero”, o el comienzo, así como el punto de decisión en las tablas de flujo de las computadoras.

A la Izquierda:

En la izquierda del rombo se encuentra la letra “k” de Kyocera.

A la derecha:

En la sección en blanco adentro del logotipo se encuentra la letra “c” de cerámica, la base de la tecnología científica del material de la compañía.

**Los Extremos:**

En el lado derecho se extienden dos flechas que apuntan infinito del cielo y la tierra, los cuales simbolizan el lema corporativo y la oportunidad de crecimiento ilimitado de la compañía.

Uniendo todos estos elementos podemos concluir que en el logotipo de Kyocera se reflejan los deseos de superación de las personas que laboramos para esta empresa y de todas aquellas que pretenden ser miembros de ella con el afán de lograr fines comunes que a todos nos beneficien por medio de la calidad y el constante esfuerzo en equipo.

1.1.4.- Lema corporativo**“RESPETAR LO DIVINO Y AMAR A LA GENTE”**

Conservar el espíritu para llevar a cabo nuestro trabajo con el corazón abierto, imparcial, y humilde, guardando respeto por lo divino, amor a la gente, amor a nuestro trabajo, amor a nuestra compañía y amor a nuestro país.

El lema de KYOCERA ha atraído la atención de diversas sociedades como uno de los elementos que ha hecho a nuestra compañía única en su género, entre las firmas internacionales. Como empleado de KYOCERA, nuestra obligación es la de apoyar este lema en todas las actividades que desempeñaremos durante nuestro trabajo diario.

1.1.5.- Visión

Ser un vínculo importante en productos actuales y en la producción de diseño y desarrollo de nuevos productos.

1.1.6.- Misión

Proveer a las demás entidades de nuestro corporativo, de mano de obra calificada y eficiencia, así como costos competitivos a nivel Nacional.

1.1.7.- Valores

Para Kyocera Mexicana es importante contar con valores organizacionales tales como: Humildad, Amor y Respeto.

Conserva el espíritu para llevar a cabo nuestro trabajo con el corazón abierto, imparcial y humilde, guardando respeto por lo divino, amor a la gente, amor a nuestro trabajo, amor a nuestra compañía y amor a nuestro País.

1.1.8.- Diez Reglas de Oro

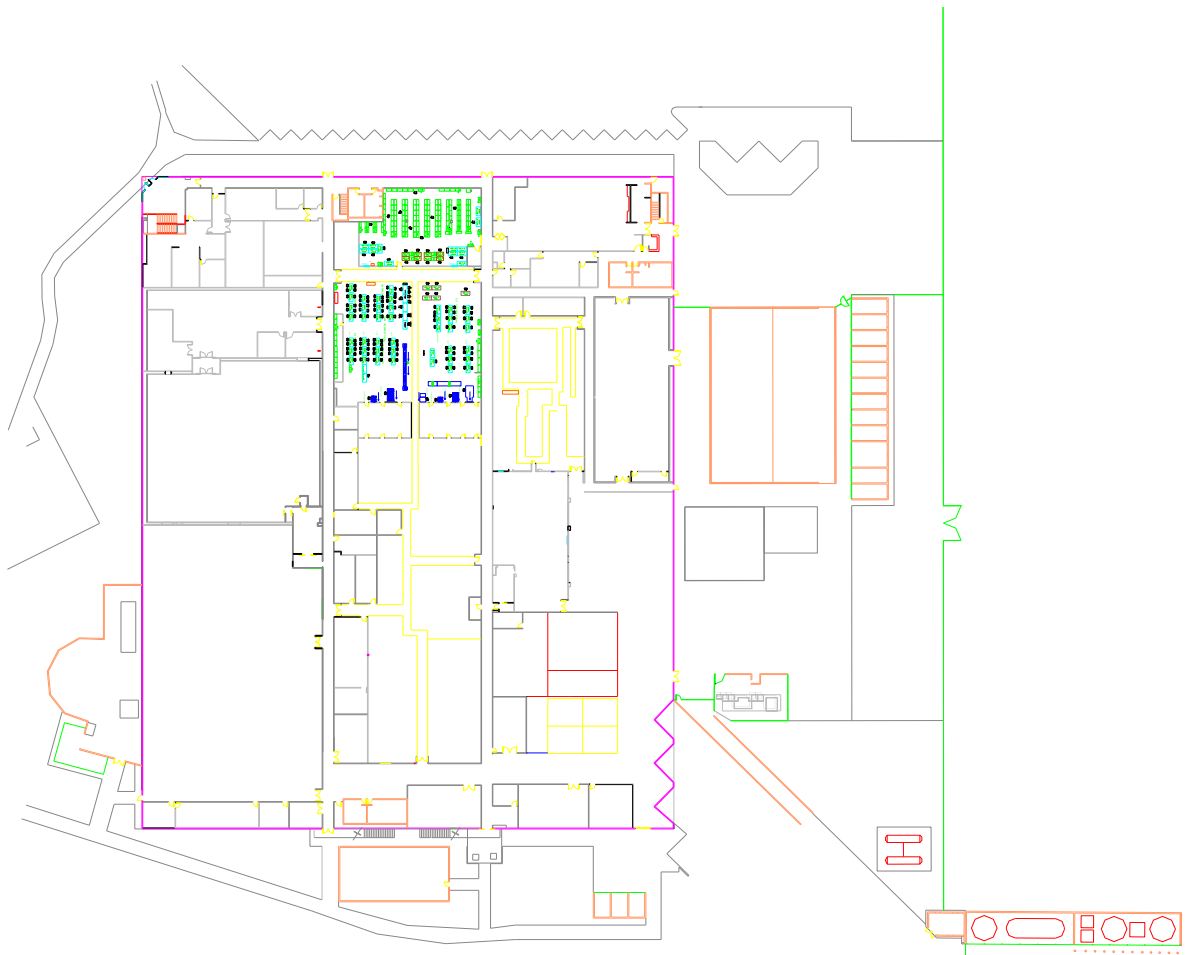
Las 10 reglas de oro tienen como objetivo principal el delinear nuestras buenas costumbres y nuestra imagen dentro del trabajo. Al seguir estas reglas de oro cumpliremos como trabajadores a nuestros compromisos básicos a nuestra Empresa Kyocera.

Imagen, Respeto, Limpieza, Asistencia, Puntualidad, Disciplina, Responsabilidad, Seguridad, Honradez, Costumbres e Identificación.

1.1.9.- Distribución Interna de la Planta

1.1.9.1.- Plano de la planta:

Es una representación grafica a escala de cómo están distribuidas las instalaciones de la empresa (Figura 3). Es utilizado para tener una referencia real de la localización de las diferentes áreas que integran la empresa y poder realizar movimientos o ajustes de manera precisa.



“Figura 3.- Distribución Actual de la planta” Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

1.1.9.2.- Distribución de planta actual

KMX actualmente está constituida por 12 departamentos, uno de ellos es Metalizado, el cual está compuesto por las siguientes áreas: Ensamble, Soldado, Clipeado e Inspección, en esta ocasión nos enfocaremos en el departamento TO o conocido como Depto. 5744 en particular ya que es donde se están presentando los problemas.

1.1.10.- Descripción del Departamento de Metalizado

Kyocera Mexicana cuenta con 12 departamentos actualmente, los cuales tienen objetivos y metas bien definidas, todos estos departamentos conforman la División de Metalizado.

1.1.10.1.- División de Metalizado

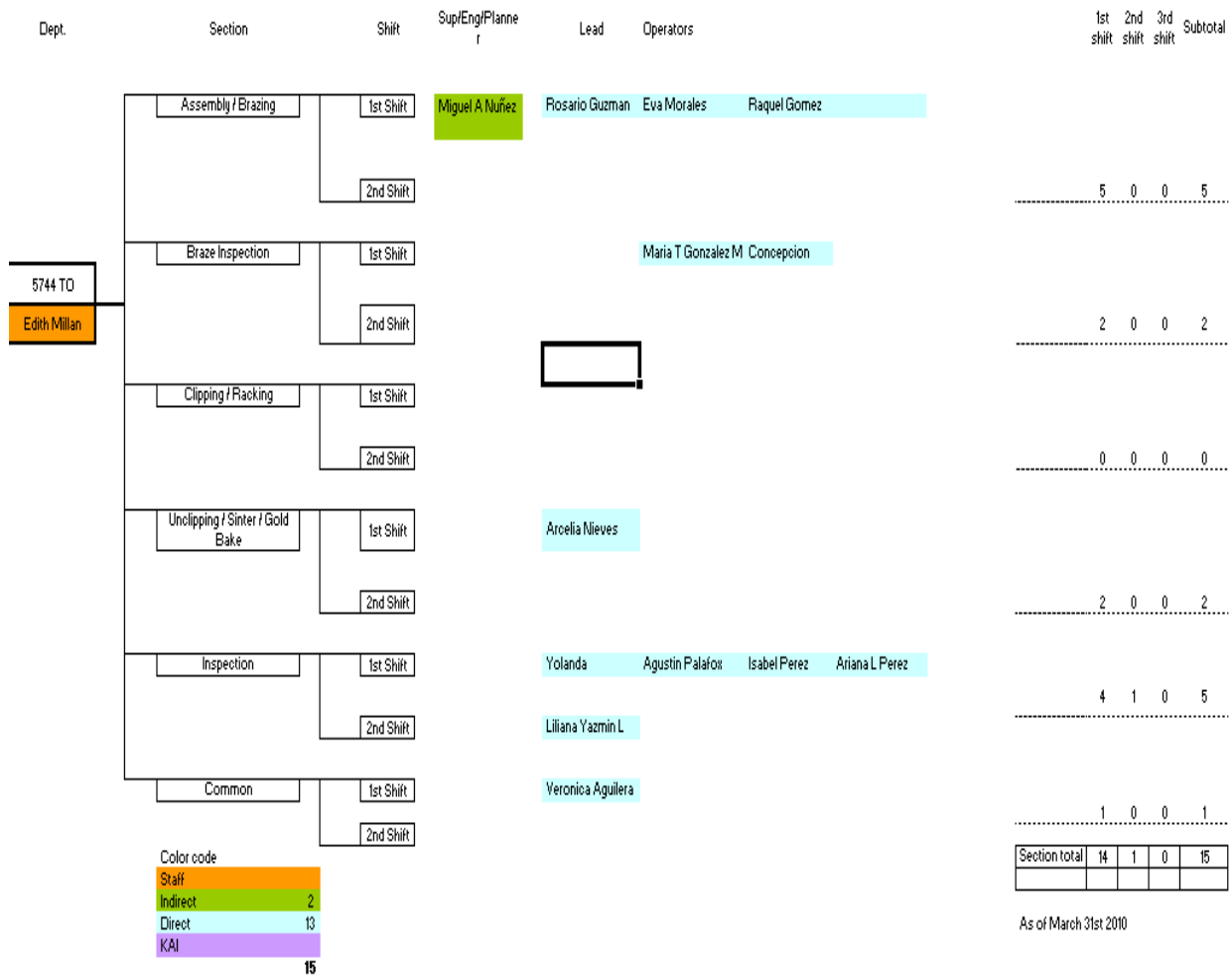
Dentro de la división de metalizado se encuentra el departamento **TO** o también conocido como Depto. **57440** donde se llevará a cabo el proyecto de Reducción del Porcentaje de Retrabajos en el Área de Ensamble – Inspección de Soldadura.

Este departamento se encarga día con día de producir una gran cantidad de lotes de los diferentes tipos de partes que manejan actualmente buscando cumplir los estrictos planes de producción que mensualmente tienden a cambiar por la demanda de nuestros clientes externos, para poder cumplir con estos planes se siguen diferentes procedimientos aplicables para su elaboración tales como: Listado de materiales, la hoja viajera, dibujo de ensamble, despeje de línea, procedimientos aplicables a utensilios y/o equipo a utilizar, máquinas, parámetros, especificaciones del producto, especificaciones de los criterios de aceptación y rechazo, empaque y acomodo final para su envío.

Este departamento cuenta con una organización bien definida que va desde el gerente del Depto. TO siendo este el de mayor jerarquía, siguiéndole por los ingenieros de procesos, supervisores, operadores e inspectores, logrando estos el cumplimiento de las metas de producción y con ello mantener el eficiente funcionamiento del mismo.

A continuación se mostrará un organigrama del departamento TO (57440) donde podremos visualizar las áreas así como el personal a su cargo.

1.1.11 Organigrama del Departamento TO (5744)



“Diagrama 1.- Organigrama del departamento TO” Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

1.2 Descripción del Proyecto

Se buscará el incremento de la productividad dentro del área de Ensamble – Inspección de soldadura, buscando tener un mayor control de las operaciones dentro del área, así como el conocimiento de las causas que están dando marcha a la aparición de defectos.

Es de nuestro conocimiento que nuestros procesos son muy diferentes a los de las otras familias de partes, ya que la mayoría de nuestros números de parte tienen que pasar por una serie de sub-ensambles o también conocidas como etapas en las cuales se da la aparición de defectos y como consecuente el impedimento al paso a la siguiente parte del proceso para dar forma en su totalidad al producto.

1.2.1 Objetivo General

Incremento de la Productividad en el Área de Ensamble - Brazing de la Familia TO o Departamento 5744.

1.2.1.1 Objetivos Específicos

- Análisis de las Operaciones al Proceso en un 100%.
- Identificar, secuenciar y Priorizar Defectos.
- Reducción del Retrabajo en un 5%.

1.2.2.- Justificación

Si el Departamento TO incrementa su productividad, obtendremos mejoras en el control de los procesos de producción conociendo las causas que ocasionan los retrabajos, así como el conocimiento de que parte del proceso es el que tiene mayor incidencia de aparición de defectos y con ello implementar las acciones correctivas aplicables en estos procesos.

CAPÍTULO 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS OPERACIONES DE KYOCERA MEXICANA SA. DE C.V

Para lograr la calidad de nuestros productos se tienen que seguir una serie de operaciones para transformar nuestra materia prima en producto terminado, tales operaciones tienen una serie de pasos los cuales son de gran importancia seguir correctamente, ya que estos tienen lineamientos, especificaciones que hacen que nuestro producto cumpla con los requerimientos de cada área evitando la aparición de problemas.

La manufactura de los productos en Kyocera es muy compleja, ya que las operaciones en la mayoría de las áreas son manuales, participando en la creación del producto en primera parte el factor humano.

Actualmente se logró la creación de un área automatizada para el platinado de todos los productos que Kyocera procesa, con esta área se buscó la reducción de costos, ya que anteriormente el material era enviado a Kyocera América para ser platinado creando esto un costo excesivo para cada departamento. Con esto podemos decir que hoy en día estamos buscando la mejora en nuestros procesos tanto manuales como automatizados logrando así la mejora continua.

Para lograr la creación de nuestros productos, se tienen que realizar una variedad de procesos y actividades las cuales mencionaremos de manera ordenada mostrando desde el punto de partida del material hasta fin de su proceso.

Ensamble de las piezas, Cargar en los hornos, Descargar y empacar, Inspección soldadura, Lavado de plasma, Lavado de ácido, Clipéo y enrraque, Platinado Au o Ni, Desclipéo y desenrraque, Inspección final y Empaque

A continuación se dará una breve explicación de la actividad que se realizan en el área de Ensamble – Inspección de soldadura donde se realizará el Proyecto de Reducción del Porcentaje de Retrabajo.

2.1.- Proceso de Ensamble

Es la primera etapa del proceso y una de las más importantes, ya que esta es el punto de partida para la creación del producto, la buena organización en esta área agiliza el

camino a las siguientes áreas o procesos. En el área de ensamble se crean diferentes números de partes cada una de estas con diferentes especificaciones, de aquí parte el buen balanceo en las líneas de producción con la asignación de actividades a los trabajadores siguiendo una secuencia en el proceso.

En el Depto. TO o 5744 se manejan planes mensuales como en todos los otros Depto. de la división de metalizado, es obligación del ingeniero a cargo el darle la información al supervisor del área del tipo de parte que se producirá en ese momento siguiendo un orden de importancia que se le asigna al número de parte en relación a la fecha pactada de entrega al cliente, de igual forma el operador en esta área debe tener en cuenta que su trabajo se verá reflejado en los resultados finales de producción, por lo cual este debe hacer uso de todas las herramientas que se les proporcionan para que el ensamble salga en perfectas condiciones tales herramientas son las hojas viajeras o travelers, las cuales indican el numero de parte a realizar, la cantidad y la secuencia del proceso que debe llevarse, hojas de instrucción la cual les muestra la materia prima que necesitarán para la elaboración de este y los pasos que deben seguir para cada ensamble o sub-ensamble.

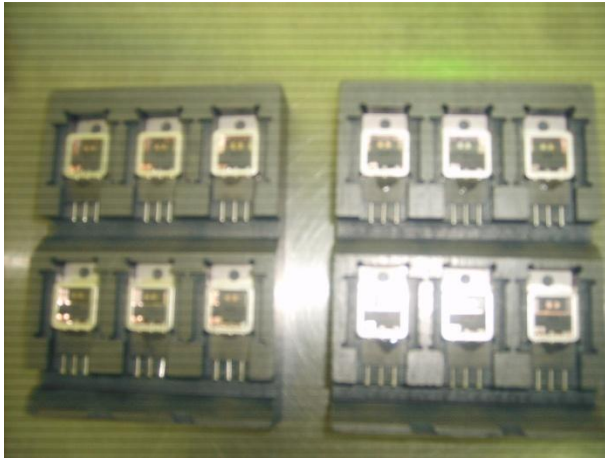


“Figura 4.- Área de ensamble”.

Fuente: Kyocera Mexicana S.A. de C.V.

2.2 Carga de Material en Hornos

Luego de haber concluido el proceso de ensamble en su totalidad, el siguiente paso es cargar el material en el horno correspondiente, para efectuar tal proceso se tienen que contar con mano de obra calificada para elaborarlo, ya que este proceso también tiene sus especificaciones una de estas es: checar la hoja viajera la cual nos indicará el tipo de carga en la que el material será puesto sobre la banda del horno para después introducirse en el mismo. Dependiendo el tipo de parte se manejará un patrón de carga, cada patrón de carga tiene un fin el cual es lograr la mayor transferencia de calor entre

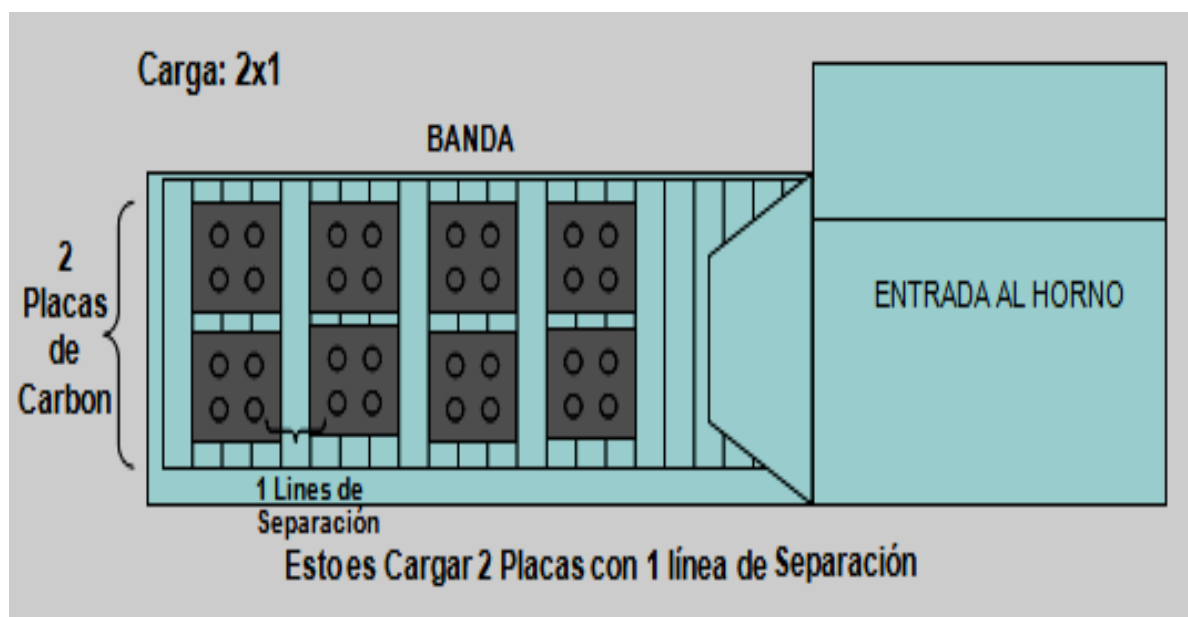


las fixturas en las que se encuentran el material ensamblado para lograr el fundimiento total de la soldadura.

“Figura 5.- Fixturas de ensamble”. Fuente: Kyocera Mexicana SA de CV

2.2.1 Tipos de Carga 2 x 1

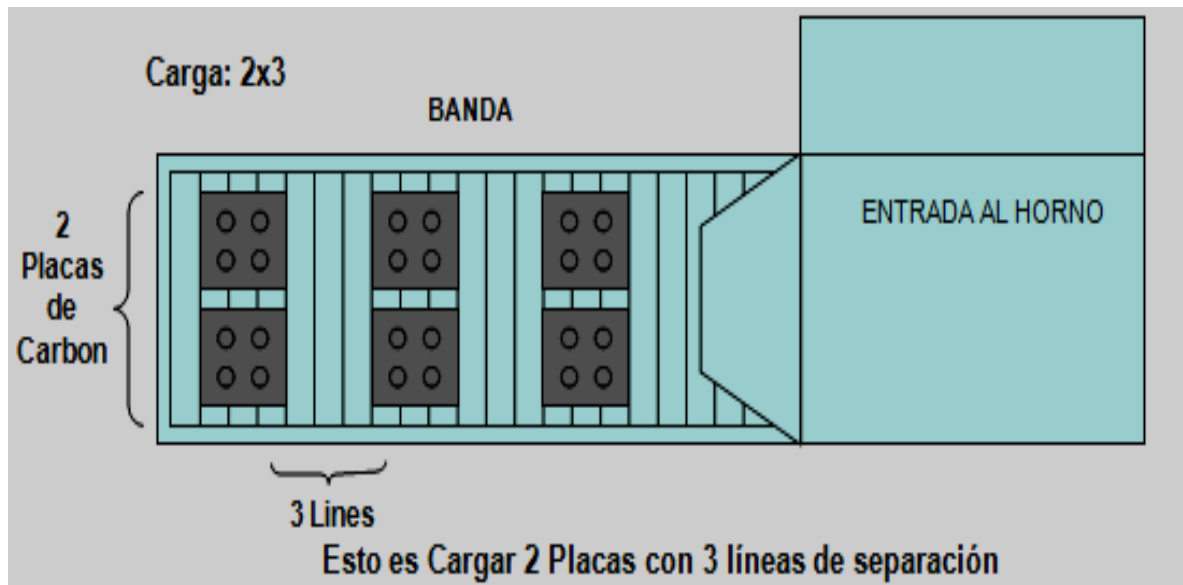
En este tipo de carga el material ensamblado que se encuentra dentro de la fixtura o pokayoke es colocado sobre la banda del horno de tal forma que las fixturas estén colocadas de 2 en 2 habiendo una separación entre cada 2 fixturas de una cadena horizontal de la banda y así continuamente. Ejemplo:



“Figura 6.- Método de carga”. Fuente: Elaboración a partir de datos del departamento 57440 TO.

2.2.2 Carga 2 x 3

En este tipo de carga el material ensamblado que se encuentra dentro de la fixtura o pokayoke es colocado sobre la banda del horno de tal formas que las fixturas estén colocadas de 2 en 2 habiendo una separación entre cada 2 fixturas de 3 cadenas horizontales de la banda y así continuamente. Ejemplo:



“Figura 7.- Método de carga 2x3”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

2.2.3 Descarga de Horno

Luego de haber concluido el tiempo de ciclo en el que la materia estuvo expuesta a altas temperaturas dentro del horno sigue el proceso de descarga, en el cual el operador toma cada una de las fixturas y descargando pieza por pieza la va colocando dentro de una charola de plástico cuidando no dañar una de estas las fixturas. Como las pesas que vienen sobre ella son colocadas en los compartimientos correspondientes para su uso de nuevo, cuidando no revolver las pesas y evitando así el daño de otro material parecido pero con diferentes

especificaciones, esta operación siempre se tiene que realizar con dedos buscando no contaminar la pieza con la grasa corporal.

Fig. 8 Carga de Material en Horno.



Fig. 9. Descarga de Material en Horno.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

2.2.4 Inspección de soldadura

Al tener todo el material que salió del horno en charolas será llevado con los inspectores del área de Inspección de soldadura los cuales se encargarán de analizar pieza por pieza, ensamble o sub-ensamble que la soldadura utilizada en este proceso se haya fundido en su totalidad cubriendo en su totalidad la área en la que fue puesta, si tales piezas carecen de soldadura se le conoce como un defecto de **porosidad** el cual es re TRABAJABLE al 100% en su totalidad, tal re trabajo se realizara en el momento en el que se encuentre una pieza con estas características que la definen como pieza a re trabajar, de igual forma en esta área se pueden encontrar más defectos tales como, alto fluido de soldadura, puentes, material extraño, contaminaciones etc.



Figura 10.- Área de inspección de soldadura. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

2.2.5 Etapa de Lavado de Partes

Es la parte del proceso donde las piezas son removidas totalmente de cualquier material contaminante para estar listas a

llevar a platinado de oro, en esta parte se dan dos tipos de lavados llamados como método A y método C donde solo la diferencia de estos métodos es el tiempo empleado cada uno con las piezas en uno se lleva con un tiempo de duración de 15 segundos y el segundo a un tiempo de 30 segundos.

En este tratamiento las piezas pasan por diferentes lavados de agua y jabón junto con ácido para tratar de eliminar los contaminantes que más difíciles son de quitar en la piezas.



Figura 11.- Área de lavado de ácidos.

2.2.6.- Clipeado / Enrracado

Al terminar el lavado de ácido al material y como consecuente el término de la segunda inspección de soldadura después de lavado, sigue el proceso de Clipeado/ Enrracado, este es el proceso en el cual la pieza es puesta en racas para su platinado de oro.

Antes de realizar el enrraque, se tiene que efectuar el clipéo de cada una de las piezas, este proceso consta en insertar en cada una de las piezas una serie de anillos conductores de electricidad con el fin de lograr el paso de corriente en las áreas aislada para lograr su platinado.

Cada pieza es colocada en una parte en específico de la raza, la raza cuenta con una gran cantidad de bracitos los cuales sostienen cada una de las piezas que conforman un lote, al momento de colocar cada pieza se tiene que tener mucho cuidado tanto de no dañar la pieza como el pin de la raza.

En estas racas se generará un flujo de corriente el cual hará que el oro se adhiera a cada pieza en particular logrando el platinado en su totalidad de la pieza.



“Figura 12.- Piezas enrracadas”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

2.2.7 Platinado de Oro

Al tener el lote completamente enrracado, es llevado a la línea de platinado automatizado.

Anteriormente para realizar este proceso el material se tenían que enviar a Kyocera Americana situada en San Diego C.A, haciendo el proceso un poco más costoso y riesgoso ya que le material estaba expuesto a otras condiciones ambientales.

Hace meses atrás se realizó el proyecto de la nueva línea de Platinado Automatizada en Kyocera Mexicana, tal proyecto fue muy costoso pero benéfico a la vez ya que se hizo una reducción de costos en relación al envió.

El proceso de platinado de oro es realizado por medio del electro - platinado, donde se aplica una cantidad de corriente ya definida a cada rack que pasa por la línea automatizada, tal corriente cambia dependiendo el número de parte a platinar.

Cada rack cuenta con un ánodo, de donde será sostenido por una pinza o gancho en el cual fluye corriente eléctrica. La línea cuenta con una serie de tinas, cada una de estas tiene una solución química en particular, una de ellas es la solución de Cianuro de Potasio Áurico, la cual genera una reacción que logra la separación de las moléculas en la pieza efectuándose el platinado.

2.2.8 Desclipeado / Desenrracado



Terminando el proceso de platinado, estos son llevado al área de desenraque, este proceso primeramente se consta en retirar cuidadosamente de cada una de las piezas los clips que habían sido puestos en estas evitando el daño, posteriormente se procede a desenrracar las piezas de los racks para situarlos en charolas de plástico, para ser enviados al área de inspección

final donde será revisado minuciosamente cada parte que conforma el lote por un inspector calificado, esta etapa del proceso es el último filtro y el más cercano al envío al cliente.

“Figura 13.- Proceso de desenrraque”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

2.2.9 Inspección Final

Siendo este el último filtro del proceso por el que pasa un lote de producción. En esta área se inspecciona todo pieza platinada de oro, buscando evitar el envío de piezas defectuosas al cliente.

Cada pieza es inspeccionada bajo microscopio en un 100%, esto es para cerciorarse que la pieza este en perfecto estado, si el inspector encuentra una condición inusual, la pieza es separada en una charola para que el ingeniero a cargo del área inspeccione la pieza y disponione esta como buena o mala, de igual forma si se da la aparición de defectos o condiciones rechazables del material, este debe ser puesto en charolas con las diferente clasificaciones de los defectos del área de final.



“Figura 14.- Área de inspección final”.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

2.3 Herramientas de la Calidad

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: "La Calidad no se controla, se fabrica". Finalmente llegamos a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total.

El camino hacia la Calidad Total además de requerir el establecimiento de una filosofía de calidad, crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar

al personal y trabajar un equipo, desarrollar a los proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la calidad.

Demanda vencer una serie de dificultades en el trabajo que se realiza día a día. Se requiere resolver las variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los niveles estándares de actuación.

Para resolver estos problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar que en caso de fracasar nadie quiera asumir la responsabilidad. De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos.

Además es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas.

Existen Siete Herramientas Básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización.

El ama de casa posee ciertas herramientas básicas por medio de las cuales puede identificar y resolver problemas de calidad en su hogar, estas pueden ser algunas, tijeras, agujas, corta uñas y otros. Así también para la industria existen controles o registros que podrían llamarse "herramientas para asegurar la calidad de una fábrica", estas son las siguientes: Hoja de control (Hoja de recogida de datos), Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de causa efecto, Estratificación (Análisis por Estratificación), Diagrama de scatter (Diagrama de Dispersión), Gráfica de control.

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estos instrumentos o Herramientas Estadísticas señala que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver hasta el 95% de los problemas.

En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas y no cuantitativas como son: La lluvia de ideas (Brainstorming), La Encuesta, La Entrevista, Diagrama de Flujo, Matriz de Selección de Problemas, etc.

Hay personas que se inclinan por técnicas sofisticadas y tienden a menospreciar estas siete herramientas debido a que parecen simples y fáciles, pero la realidad es que es posible resolver la mayor parte de problemas de calidad, con el uso combinado de estas herramientas en cualquier proceso de manufactura industrial.

Las siete herramientas sirven para: Detectar problemas, delimitar el área problemática, estimar factores que probablemente provoquen el problema, determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no, prevenir errores debido a omisión, rapidez o descuido, confirmar los efectos de mejora, detectar desfases.

2.3.1 Metodología 6 Sigma

El método aplicado, que se denomina DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), utiliza herramientas estadísticas, además de dispositivos que observan las variables de los procesos y sus relaciones, que ayudan a gestionar sus características.

2.3.2 ¿Qué es 6 Sigma?

Seis Sigma, es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la Calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección. Pero ¿qué es exactamente 6 Sigma?

Dicho en pocas palabras, es un método, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.

Literalmente cualquier compañía puede beneficiarse del proceso 6 Sigma. Diseño, comunicación, formación, producción, administración, pérdidas, etc. Todo entra dentro del campo de 6 Sigma. Pero el camino no es fácil. Las posibilidades de mejora y de ahorro de costes son enormes, pero el proceso Seis Sigma requiere el compromiso de tiempo, talento, dedicación, persistencia y, por supuesto, inversión económica.

Un típico coste de no Calidad -errores, defectos y pérdidas en los procesos- puede suponer el 20 ó 30 por 100 de las ventas. El campo es amplio, incluso sin llegar al nivel Seis Sigma (3,4 errores o defectos por millón de oportunidades), las posibilidades de mejorar significativamente los resultados son ilimitadas. Solamente será necesario que la organización ponga a disposición sus capacidades y proceda de manera consistente con sus recursos.

2.3.3 El comienzo

Es esencial que el compromiso con el enfoque Seis Sigma comience y permanezca en la alta dirección de la compañía. La experiencia demuestra que cuando la dirección no expresa su visión de la compañía, no transmite firmeza y entusiasmo, no evalúa los resultados y no reconoce los esfuerzos, los programas de mejora se transforman en una pérdida de recursos válidos. El proceso Seis Sigma comienza con la sensibilización de los ejecutivos para llegar a un entendimiento común del enfoque Seis Sigma y para comprender los métodos que permitirán a la compañía alcanzar niveles de Calidad hasta entonces insospechados.

El paso siguiente consiste en la selección de los empleados, profesionales con capacidad y responsabilidad en sus áreas o funciones que van a ser intensivamente formados para liderar los proyectos de mejora. Muchos de estos empleados tendrán que dedicar una parte importante de su tiempo a los proyectos, si se pretenden resultados significativos.

La formación de estos líderes tiene lugar en cuatro sesiones de cuatro días cada una, a lo largo de un periodo de 12 semanas durante el cual trabajarán en un proyecto concreto de mejora, que los capacitará como candidatos a una nueva profesión, "black belts" como implantadores de estas avanzadas iniciativas de Calidad. Esta formación, impartida por expertos, incluye la selección de un proyecto en la primera semana y la aplicación de lo aprendido a dicho proyecto antes de la sesión siguiente, mediante un equipo de mejora.

Para alcanzar el nivel "black belt" los candidatos tienen que demostrar los resultados conseguidos en el proyecto y éste nivel los capacita para continuar liderando nuevos equipos para nuevos proyectos de mejora.

2.3.4 El método

El método Seis Sigma, conocido como DMAIC, consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases.

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrautilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria.

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave.

A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes.

De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o "pocos vitales" que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

2.3.5 Las herramientas

En los proyectos Seis Sigma se utilizan dos tipos de herramientas. Unas, de tipo general como las 7 herramientas de Calidad, se emplean para la recogida y tratamiento de datos; las otras, específicas de estos proyectos, son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, análisis ANOVA, contraste de hipótesis, diseño de experimentos y, también, algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el QFD y AMFE.

Estas herramientas estadísticas que hace unos años estaban solamente al alcance de especialistas, son hoy accesibles a personas sin grandes conocimientos de estadística. La disponibilidad de aplicaciones informáticas sencillas y rápidas, tanto para el procesamiento de datos como para los cálculos necesarios para su análisis y explotación, permiten utilizarlas con facilidad y soltura, concentrando los esfuerzos de las personas en la interpretación de los resultados, no en la realización de los complejos cálculos que antes eran necesarios.

2.3.6 Los resultados

Conceptualmente los resultados de los proyectos Seis Sigma se obtienen por dos caminos. Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costes que se deriva de la disminución de fallos o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

Así, las experiencias de las compañías que han decidido implantar Seis Sigma permiten indicar desde cifras globales de reducciones del 90 por 100 del tiempo de ciclo o 15 mil millones de dólares de ahorro en 11 años (Motorola), aumentos de productividad del 6 por 100 en dos años (Allied Signal), hasta los más recientes de entre 750 y 1000 millones de dólares de ahorro en un año (General Electric).

2.4.- Metodología DMAIC

Ciclo DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar:

Paso1: Definir el Problema

Paso 2: Observar el Problema

Paso 3: Analizar el Problema

Paso 4: Actuar sobre las causas

Paso 5: Estudiar los resultados

Paso 6: Estandarizar

Paso 7: Establecer conclusiones

Herramienta de la metodología Seis Sigma (Six Sigma), enfocada en la mejora incremental de procesos existentes.

DMAIC es un acrónimo (por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control) de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

La herramienta es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora.

Cada paso en la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

2.4.1 Paso 1: Definir

En la fase “Definir”, el equipo de proyecto Six Sigma identifica un proyecto para su mejora basado en objetivos empresariales y las necesidades y requerimientos del cliente. Six Sigma se basa en “solucionar un problema con una solución desconocida”. Para desentrañar la solución, primero debe ser definido el problema en términos medibles y concretos.

El equipo identifica las características críticas para la calidad (CTQ) que tienen mayor impacto sobre ésta, separando las “pocas y vitales” de las “muchas y triviales”. Con el

CTQ identificado, el equipo puede crear un mapa de procesos para ser mejorado con objetivos medibles y tangibles.

2.4.2 Paso 2: Medir

En la fase “Medir”, el equipo empieza con la métrica adecuada. Las medidas críticas necesarias para evaluar el éxito del proyecto son identificadas y determinadas. La capacidad inicial y la estabilidad del proyecto se determinan para establecer una base para la medición.

Una métrica válida y de confianza es establecida para vigilar el progreso del proyecto durante la fase de Medir: La inversión, el proceso y los indicadores de rendimiento son identificados. Una vez el proyecto tiene una definición clara con un juego de indicadores medibles, el proceso será estudiado para determinar los Pasos Clave del Proceso y un plan operativo definido para medir los indicadores.

Los impactos potenciales en el CTW de cada inversión serán considerados con respeto a los defectos actuales generados en el proceso. Los datos de entrada clave serán priorizados para establecer una corta lista para estudiar en más detalle y para determinar las formas potenciales en las que el proyecto puede fallar. Una vez las razones de cada fallo en la inversión sean determinados, se pondrán en marcha planes de acción preventiva.

2.4.3 Paso 3: Analizar

A través de la fase “Analizar”, el equipo puede determinar las causas del problema que necesitan mejorar y cómo eliminar la zanja existente entre el rendimiento actual y el nivel deseado de éste. Ello implica descubrir por qué se generan los defectos identificando variables clave que sean la causa más probable de la variación en el proceso.

A medida que el equipo Six Sigma avanza por la fase Analizar y subsecuentemente la fase Mejorar del proceso, descubrirá varios procesos y escenarios de mejora y determinará cual tiene el mejor impacto en el beneficio neto de la empresa. Un error común que la gente hace cuando se discute acerca de Six Sigma es pensar que el

proceso DMAIC conlleva mucho tiempo para observar mejoras. Esto está muy alejado de la verdad.

A menudo se obtienen mejoras rápidas muy tempranamente en el proceso y son frecuentemente implementadas una vez el equipo ya ha llegado a la fase Analizar. Si el equipo no ha identificado aún ninguna gran mejora, ésta se consigue mediante un proceso de escrupuloso análisis acompañado de datos. Las técnicas de análisis Six Sigma son herramientas valiosas para descubrir soluciones difíciles.

2.4.4 Paso 4: Mejorar

La fase “Mejorar” es la transición del proceso a la solución. Las inversiones críticas han sido verificadas y optimizadas asegurando las causas de los problemas. Una vez las causas de los problemas han sido determinadas en la fase “Analizar”, el equipo identifica y cuantifica que pasará si las mejoras necesarias no se realizan y que pasará si se tarda mucho tiempo en llevarlas a cabo.

Esto desarrolla un análisis de coste/beneficios. Muy a menudo, el proceso de experimentación simple y la simulación ofrecen al equipo grandes ganancias en este paso. A su vez, en la fase “Mejorar”, el equipo desarrolla e implementa un plan con un cambio en el acercamiento en la gestión que ayudará a la organización en la puesta en marcha y adaptación de las soluciones y en los cambios que resultarán de ello.

2.4.5 Paso 5: Controlar

El éxito en la fase “Controlar” depende de cómo de bien el equipo lo haya hecho en las fases anteriores. Las claves son un sólido plan de vigilancia con un cambio adecuado en los métodos de gestión que identifiquen los interesados. Las lecciones aprendidas son ahora implementadas y las herramientas están puestas en su lugar para asegurar que las variables clave permanecen en un alcance adecuado a través del tiempo, así que las ganancias en el proceso de mejora se mantengan.

El equipo desarrolla un proceso de no intervención, planes de reacción y materiales de entrenamiento para garantizar el rendimiento y los ahorros a largo término para el proyecto. Documentar el proyecto es muy importante para que los nuevos

procedimientos y las lecciones aprendidas se mantengan y proporcionen ejemplos concretos para la organización.

En el cierre de la fase “Controlar”, la propiedad y el conocimiento se transfieren al propietario del proceso y se le encomiendan responsabilidades al equipo del proceso. Finalmente, el equipo identifica cuales son los siguientes pasos para futuras oportunidades de procesos Six Sigma identificando las réplicas y estandarizaciones de oportunidades y planes.

CAPÍTULO 3.- DESARROLLO DEL PROYECTO DE INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA.

Para dar marcha a una de las partes más importante del proyecto como es el desarrollo ya que es en esta etapa donde se hace uso de todos los medios necesarios para concluir un estudio y obtener resultados esperados.

Se hizo uso de la metodología DMAIC para desarrollar esta etapa del proyecto, ya que era una de las más acertadas para lograr los objetivos antes planteados ya que esta toma en cuenta todo lo que involucra un proceso.

3.1 Definir

La elaboración de semiconductores de buena calidad es el objetivo principal de la división de Metalizado en la empresa Kyocera Mexicana.

Dentro del proceso de elaboración de los semiconductores en el departamento TO de la empresa Kyocera Mexicana se nos han presentado una serie de problemas dentro del área de ensamble, tales problemas son la aparición de

defectos en las piezas que se trabajan en este departamento y que han estado afectando en la calidad y productividad del departamento anteriormente mencionado, ya que los números de partes trabajados en esta área están siendo retrabajados y como consecuencia la retención de los lotes en esta área.

Existen una serie de defectos similares en todos los números de partes elaborados en esta área, algunas cosas que diferencian esto, son que algunos números de parte tienen que pasar por una serie de sub-ensambles que hacen un poco mas tardado el ensamble en totalidad de la pieza.

“Figura 15.- Semiconductor A460-P004



La aparición de defectos son detectados después de que el ensamble o sub-ensamble de una pieza ha pasado por el proceso de soldadura dentro de los hornos del departamento, tales defectos son detectados en el área de Inspección de soldadura y de igual forma re TRABAJADOS en esta misma área.

Todo material re TRABAJADO en el área de inspección de soldadura es regresado al área de ensamble para posteriormente ser cargado nuevamente en los hornos para pasar de nuevo por el proceso de soldado, creando un cuello de botella y afectando la productividad del departamento TO, impidiendo el ensamble final de la pieza o en su caso el paso al siguiente sub-ensamble.

El defecto que se ha presentado los últimos meses y que no ha podido ser eliminado es la aparición de porosidades en algunas piezas de gran demanda e importancia para este departamento.

3.1.1.- Porosidad

Puede ser definida como los escasos, fluido excesivo o falta de soldadura en la unión de dos componentes, haciendo la unión de estas más débil y como consecuencia el incumplimiento de los requerimientos del cliente.

Este defecto se conoce como porosidad entre la unión Marco y Anillo de sellado, la fotografía muestra en la parte rodeada de rojo una escasez de soldadura entre la unión de los componentes antes mencionado.

La aparición de porosidades no solo se da entre la unión de estos dos componentes, esta puede aparecer entre la unión Base – Pin conector, Marco - base, Pin conector – Pin Eyelet, Porosidad en el Pin Eyelet etc. Tales defectos se mostraran más adelante en forma clara e ilustrados con una imagen.

3.1.2.- Motivo de re trabajo

A todo problema es importante encontrarle una solución, es por esto que se buscará la reducción de defectos en el área de Ensamble del Departamento TO.

El por qué re TRABAJAMOS los diferentes números de parte es una pregunta muy acertada, la respuesta es que para que todo número de parte pueda concluir el

proceso de soldadura y poder pasar a los siguientes procesos, debe estar exento de cualquier tipo de defecto, es por ello que los lotes se inspeccionan en un 100% buscando detectar y solucionar los problemas que se presentan en esta área tales son porosidades.

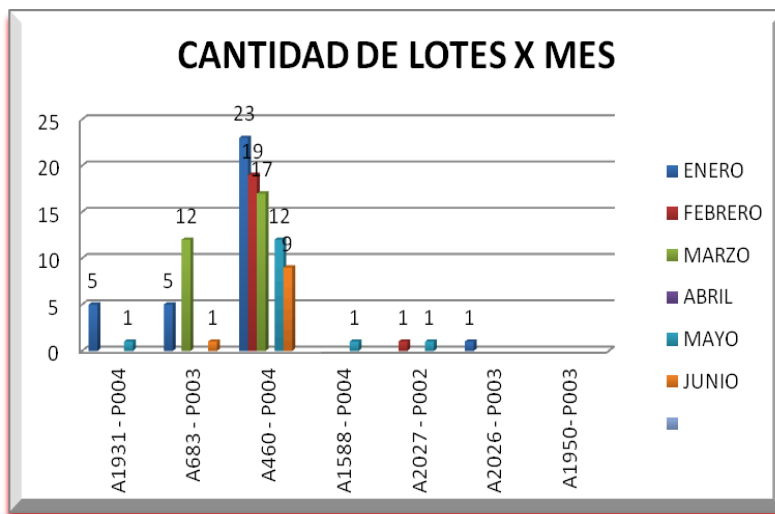
Este tipo de defecto dentro de una ponderación estaría en el primer puesto haciéndolo un problema el cual se debe solucionar.

3.1.3.- Evidenciar el problema

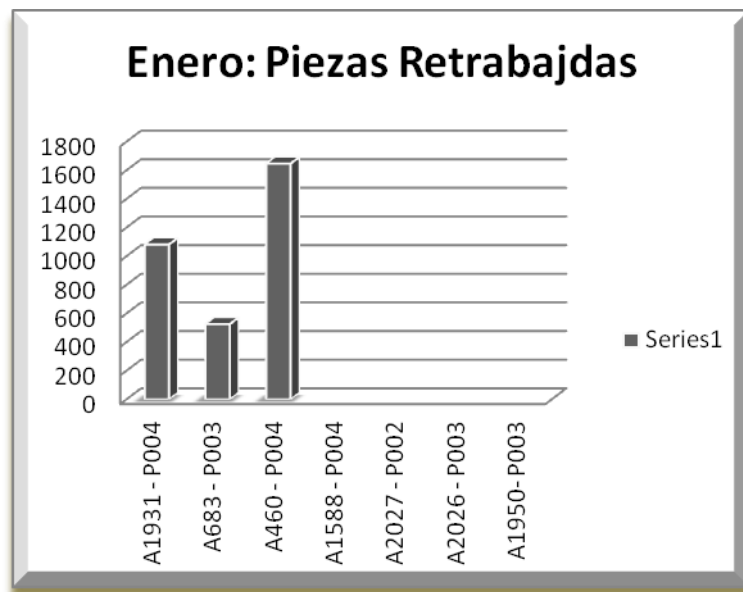
Para poder demostrar que es un problema serio que esta impactando en nuestra productividad en el área y de igual forma con nuestra calidad, hacemos el uso de información pasada, resultados de meses anteriores que nos brindarán información clara para poder ver el comportamiento de los diferentes números de parte que se han estado trabajando en esta área.

En esta gráfica se nos muestra la cantidad de lotes retrabajados en meses pasados en el departamento TO de la empresa Kyocera Mexicana, tal gráfica nos muestra tanto la cantidad de cada número de parte que se ha retrabajado y de igual forma el poder darse cuenta cuales son nuestros números de parte que hacen fuerte al departamento y los cuales lo están haciendo funcionar.

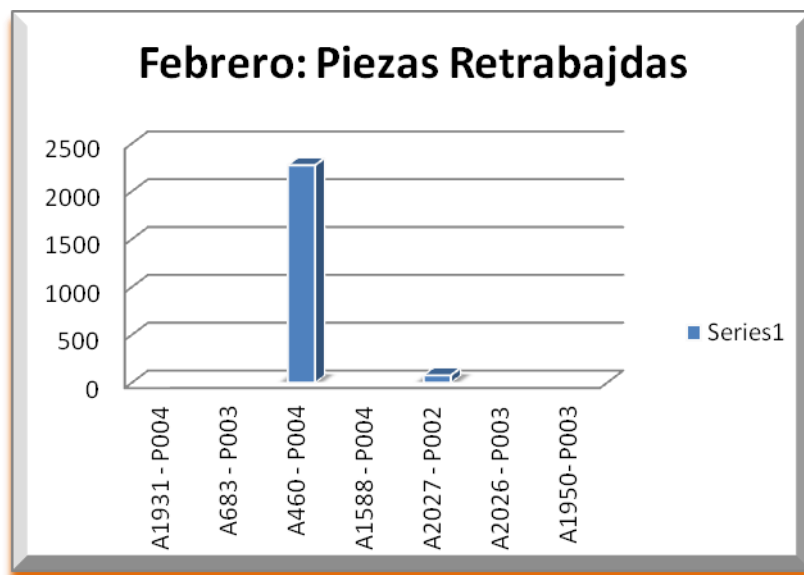
Como se puede observar contamos con un número de parte que se ha trabajado en todos los meses tal número de parte es el A460-P004 dándonos un panorama de la importancia que es para el departamento este número de parte.



“Gráfica 1.- Demanda mensual por número de parte. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

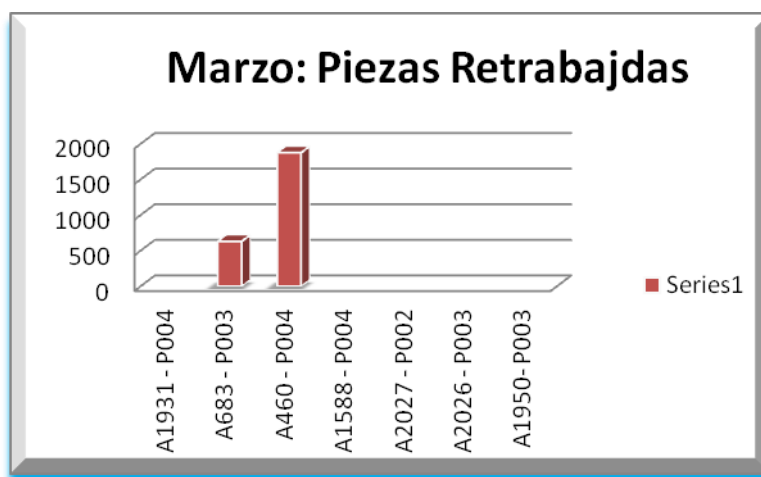


“Gráfica 2.- Cantidad de piezas retrabajadas en enero”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

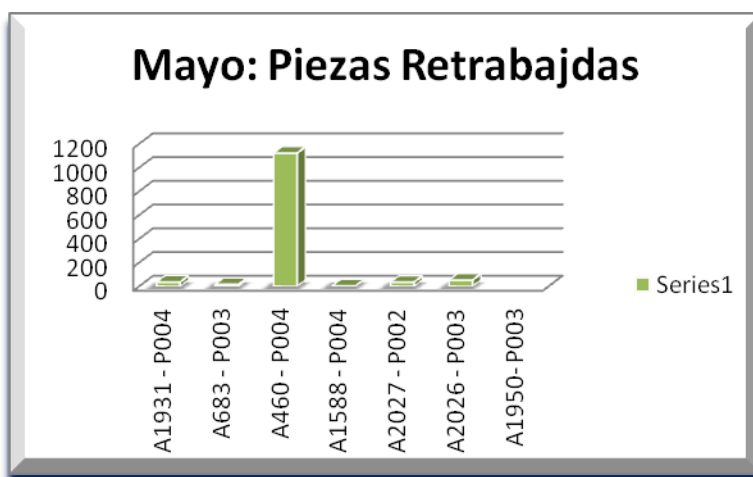


“Gráfica 3.- Cantidad de piezas retrabajadas en febrero”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

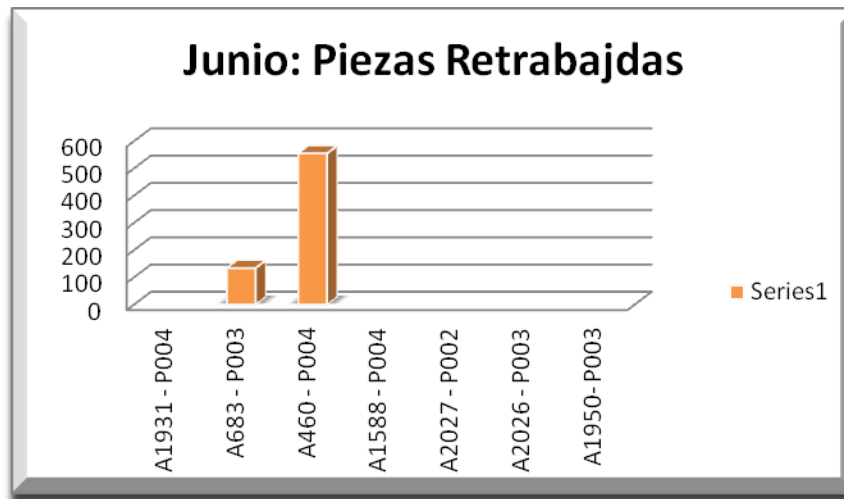
Estas gráficas nos muestran los números de parte retrabajados durante el mes de enero del 2010, de igual forma los números de parte en los cuales se ha dado más la aparición de defectos y en consecuencia la cantidad de piezas que han sido retrabajadas en el transcurso de ese mes.



“Gráfica 4: Cantidad de Piezas Retrabajadas en marzo”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



“Gráfica 5: Cantidad de piezas retrabajadas en mayo”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



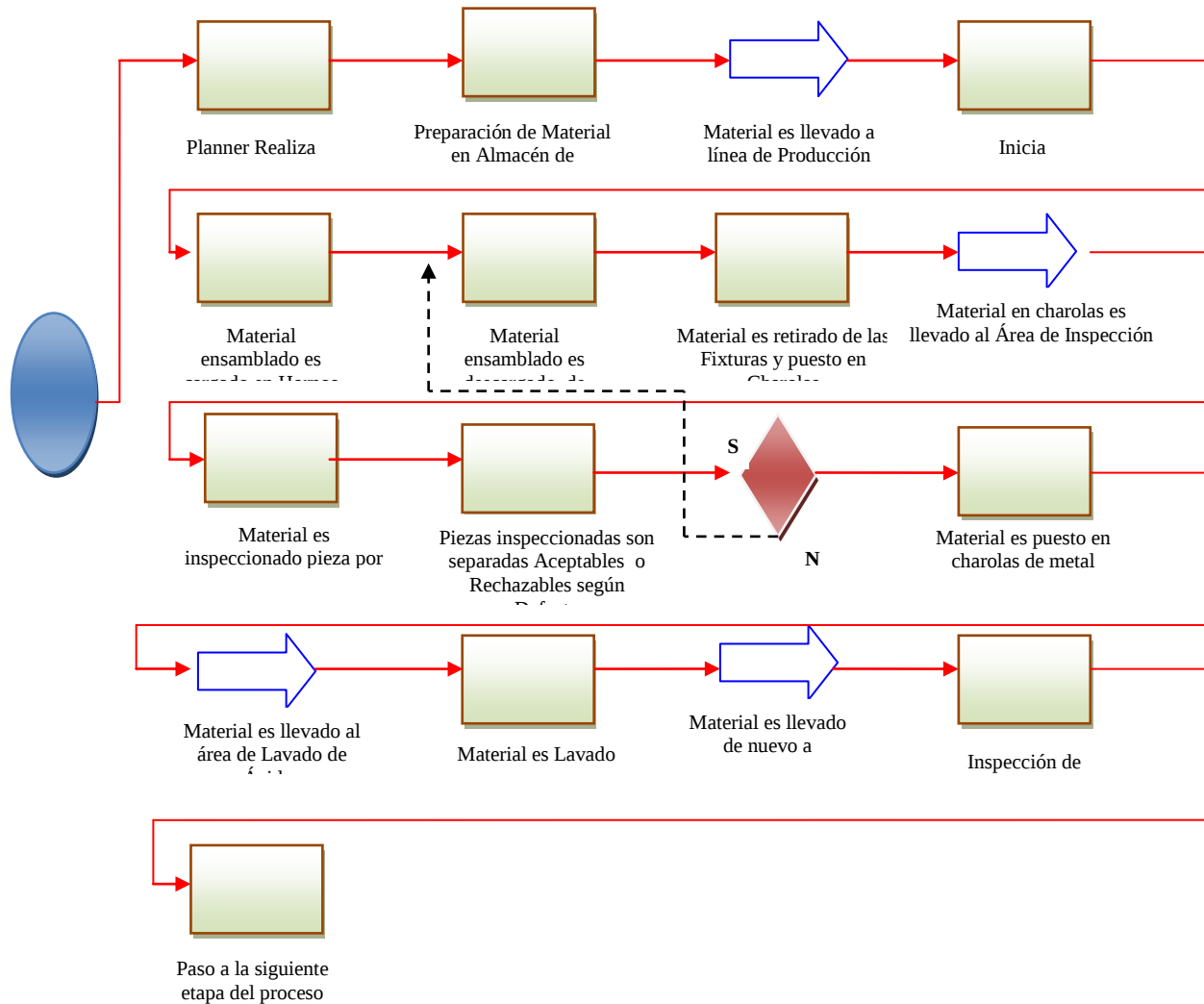
“**Gráfica 6:** Cantidad de Piezas Retrabajadas en junio”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

Como se pudo observar en las gráficas del resto de los meses que han corrido durante el año 2010, son una gran cantidad de piezas que salen defectuosas y por consecuente retrabajadas creando un cuello de botella y una baja productividad en el Área de Ensamble de este departamento, es por eso que se decidió atacar este problema que se ha venido presentando durante los meses pasados.

Estas gráficas nos arrojan una gran cantidad de información muy importante como el saber que número de parte es la que está siendo retrabajada en mayor volumen por cantidad de piezas o lotes.

Esto nos permitirá tomar una decisión de que número de parte atacar en base a la información pasada y saber cuál de estos está tomando mayor partida e incidencia en la aparición de porosidades durante el proceso de Ensamble – Inspección soldadura.

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos en los meses previos el departamento TO de la empresa Kyocera Mexicana decidió el que el número de parte el cual se buscaría atacar seria el **A460-P004**, ya que este es el número de parte que más demanda tiene en el departamento y en el cual se está dando la mayor aparición de defectos después de su ensamble final.



“Diagrama 2. Proceso Área de Ensamble departamento TO 5744”
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

3.2 Medir

La etapa de medición es una de las más importantes ya que esta la que nos brindará la mayor cantidad de información en relación a los resultados que se están obteniendo en relación al proceso, esta nos permitirá crear nuestros planes de mejora guiados a la solución de problemas en específico, nos brindará un panorama del comportamiento de

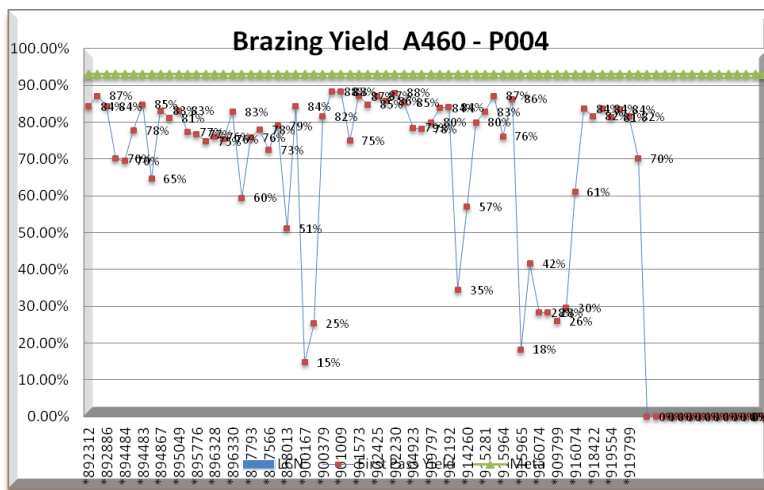
cada uno de los lotes del número de parte A460-P004 con el cual se están teniendo la aparición de porosidades después del término de su ensamble en el área de ensamble. El uso de parámetros estadístico en esta etapa del proyecto es muy importante, ya que estos son los que dan respuesta a acciones o resultados que si han teniendo durante un periodo de tiempo.

Uno de los parámetros más importantes que nos muestra de una forma muy general las tendencias que está teniendo el proceso son los parámetros de Yield, término utilizado en compañías extranjeras pero también conocido como Rendimiento del proceso en México, estos nos muestran resultados comprados con metas o simplemente lo bueno separado de lo malo.

Con este parámetro establecemos nuestras metas y logramos la comparación de nuestros resultados con lo planeado, esta nos da camino a la toma de decisiones ya que resume todo el proceso en general y nos hace hincapié a la necesidad de crear acciones correctivas a problemas o necesidades que surgen por el mal control del proceso o simplemente por el hecho de seguir una nueva meta que el departamento impone para la obtención de mayores ganancias o simplemente la mejora del proceso en específico.

Las gráficas del **Yield** (Rendimiento) son muy utilizadas para resultados finales en un proceso, dado es el caso que en el departamento TO o 5744 de la empresa Kyocera Mexicana este parámetro es utilizado para resultados finales y no resultados parciales de cada etapa del proceso.

La decisión de utilizar este parámetro para un resultado de una etapa parcial fue decisión propia ya que es el más adecuado para ver, analizar y darle seguimiento a un proceso en específico.



“Gráfica 7: Tendencia de Yield A460-P004”.

Como se puede observar en esta gráfica nos muestra los resultados de cada uno de los lotes del número de Parte A460-P004 que actualmente se han estado corriendo en las líneas de producción del Departamento TO. Nos muestra el porcentaje de piezas buenas obtenidas en cada uno de los lotes de producción de este número de parte, cabe mencionar que el tamaño de cada lote de este número de parte es de 600 piezas, siendo esta la cantidad a la que se hace comparación los defectos encontrados en el área de inspección de soldadura y como consecuente dándonos un porcentaje de piezas aceptadas en cada lote de producción.

Fue necesario mostrar el número de identificación también conocido como LCN de cada uno de los lotes de este número de parte que actualmente se está trabajando.

Podemos darnos cuenta que el comportamiento de los lotes después de su ensamble es muy variado, se han obtenido resultados realmente malos tales que algunos lotes han estado por debajo del 60% de piezas buenas, de igual forma que no logramos estar en un porcentaje por arriba del 87% siendo que la meta es lograr estar en un 93% de yield o mucho mejor por encima de este.

Esto nos muestra que hay un descontrol y un mal seguimiento del problema en esta área, es por eso que es de vital importancia el conocer cuál es el problema y darle seguimiento para saber las acciones correctivas que se deben tomar para mantener un control que nos dé resultados positivos en relación a las metas del departamento.

No solo es importante mostrar un resultado general de yield, es también importante resaltar que defectos son los que están influyendo en estos resultados.

3.2.1.- El Defecto

Como mencionamos anteriormente el defecto en el cual trabajaremos son Porosidades en el número de parte A460-P004, pero para poder lograr un mejor comprensión y de igual el poder saber el por qué está sucediendo este defecto se dio seguimiento a cada uno de los lotes con este número de parte buscando tenerlo monitoreado en un 100%, cabe mencionar que el defecto general son Porosidades y estas se pueden dividir en Porosidades como son Marco anillo de sellado, Perno conector- Anillo metálico, Base marco, Perno – anillo metálico, Perno Base.

Es necesario hacer esta separación para conocer el problema más a fondo y poder encontrar la causa raíz del problema. Hay que recordar que el determinar problemas falsos o inciertos, nos lleva a soluciones falsas e inseguras, es por eso que es de vital importancia el determinar el daño con exactitud para implementar soluciones exactas y lograr mejoras importantes. Además es necesario medir la calidad para poder mejorarla.

Las inspecciones se realizaron en un periodo de dos meses, en el cual cada mes se estuvo separando por defectos, de igual forma llevar el registro de cada tipo de defecto, esto con el fin de conocer los diferentes tipos de defectos que están apareciendo en este número de parte.

Se hizo uso de nuevas bitácoras en el área de ensamble e inspección de soldadura, esto con el fin de obtener toda la información de los lotes de producción que pasan por estas áreas.

Bitacora para Inspeccion Brazing														
				Ensamble "Etapas"								Retrabajo		
	No. de Parte	LCN	Fecha	1er.	2da.	3er.	4ta.	5ta.	Hr. Entrada	Hr. Salida	No. de Piezas	Hr. Inicio	Hr. Salida o Terminacion	Cantidad de Piezas Retrabajadas
1														
2														
3														
4														

“Tabla 1.- Bitácora área de inspección de soldadura”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

Esta bitácora se hizo con el fin de registrar en qué etapa del proceso de ensamble se estaban teniendo los problemas, de igual forma se hizo con el fin de registrar la fecha y el tiempo en el que se inició la inspección y a la vez se concluyó esta, también la cantidad de piezas que resultaron de un lote para ser retrabajadas y el tiempo que duraron en serlo.

Bitacora de Defectos TO (5744)								
Numero de Parte	LCN	Fecha	Pin Conector - Pastilla	Marco - Anillo de Sellado	Pin Egelet	Pin Conector - Pin Egelet	Marco - Base	Total

“Tabla 2.- Bitácora de Defectos”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

Con esta bitácora de defectos se buscó desglosar todos los defectos en cada uno de los lotes de producción, que en su momento pudieran presentar las piezas al salir del horno.

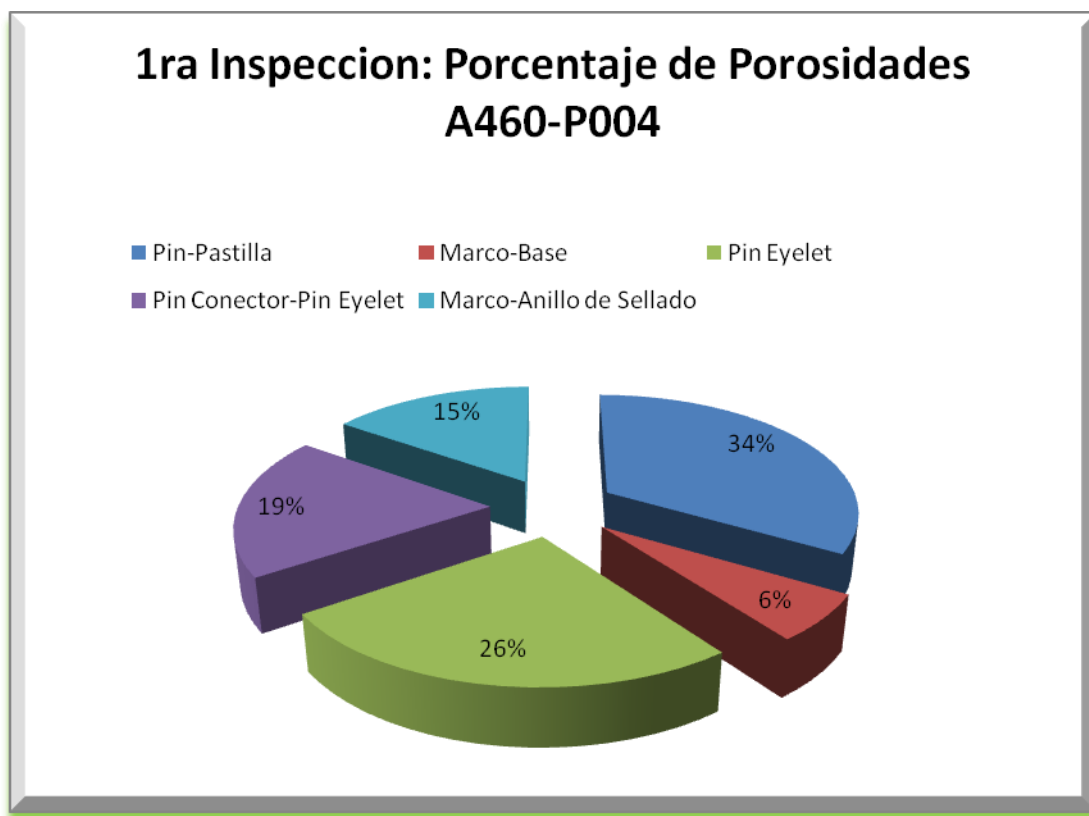
A continuación se mostrarán los registros del comportamiento de los lotes del A460-P004 durante un periodo de dos meses dividido por defecto Agosto y Septiembre respectivamente.

LCN	Perno-Pastilla	Marco-Base	Perno Anillo	Perno Conector-Perno Anillo	Marco-Anillo de Sellado	TTL	% Defectos	Yield
925890	32	6	4	21	16	79	13.2	86.8
924675	25	17	9	22	7	80	13.3	86.7
926624	19	24	25	33	11	112	18.7	81.3
927689	21	4	28	22	1	76	12.7	87.3
928566	29	12	30	16	14	101	16.8	83.2
927690	43	11	16	44	25	139	23.2	76.8
929003	138	7	44	28	42	259	43.2	56.8
929411	21	17	23	27	10	98	16.3	83.7
929002	43	15	16	20	25	119	19.8	80.2
930050	74	0	52	17	22	165	27.5	72.5
930783	54	4	110	16	56	240	40.0	60.0
931084	87	2	75	25	19	208	34.7	65.3
931091	103	10	101	103	67	384	64.0	36.0
	689	129	533	394	315	2060		
	33%	6%	26%	19%	15%			

“Tabla 3: Inspección de Porosidades 1ra. Inspección de Porosidades A460-P004”
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

Como se puede observar son una gran cantidad de defectos que aparecen en cada lote de producción en la primera inspección y que son retrabajables y que crean un cuello de botella en el área ya que vuelven a ser cargados en el horno para lograr la fundición de la nueva soldadura que es colocada en la pieza.

Es notorio que el defecto con mayor incidencia es la porosidad que se da entre el pin y la pastilla con un 33% respecto a la cantidad total de defectos encontrados durante la primera etapa de medición.



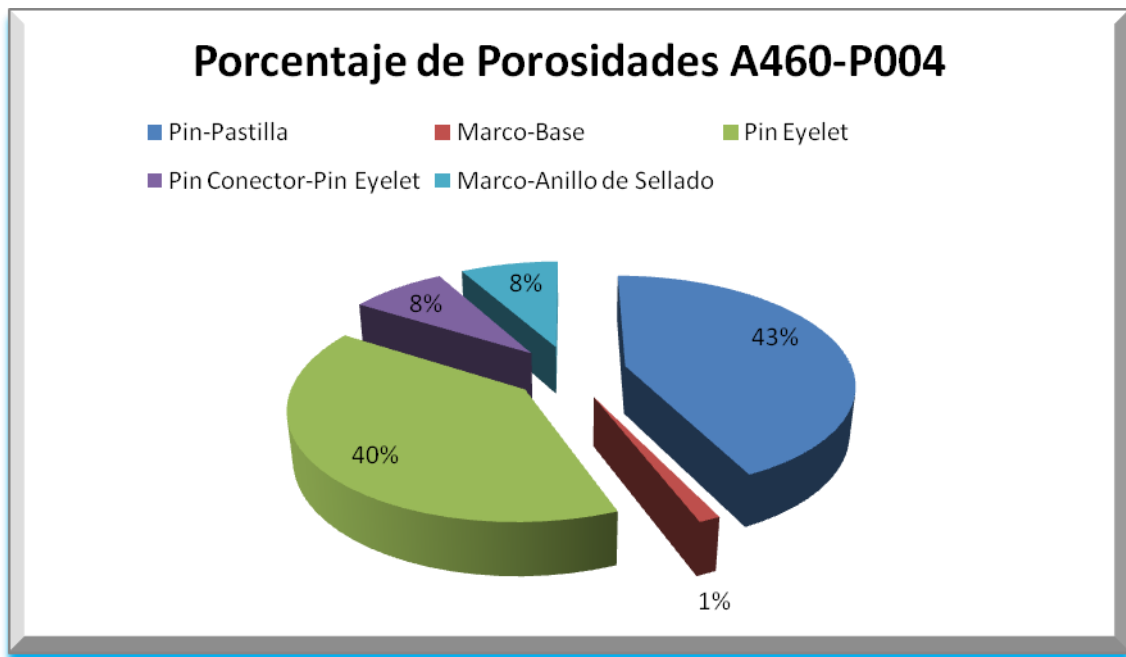
“Gráfica 8: Porcentaje de defecto de la primera etapa de medición”. Fuente:
Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

LCN	Perno-Pastilla	Marco-Base	Perno Anillo	Perno Conector-Perno Anillo	Marco-Anillo de Sellado	TTL	% Defectos	Yield
932405	74	8	46	20	8	156	26%	74%
932406	48	6	62	22	88	226	38%	62%
932925	84	5	38	7	20	154	26%	74%
933423	4	0	56	7	3	70	12%	88%
933935	89	5	84	85	1	264	44%	56%
933936	37	4	59	15	24	139	23%	77%
933937	142	3	117	6	29	297	50%	51%
934060	146	8	143	13	1	311	52%	48%
934061	202	2	45	5	42	296	49%	51%
935055	328	3	196	32	12	571	95%	5%
936802	38	0	80	4	19	141	24%	77%
935056	275	0	149	17	15	456	76%	24%
936803	58	3	115	8	10	194	32%	68%
935057	112	3	196	38	16	365	61%	39%
936158	56	1	189	38	36	320	53%	47%
	1693	51	1575	317	324	3960		
	43%	1%	40%	8%	8%			

“Tabla 4.- 2da Inspección de Porosidades A460-P004”

Si se llegara hacer una comparación de la primera inspección correspondiente al mes de agosto con las del mes de septiembre notamos un comportamiento muy diferente en relación a la aparición de defectos, es notorio que en esta inspección fue mayor la cantidad de defectos encontrados y como consecuente retrabajados.

Se muestra que el Yield (rendimiento) por lote es muy bajo y muy variado mostrando un descontrol y la falta de atención a este problema, tal vez por el hecho de que las porosidades son retrabajables en un 100% no se le ha tomado la importancia debida, pero ya con estos parámetros es de entenderse que se necesitan acciones correctivas urgentes y la falta de seguimiento de los lotes por áreas también.



“Gráfica 9: Porcentaje de defectos de la segunda etapa de Medición”. Fuente:
Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

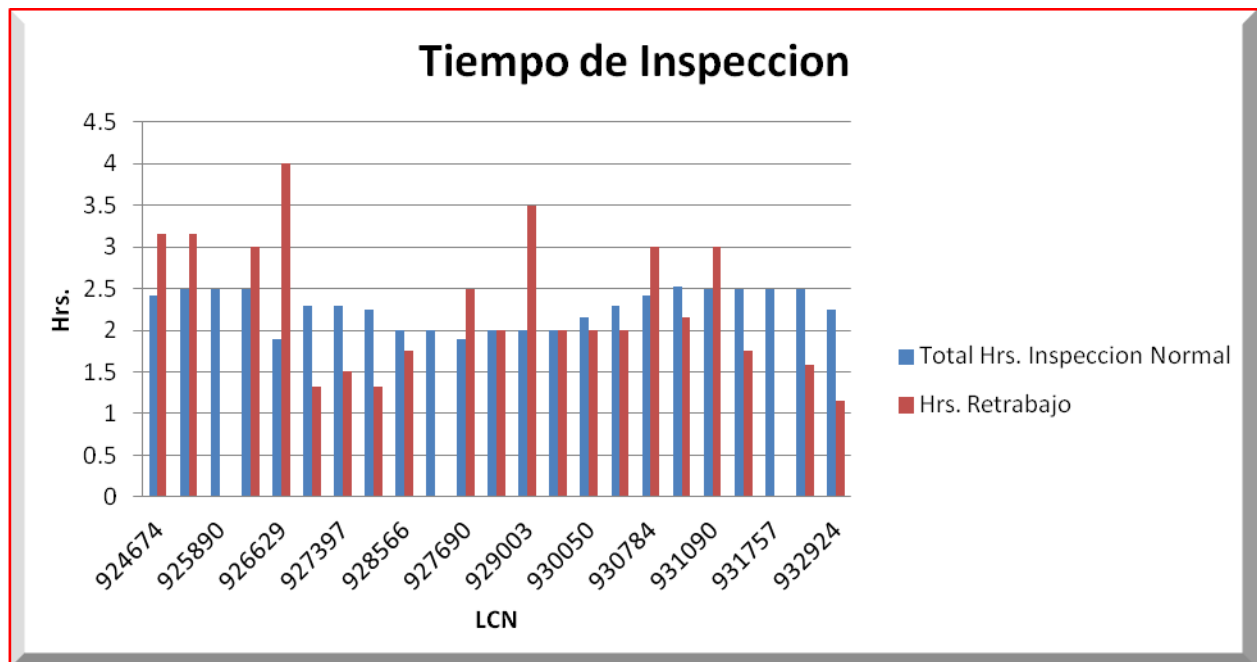
3.2.2.- Observaciones

El defecto de mayor ocurrencia es Porosidad Pin-Pastilla. Porosidad en el Perno-Anillo y Perno Conector cuenta de igual forma con un porcentaje considerable. Es importante tomar acciones urgentes para mejorar el yield (rendimiento) de primer paso en el área de ensamble del número de parte A460-P004.

Era notorio que el problema de las porosidades en este número de parte no solo generaba más trabajo en el área de inspección, sino también se estaba creando un cuello de botella viéndose afectado el tiempo que debía pasar el material en esa área, es por ello que de igual forma analizamos el tiempo promedio en el cual el lote debía ser inspeccionado en su totalidad y también se registró el tiempo que tardaban los retrabajos en salir del área y como consecuente el paso a la siguiente etapa del proceso.

LCN	Hr. Inicio	Hr. Terminación	Total Hrs. Inspección Normal	Defectos	HR Inicio Retrabajo	Hrs Terminación Retrabajo	Hrs. Retrabajo
924674	07:25 a.m.	09:50 a.m.	2.41	60	09:50 a.m.	01:00 p.m.	3.16
924675	07:15 a.m.	09:45 a.m.	2.5	58	09:50 a.m.	01:00 p.m.	3.16
925890	03:30 p.m.	06:00 p.m.	2.5	51	06:15 p.m.	11:00 a.m.	-
926274	09:30 a.m.	12:00 p.m.	2.5	143	01:00 p.m.	04:00 p.m.	3
926629	02:35 p.m.	04:30 p.m.	1.9	82	07:00 a.m.	11:00 a.m.	4
926625	01:10 p.m.	03:30 p.m.	2.3	123	03:40 p.m.	05:00 p.m.	1.33
927397	03:40 p.m.	06:10 p.m.	2.3	140	07:00 a.m.	08:30 a.m.	1.5
927689	07:15 a.m.	09:30 a.m.	2.25	73	09:45 a.m.	11:05 a.m.	1.33
928566	10:00 a.m.	12:00 p.m.	2	78	11:30 a.m.	01:15 p.m.	1.75
928587	04:00 p.m.	06:00 p.m.	2	100	11:30 a.m.	09:30 a.m.	-
927690	09:30 a.m.	11:25 a.m.	1.9	62	10:30 a.m.	01:00 p.m.	2.5
929002	07:00 a.m.	09:00 a.m.	2	110	09:30 a.m.	11:30 a.m.	2
929003	12:30 p.m.	02:30 p.m.	2	248	09:30 p.m.	01:00 p.m.	3.5
929411	02:40 p.m.	04:40 p.m.	2	73	09:30 p.m.	11:30 a.m.	2
930050	04:50 p.m.	07:00 p.m.	2.16	165	09:30 a.m.	11:30 a.m.	2
930783	11:20 a.m.	02:38 p.m.	2.3	163	07:00 a.m.	09:00 a.m.	2
930784	09:05 a.m.	11:30 p.m.	2.41	240	08:30 a.m.	11:30 a.m.	3
931084	03:27 p.m.	06:00 p.m.	2.52	214	07:00 a.m.	09:10 a.m.	2.16
931090	10:30 a.m.	01:30 p.m.	2.5	176	10:30	01:30 a.m.	3
931091	07:00 a.m.	09:30 a.m.	2.5	261	07:40 a.m.	09:25 a.m.	1.75
931757	10:30 a.m.	01:00 p.m.	2.5	112	02:00 p.m.	01:40 p.m.	
932406	10:00 a.m.	01:00 p.m.	2.5	108	03:10 p.m.	04:45 p.m.	1.58
932924	02:00 a.m.	04:15 p.m.	2.25	92	09:10 a.m.	10:20 a.m.	1.16
		Promedio Hrs	2.27				

“Tabla 5: Registro de Tiempo Área Inspección de Soldadura”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO



“Gráfica 10: Tiempo de Inspección”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

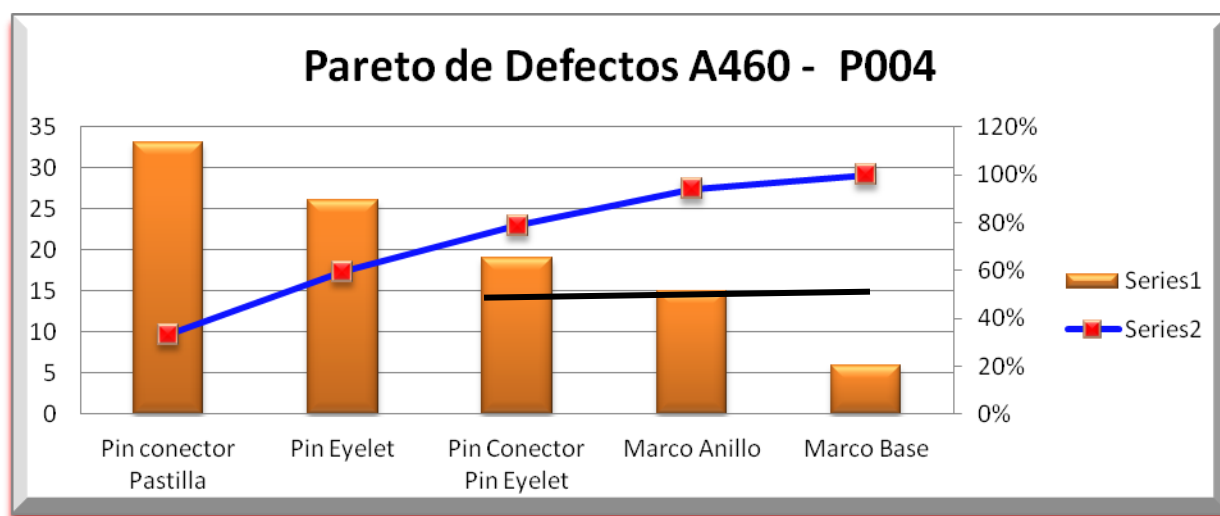
El gráfico anterior nos muestra la relación entre el tiempo normal de inspección con el tiempo que tarda en ser retrabajado el material, muchas veces el material tarda en ser retrabajado casi el mismo tiempo que tarda en ser inspeccionado, esto debido a que en algunas ocasiones hay prioridades de entregas de algún número de parte o algún sub-ensamble ocasionando que se le dé prioridades a estos y como consecuente alargando el tiempo del material en esa área.

3.3 Análisis

3.3.1.- Diagrama de Pareto

Para poder dar marcha a la solución del problema se vio en la necesidad de hacer uso de una de las herramientas de gran importancia para el ingeniero industrial siendo una de las más básicas, sencillas y a su vez más entendible y que es del conocimiento de la mayor parte de la comunidad de ingenieros, tal herramienta fue el conocido Diagrama de Pareto.

Para la construcción de este diagrama de Pareto se decidió tomar la información arrojada de una de las inspecciones que se le hizo al número de parte A460-P001, ya que si su hubiera decidido tomar solo la información del comportamiento de un lote producción los resultados no serían confiables ya que como pudimos observar cada lote se comporta de manera diferente en relación a la aparición de cierto tipo de defecto, es por eso que se decidió mejor tomar los resultados totales de una de las inspecciones para hacer nuestro análisis haciendo uso del Diagrama de Pareto buscando tanto los problemas vitales como también los triviales.



“Gráfica 11: Pareto de Porosidades”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

La información que nos proporciona la anterior gráfica de Pareto de defectos es muy importante, ya que esta nos dará el punto de partida para lograr los objetivos planteados. En este caso todos los defectos que se presentan son porosidades, tales porosidades se presentan en las diferentes uniones de los componentes que conforman este número de parte en particular. Como podemos observar la gráfica nos muestra tanto los problemas vitales como también los triviales.

Dentro de los problemas vitales están las porosidades conocidas como Porosidad Perno conector – Perno Anillo, el cual buscaremos solucionar primeramente ya que es lo que nos indica el diagrama de Pareto dependiendo su grado de importancia.

En base al siguiente análisis buscaremos encontrar las causas raíces de los problemas antes mostrados, ya logramos saber por dónde comenzar y ahora lo que nos toca hacer es buscar las soluciones a estos problemas. Buscaremos la soluciones de los siguientes defectos sometiéndolos a un buen análisis tratando de encontrar todos los factores que afectan tanto de forma primaria así como también secundaria, los defectos que se someterán primeramente a este análisis son los siguientes defectos:

Porosidad: Base – Perno Conector, Perno Anillo, Perno Conector – Perno Anillo

Es importante conocer cómo se presenta el defecto en la pieza, es por ello que se hizo una tabla de criterios de aceptación y rechazo para conocer físicamente el defecto en particular.

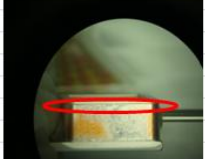
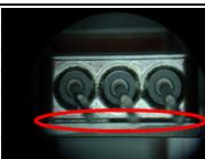
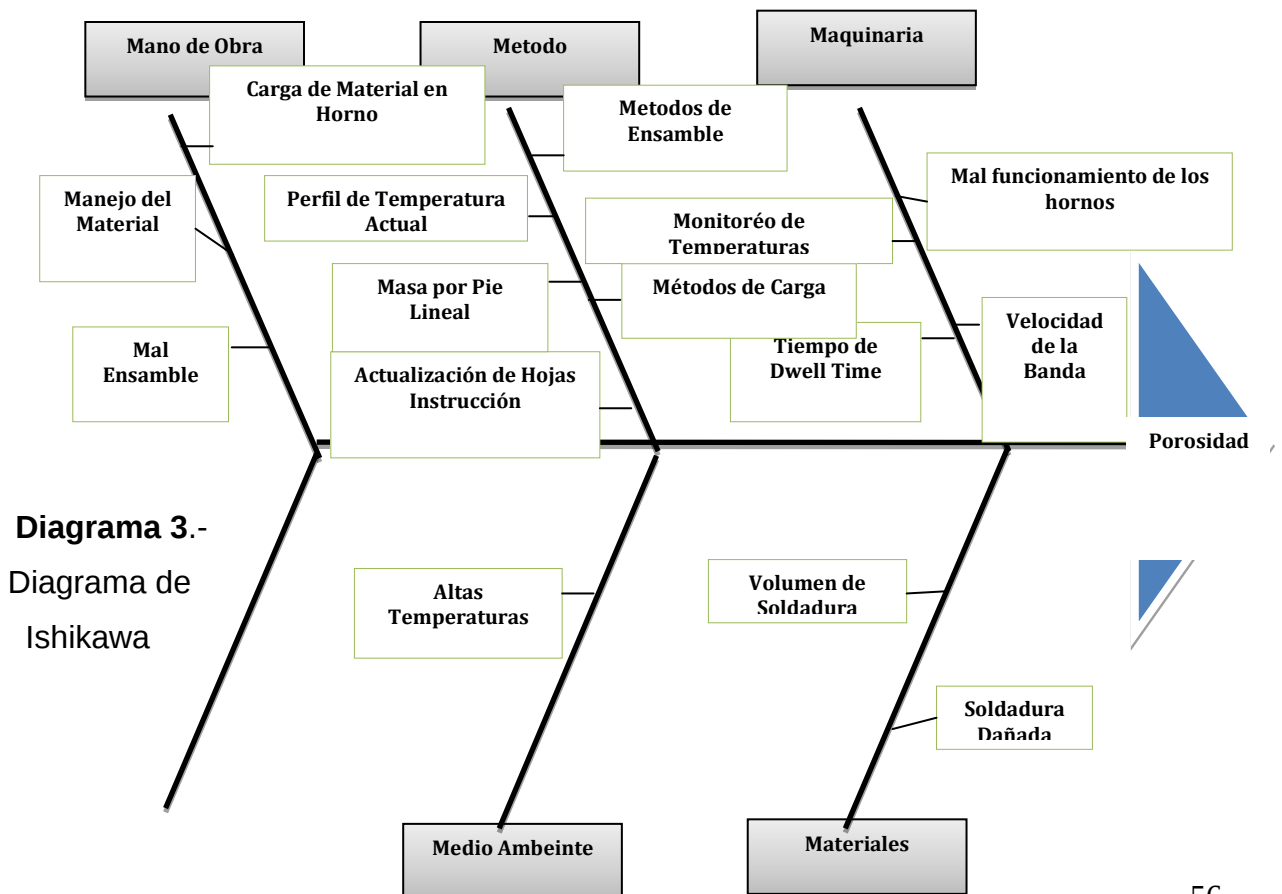
Tipo de Porosidad	Características	Ilustracion del Defecto	Defecto re trabajado	Aceptable
Marco-Anillo de Sellado	Falta de flujo de soldadura entre la union Marco y anillo			
Pin Conector-Pin Eyelet	Altura entre el pin conector y el pin eyelet			
Base-Marco	Falta de Soldadura entre la union marco y base			
Pin Eyelet	Escases de soldadura entre uno de los Pin eyelet			
Base- Pin Conector	Alto Flujo de Soldadura entre la base y el pin conector			

Tabla 6.- Criterios de Aceptación y Rechazo

Como se puede observar la tabla muestra los 5 defectos que se presenta en el Área de Ensamble los cuales son los siguientes: Porosidad Marco - Anillo de Sellado, Porosidad Perno Conector – Perno Anillo, Porosidad Base – Marco, Porosidad Perno Anillo, Porosidad Base – Perno Conector.

Es de gran importancia conocer todos estos tipos de defectos no solo verbalmente si no también físicamente ya que con esto se puede entender una afirmación o comparación de entre lo bueno y lo malo, no solo se buscó mostrar solo lo que en su caso es aceptable y rechazable a la vez, sino también como es la forma cómo los operadores retrabajan la pieza, esto para tener un panorama más amplio de cómo se desarrolla el proceso de una pieza en buen estado y una pieza que en su caso es detenida en el área de inspección de soldadura y retrabajada en ese mismo lugar según el defecto. Para poder conocer la causa raíz que causan todos estos defectos, decidimos utilizar el Diagrama de Ishikawa y también conocido como diagrama de pescado, ya que esta herramienta que toma en cuenta más de un factor y nos permite resumir y puntualizar todos aquellos factores que pueden intervenir en la aparición de defectos.



3.3.2 Maquinaria

3.3.2.1.- Descripción General de los Hornos de Soldado

El horno de transferencia de calor controlado por la atmósfera (TCA) ha sido diseñado para proveer una atmósfera y temperatura precisa para el control del proceso.

3.3.2.2.- Túnel del Proceso

El proceso ocurre dentro de un mofle de metal con gas controlado que se extiende a lo largo de la selección de calentamiento (el producto viaja a través del túnel por medio de una banda continua. La temperatura y el flujo de gas requerido serán de acuerdo a las especificaciones de cada producto (Perfil de Temperatura. Se pueden crear las temperaturas de cada zona ajustando el flujo de gases.



“Figura 16.- Salida del Horno de Soldado”

3.3.2.3.- Controles para la Atmosfera



El control de la atmósfera consiste en mantener el flujo de gases para el proceso, la entrada a la atmósfera, la salida de la chimenea y del quemador de gases, las alarmas del flujo de gas en las cortinas de entrada a la atmósfera.

Figura 17.- Controles de la atmosfera de gases.

3.3.2.4.- Gases para el Proceso

El horno está diseñado para operar con una cubierta de gas de Nitrógeno e Hidrógeno. El Nitrógeno es usado como gas para purga.

El controlador de la atmósfera BTU esta acondicionado para proveer un tiempo de purga dentro del túnel del proceso con Nitrógeno inerte previo a la introducción de una cubierta de gas potencialmente explosiva. El controlador de la atmósfera apagará automáticamente todos los flujos de gas cuando presenten una presión baja. Las alarmas colocadas en las cortinas de la atmósfera monitorean el flujo de gas y se activan cuando este se encuentra en un nivel bajo.

3.3.2.5.- Controlador de Temperatura

La sección de calentado está dividida en diversas zonas, cada una equipada con calentadores arriba y abajo. La temperatura está programada mediante el controlador del horno que mantiene los puntos especificados de temperatura bien exactos.

Antes de la operación introduzca el valor especificado para cada zona, en el controlador del horno. El controlador recibe información de la temperatura por medio de un termo coplee, cada zona cuenta con uno, y lo compara con la temperatura programada.

El controlador manda salidas a los RELAYS los cuales son reguladores de la temperatura de cada calentador.

Figura 18.- Pantalla del horno.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



Es importante saber cómo funciona tu maquinaria y más cuando esta forma parte muy importante de tu proceso, es por ello que se dio una breve explicación de cómo se conforma un horno de soldado en el área de ensamble.

Iniciamos el análisis siguiendo el orden que muestra nuestro diagrama de Ishikawa, es importante analizar todos los factores que puedan ser los causantes de los defectos durante nuestro proceso.

Todo número de parte tiene diferentes especificaciones, tanto en su forma de ensamblar, como también sus métodos de carga, perfiles de temperatura siendo estos factores que tienen una relación con nuestra maquinaria.

Iniciamos nuestro análisis monitoreando diariamente las temperaturas que muestra nuestro controlador antes de cargar el horno esto con el fin de saber si hay variaciones en las temperaturas de cada zona que en cierto momento pueden ser más altas o más bajas de lo requerido y con ello poder tomar acciones previas antes de iniciar la carga de material en el Horno.

Las temperaturas que se manejan por zona para el número de parte A460- P004 son las siguientes:

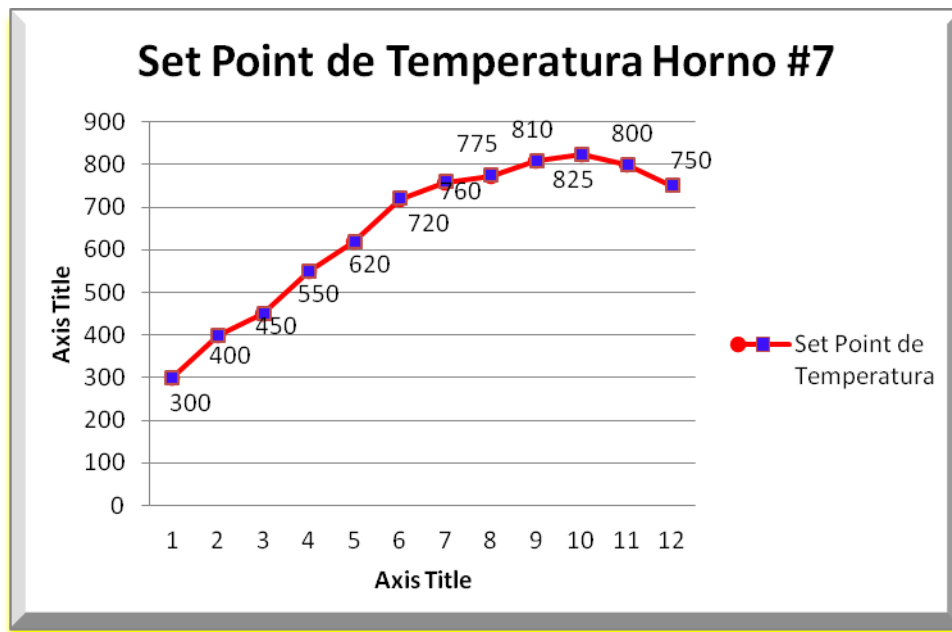
Numero de Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Set Point de Temperatura	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750

Tabla 7.- Unidades en grados centígrados & in/min

El horno cuenta con 12 zonas como muestra la tabla y este horno debe mantener estas temperaturas continuas durante el proceso de soldado, por tal motivo se decidió monitorear diariamente dichas temperaturas por zona para estar al tanto de las posibles variaciones de las temperaturas que pudieran estar afectando en su caso el proceso de soldadura del material.

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08-oct	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750
11-oct	301	399	450	552	619	720	761	775	811	825	800	751
12-oct	299	399	451	550	620	720	760	775	810	825	800	750
13-oct	299	400	450	550	619	714	760	775	810	825	800	750
14-oct	300	400	450	550	620	720	762	775	810	825	800	750
15-oct	301	399	452	550	619	722	761	774	811	825	800	750
18-oct	300	400	450	550	620	720	760	775	811	825	800	751
19-oct	299	400	451	549	619	722	762	775	811	825	800	750
20-oct	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750
21-oct	298	400	450	549	619	720	760	775	811	826	799	751
22-oct	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750
25-oct	300	401	453	551	620	720	761	776	809	824	800	754
26-oct	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750
27-oct	299	399	451	550	620	720	760	775	810	825	800	750
28-oct	301	399	451	550	620	720	759	773	810	825	800	750
29-oct	300	398	451	549	620	720	759	773	810	825	800	750
30-oct	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750

“Tabla 8.- Monitoreo de Temperatura Horno # 7”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



“Gráfica 12.- Tendencias de Temperatura”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

Esta gráfica nos muestra como es el comportamiento de las temperaturas por zona dentro del horno, refleja como el material será expuesto a estas en cada una de las zonas que manejan temperaturas en forma ascendente y descendente a la vez.

3.3.2.6.- Perfil de Temperatura para Producción

Como se mencionó anteriormente el horno tiene zonas de temperatura las cuales se ajustan para soldar los componentes, cada tipo de parte cuenta con un perfil de temperatura y una carga específica.

3.3.2.7.- Obtención de Temperaturas de un Perfil

Es necesario hacer una verificación periódica de los hornos, para saber las temperaturas reales se utiliza una máquina para sacar perfiles la cual tiene un termocople en la punta, que al momento de introducirlo va avanzando con la banda,

conforme va avanzando se van registrando las temperaturas por medio de puntos en una gráfica y al terminar, la información recabada nos dice como está el flujo de temperaturas conforme se avanza por el túnel del proceso.

Es de suma importancia realizar cada semana una revisión del comportamiento de las temperaturas que tiene el horno de soldado para esto se realiza un perfil de temperaturas, este perfil además de indicarnos las temperaturas que está registrando el horno ayuda a conocer un parámetro muy importante llamado Dwell Time, este parámetro nos indica el tiempo donde se está llevando la mayor temperatura del horno, que es la temperatura que debe de tener para que la soldadura se derrita y después al enfriarse se peguen totalmente los metales.

Cada horno presenta diferentes perfiles esto nos lleva a que existen diferentes temperaturas y diferentes Dwell Time.

Realizamos un análisis al perfil de temperaturas al que es sometido el A460-P004, este perfil tiene ciertas especificaciones que se tienen que cumplir.

Nombre del Perfil: Cusil TO

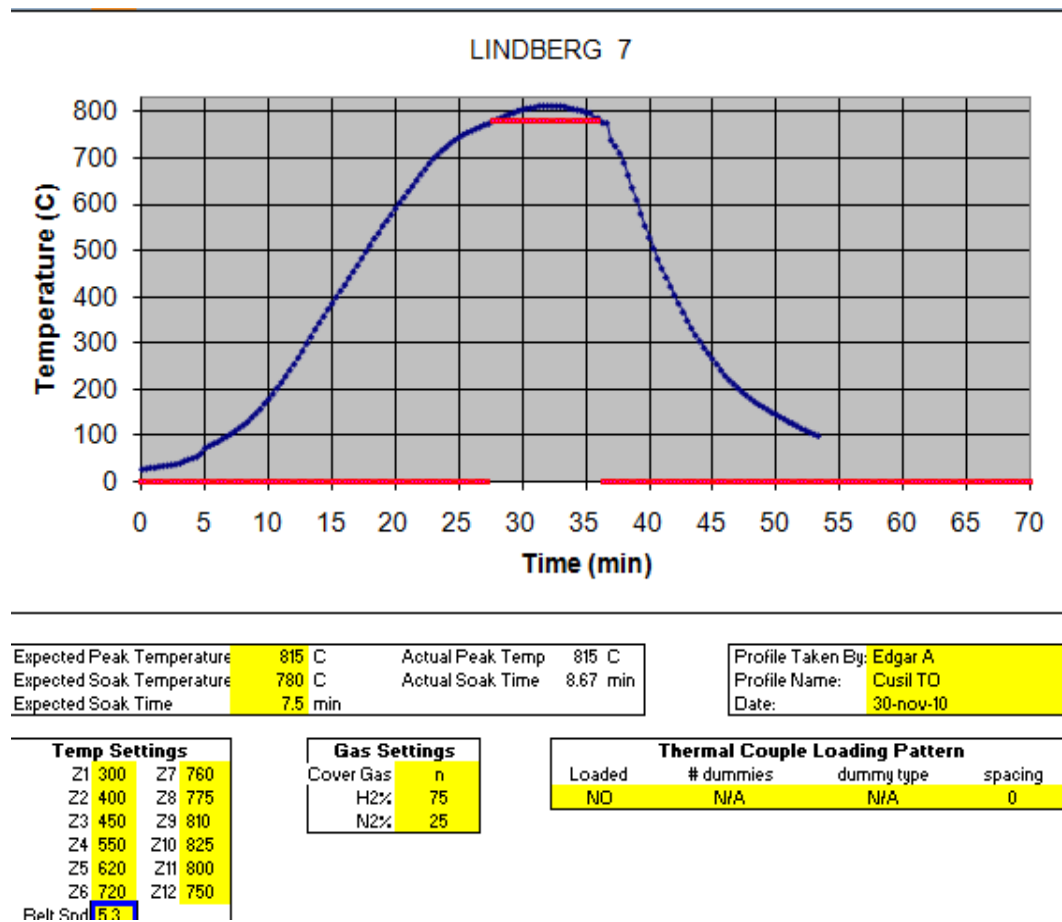
Parámetros del Perfil: Dwell Time: 7.5 +.5 Peak Time: 815

**Unidades en Grados Centígrados
& in/min**

Numero de Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8		10	11	12
Set Point de Temperatura	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750

“Tabla 9.- Especificaciones del Perfil para el A460-P004”. Fuente: elaboración propia a partir de datos del departamento 574400 TO.

Como podemos observar se nos muestra claramente el tiempo de Dwell time para que la soldadura llegue a su estado de fundición y de igual forma la temperatura máxima a la cual debe estar expuesta durante ese periodo de tiempo.



“Gráfica 13: Resultados del Perfil realizado al Horno 7”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

Como podemos observar en los resultados que muestra el perfil, nos podemos dar cuenta que hay pequeñas variaciones fuera de especificación que en su caso pueden ser causas de algunas de las porosidades, tal es que el tiempo al que el material está expuesto a la mayor temperatura esta fuera de las especificaciones de 7.5+5.5 indicándonos que este puede ser el causante del flujo excesivo de soldadura del material.

3.3.3.- Método

“Figura 19.- Material Cargado en Horno “

El flujo de masa, el perfil de temperatura y el patrón de carga son factores importantes ya que se tiene la idea de que en los hornos de soldado se genera un arrastre de calor de la temperatura y que no se estén dando las temperaturas optimas de calentamiento ocasionado que la soldadura no se derrita completamente o que esto genere un flujo excesivo y genere huecos o escases de soldadura entre la unión de componentes que son llamados porosidades. Para esto se realizará un estudio de los perfiles de temperatura así como conocer su comportamiento mediante el flujo de masa.



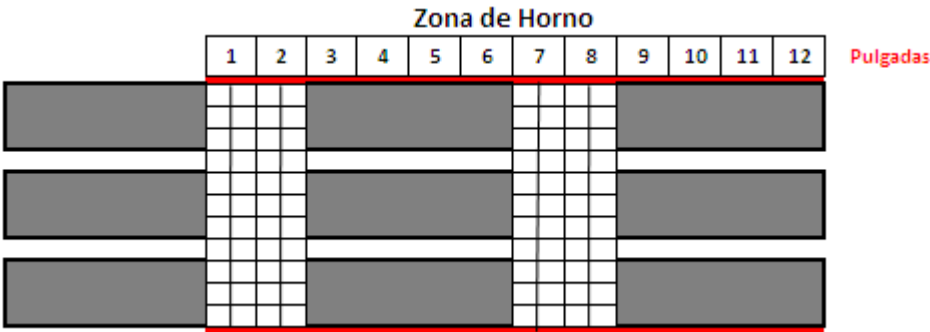
De todas las variables que se encuentran dentro y fuera del horno para determinar el estudio acerca de las porosidades, para esto nos valemos de información empírica que el defecto de las porosidades en el horno es ocasionado por una mala temperatura a la cual se sometieron las piezas, esto significa que se puede deber a un exceso o una falta de temperatura que hizo que no se diera por completo la fusión de la soldadura en los metales, ya que se observa mediante un perfil de temperatura que es tomado cada semana en los horno para verificar el comportamiento de la temperatura interna del horno, observándose condiciones estables de temperatura pero después de haber sido utilizado durante el día se tienen registros de lotes que salieron de inspección de soldadura con un aumento gradual de porosidades.

Por lo que será necesario realizar estudios refiriéndonos principalmente en estudiar el comportamiento del horno junto con el flujo de masa y los patrones de carga que son utilizados en el momento en que es cargado el material en la entrada del horno.

El horno en el cual es cargado el material cuenta con 12 zonas de calentamiento, cada una de estas con diferentes temperaturas en grados centígrados, en cada una de estas zonas pasan una cantidad de fixturas , esto es controlado con los diferentes patrones

de carga de material, que son los que nos indican la cantidad de masa que entrará en la zona esto con el fin de controlar la absorción de calor, ya que la masa en lugar de generar más calor en cada una de las zonas lo que hace es hacerlo más escaso, una forma sencilla de resumirlo es entre mayor cantidad de masa entre a cada una de las zonas menor será la cantidad de calor que será absorbida por cada fixtura y como consecuente el material que este dentro de esta.

Las zonas que conforman a los hornos tienen una longitud de 1 pie lineal, cada fixtura del número de parte A460-P004 mide 3 pulgadas de ancho por 4 pulgas de largo, este material actualmente tiene un patrón de carga de 3 x 4, esto quiere decir que cada 3 fixturas que son alineadas están separadas de las otras por 4 eslabones o cadenas que tienen una longitud de 1 pulgada cada dos eslabones, esto quiere decir que dentro de cada zona el calor generado es compartido como se muestra en la siguiente ilustración:



“Figura 20.- Etapas del horno”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

Esta figura nos muestra la capacidad que tiene cada zona en relación a la cantidad de fixturas que puede recibir, como podemos observar para el A460-P004 cada zona tiene la capacidad de recibir solo 6 fixturas con el patrón de cargar actual, las cuales absorberán el calor que se está generando en esa zona.

3.3.4.- Mano de Obra

La mano de obra siendo el factor más importante y el que participa en todas las etapas del proceso puede ser un factor que influye en la aparición de porosidades, esto puede ser desde una equivocación al cargar el material en el horno, hasta un mal ensamble.

Es necesario conocer cada etapa por la cual pasa el material al momento de ser ensamblado, ya que hay partes del proceso de ensamble muy importantes en las cuales el operador debe estar consiente que un mal ensamble tiene consecuencias es por ello el manejo de correctas instrucciones de trabajo que nos indique que parte del ensamble es en la cual se debe de tomar el mayor cuidado, así como también ciertos lineamientos a seguir.

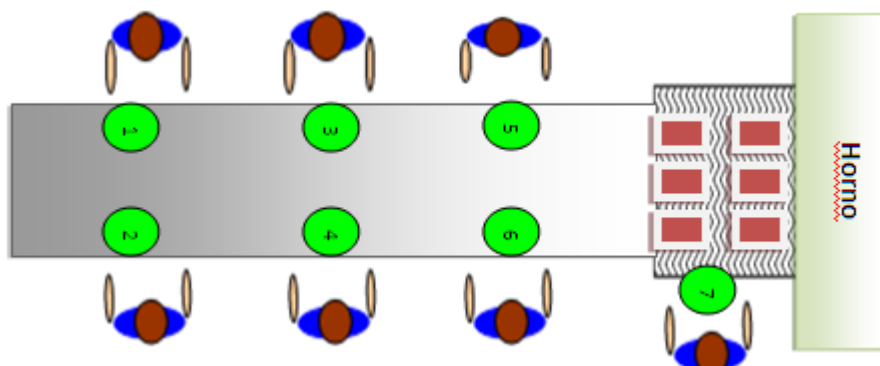
3.3.4.1.- Descripción del Proceso de ensamble del A460-P004

El ensamble de este número de parte en particular consta de dos etapas, la primera se conoce como la etapa Base/Pastilla/Pin, siendo esta la etapa más sencilla y fácil de culminar.

3.3.4.2.- Materiales y Fixtura para 1ra etapa A460-P004:

Fixtura: Fixtura # 5371

Materiales: Pin conector de plata, soldadura, pastilla, soldadura, base metálica



“Figura 21.- Ensamble 1ra Etapa”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

3.3.4.3.- Materiales y Fixturas para 2da etapa:

Fixtura: Fixtura 5376, bloque de carbón, fixtura alineadora, alineador, bloque de carbón, cerámica.

Materiales: Soldadura (marco, perno anillo, anillo sellado, perno conector), marco de Cobre, 3 perno anillo, anillo de sellado.

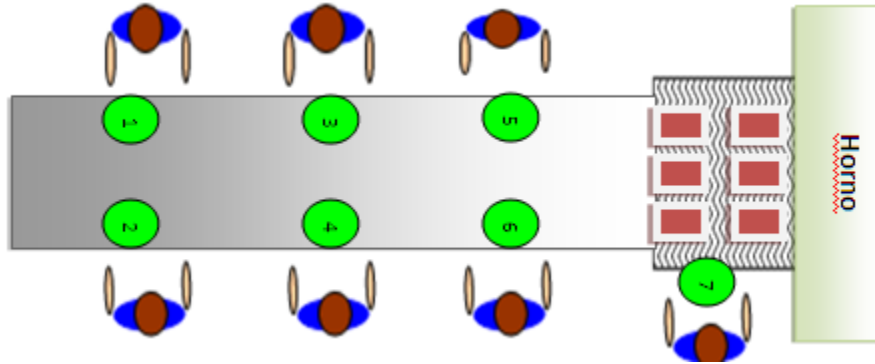
La línea de ensamble está formada por 7 operadores entre una de ellos un jefe de línea que es el que se encarga de coordinar las actividades dependiendo el tipo de parte.

3.3.4.4.- Línea Balanceada para ensamble de Primera Etapa

Primera Etapa A460-P004	
Actividad	Operador
Colocar Pin Conector de Plata	1,2
Colocar Gota de Goma Amil Sobre Pin de Plata	1,2
Colocar Soldadura Sobre la Gota de Goma Amil	3,4
Colocar Pastilla en la cavidad Correspondiente	3,4
Colocar Gota de Goma AgCu sobre la Pastilla	5,6
Colocar Soldadura Sobre la Pastilla	5,6
Colocar Base Metálica	7
Colocar Gota de goma Amil dentro del Orificio de la Base	7

“Tabla 10.- Línea Balanceada 1ra etapa A460-P004”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

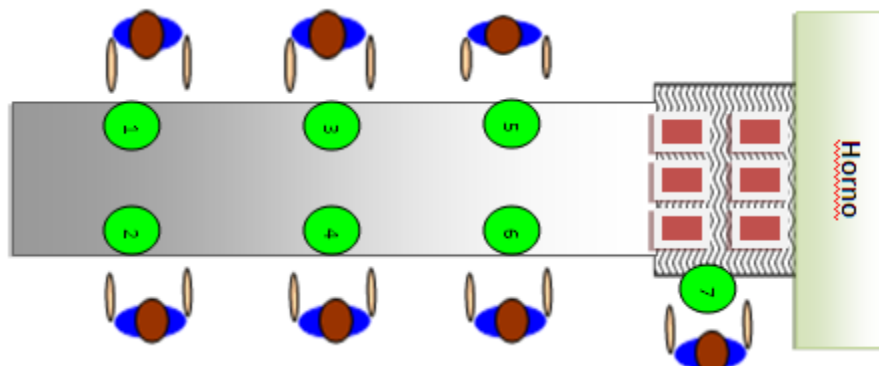
La tabla muestra la forma en la que esta balanceada la línea para el ensamble de primera etapa, de igual forma la actividad que realiza cada operador que conforma la línea de ensamble.



“Figura 22.- Ensamble primera etapa balanceada”.

Primera Etapa A460-P004	
Actividad	Operador
Colocar ensamble de Primera Etapa	1,2
Colocar Bloque de Carbón	1,2
Colocar Soldadura sobre el ensamble de 1ra etapa	1,2
Tomar y colocar Goma AgCu sobre los orificios del Marco de Cobre	3,4
Insertar los Pin Eyelets en los 3 orificios del Marco de Cobre	3,4
Colocar Soldadura Sobre los Pin Eyelets	3,4
Colocar Preensamble Sobre la primera etapa	3,4
Colocar Cerámica de alúmina sobre los pins	5,6
Doblar Pin Conector	5,6
Colocar una gota de Goma AgCu y Soldadura al lado del Pin conector	5,6
Colocar fixturas alineadoras dentro del marco de cobre	5,6
Colocar Soldadura sobre el marco de cobre	5,6
Colocar Anillo de Sellado Sobre el preensamble	7

“Tabla 11.- Línea Balanceada para ensamble de Etapa Final”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO



“Figura 23.- Ensamble 2da etapa balanceada A460-P004”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

Dentro de la etapa final de ensamblaje del A460-P004, se encuentra una parte del proceso de ensamblaje muy importante que es la etapa de doblado del Pin Conector que está marcado con rojo en la tabla anterior, porque es una etapa importante en el proceso de ensamblaje, se catalogó como importante ya que al momento de salir el material del horno y ser inspeccionado en el área de inspección de soldadura, se encontraron demasiadas porosidades en el doblado del Perno Conector, ya que el perno estaba levemente levantado de la parte plana del Perno Anillo, ocurriéndose el escurrimiento de la soldadura al momento de iniciar su etapa de fundición, esto debido que al momento en el que la soldadura entra en su etapa de fundición pierde contacto con el Pin Conector esto por la separación que se está dejando entre la parte plana del Pin y el Pin Conector.



Figura 24.- Etapa de Ensamble: Doblado del Pin



“Figura 25.- Etapa de ensamble: Posicionamiento de Soldadura”.

“Fig. 26.- Porosidad Perno Conector – Perno Anillo”.



“Fig. 27.- Perno sin Porosidad”



3.3.5.- Medio Ambiente

El material puede ser afectado por muchos factores, tales pueden ser el manejo que tiene el personal en él, sustancias contaminantes, hasta el medio ambiente natural, un ejemplo son las altas temperaturas que se pueden dar en ciertas temporadas del año, es conocido que para poder concluir nuestra etapa final de ensamble el material, este sometido a temperaturas muy altas pero a su vez estas controladas.

El mal mantenimiento de los hornos, la falta de control de las temperaturas, flujo de gases se pueden ver influidos por el medio ambiente natural al que están expuestas las piezas, ya que si en algún momento hay altas temperaturas ambientales el horno se puede ver afectado por estas generando incremento de calor en las zonas de este, es por ello la obligación del encargado del área de estar haciendo un chequeo constante en los hornos antes de iniciar la carga de material.

3.3.6 Materiales

Es otro de los factores en el cual también tenemos que poner un poco de atención, esto porque forman parte de importante del proceso y es con los que tenemos contacto durante todo el proceso, es por ello que hacemos hincapié en el cuidado del manejo de estos.

Parte del material que utilizamos es muy frágil y delgado, tal son las diferentes soldaduras que utilizamos para el ensamble de la pieza, hay ocasiones en la que el mal manejo o la falta de cuidado tanto del personal de almacén como también el personal de ensamble dañan estas, pero no obstante la usan en mal estado.

El producto es delicado y tiene que cumplir con ciertas especificaciones, es por ello que el personal de producción debe tener serio cuidado al estar en contacto con el material de ensamble.

Anteriormente se dieron casos en el que estaban usando soldadura dañada para el ensamble de las piezas, esto ocasionando una pequeña separación entre los componentes a soldar y creando flujos no aceptables de soldadura, porosidades etc.

“Figura 28.- Soldadura Dañada”



3.4. Implementación

En base al análisis realizado anteriormente nos dimos cuenta de varios detalles que son importantes atender para poder mantener nuestro proceso en control y obtener buenos resultados en cuanto a productividad y reducción de defectos, es por ello que se decidió buscar soluciones y acciones que nos permitan obtener resultados benéficos para el departamento TO (5744).

Como se observó anteriormente en el análisis que se realizó a todos aquellos factores que intervienen a la aparición de porosidades, los primeros resultados obtenidos fueron respecto a la maquinaria y al tiempo al que el material está expuesto a la mayor temperatura, encontramos que había variaciones comparado con lo que ya se estaba especificado.

Se obtuvo un resultado fuera de especificación al momento de sacar un perfil al horno, este nos arrojó que el material está siendo expuesto por encima de la temperatura máxima especificada, este resultado nos permitió comenzar por estabilizar el tiempo en el que el material está expuesto a esta máxima temperatura para poder ver si este factor está incurriendo en gran parte a la aparición de porosidades por el alto flujo de soldadura que presentaban las piezas al ser inspeccionadas en el área de inspección de soldadura.

Se realizaron diferentes pruebas tomando como factor la velocidad de la banda que es el factor que nos da el tiempo que está expuesto el material a la máxima temperatura, esto con el fin de cumplir con el parámetro que está especificado en el perfil de temperaturas para este tipo de parte.

3.4.1.- DOE (Design Of Experiment)

Para poder dar marcha a las pruebas de ingeniería, se decidió generar 2 lotes de prueba también conocidos dentro de la empresa como ZTST. Para estas pruebas se tomaron tres factores que influyen en la aparición de porosidades los cuales son: temperatura, flujo de masa (patrones de carga), velocidad de la banda.

Order Functions Edit Goto Header Environment System Help

SAP

Production order Display: Header

Material Material Capacity

Order 539050 Type ZTST

Material A460-P004 A46004 T0-254-A1 PIN 1 GRND AU 43-7717B Pint 0309

Status REL MSPT BCRQ ILAS

General Assignment Goods receipt Control data Dates/qrys Master data Long text Administration

Quantities

Total quant.	600	EA	Scrap portion	30	5.26 %
Delivered	0		ExpectyieldVar	0	

Dates

	Basic Dates		Scheduled		Confirmed	
Finish	01/04/2011	00:00	12/22/2010	23:45		
Start	11/30/2010	00:00	12/01/2010	00:45		00:00
Release			11/29/2010		11/30/2010	

Scheduling

Type Backwards

Reduction Reduction level 4

Note Automatically carried out today scheduler

Priority

Floats

Scheduling margin	M00
Float bef. prod	1 Workdays
Float after pro.	1 Workdays
Release period	2 Workdays

Inbox - Microsoft Outlook

start

Inbox - Microsoft Outlook

Production Order Cre...

Production order Disp...

2 Microsoft Office E...

1:50 PM

“Figura 29.- 1er Lote de Prueba ztst LCN 539050”.

Production order Display: Header

Order: 539051 Type: ZTST
Material: A460-P004 A46004 T0-254-A1 PIN 1 GRND AU 43-7717B PInt: 0309
Status: REL MSPT BCRQ ILAS

General Assignment Goods receipt Control data Dates/qrys Master data Long text Administration

Quantities

Total quant	600	EA	Scrap portion	30	5.26 %
Delivered	0		ExpectYieldVar	0	

Dates

	BasicDates	Scheduled	Confirmed
Finish	01/04/2011 00:00	12/22/2010 23:45	
Start	11/30/2010 00:00	12/01/2010 00:45	00:00
Release		11/29/2010	11/30/2010

Scheduling

Type	Backwards
Reduction	Reduction level 4
Note	Automatically carried out today scheduler
Priority	

Floats

Scheduling margin	M00
Float bef. prod	1 Workdays
Float after pro.	1 Workdays
Release period	2 Workdays

“Figura 30.- 2do lote de prueba ztst LCN 539051”

3.4.1.1.- 1ra prueba:

Se realizaron pruebas a velocidad constante de la banda, esto buscando estabilizar el tiempo al que está expuesto el material a la temperatura máxima a 7.5+.5, los resultados que se arrojaron fueron los siguientes:

Tabla 12.- Perfil Cusil TO.

Nombre del Perfil: Cusil TO

Parametros del Dwell Peak Time:

Perfil: Time: 7.5 +/- .5 815

**Unidades en Grados Centígrados &
in/min**

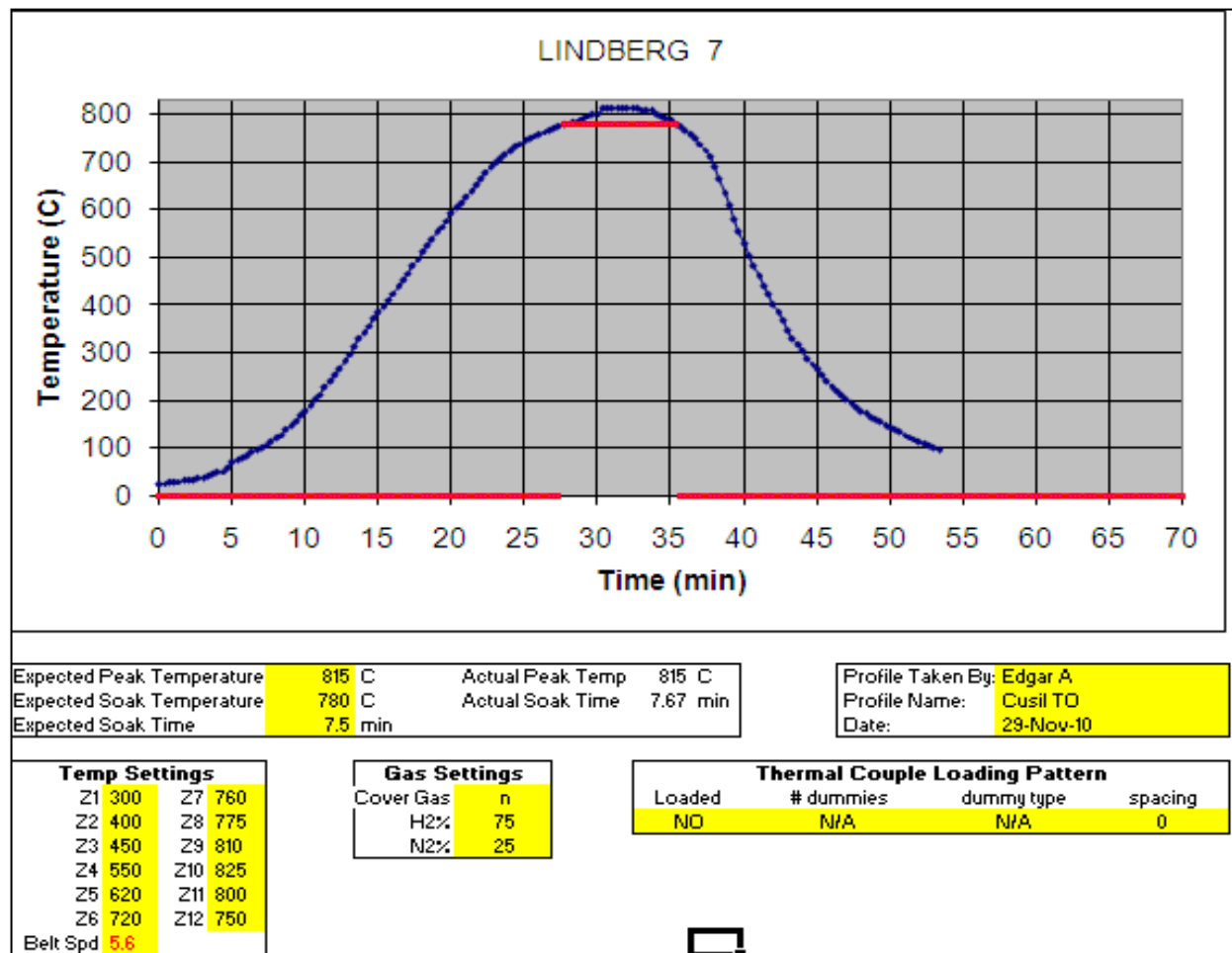
Numero de Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Set Point de Temperatura	300	400	450	550	620	720	760	775	810	825	800	750

3.4.1.1.1- Parámetros de Especificación

	Velocidad en pulg/min	Temperatura maxima	Dwell Time (min)
1	5.3	814	8.67
2	5.4	815	8.3
3	5.5	813	8
4	5.6	815	7.67

“Tabla 13.- Resultados de Primeras Pruebas”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

Como podemos observar en la tabla anterior nos muestran los resultados de las 4 diferentes pruebas que se hicieron buscando estabilizar el tiempo de Dwell Time, nos podemos dar cuenta que las primeras 2 pruebas salieron de especificación , por lo cual optamos por tomar en cuenta la 4ta prueba que nos dio el resultado más cercano a 7.5 min.



“Gráfica 14.- Resultado del Perfil 4ta Prueba”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

La curva y los datos que muestra el gráfico anterior nos arrojan los resultados de la cuarta prueba que se realizó para estabilizar el tiempo de Dwell Time al que deben estar expuestas las piezas, se tomó este como aceptable ya que está dentro de los parámetros de especificación y como podemos observar en la tabla de resultados nos damos cuenta cómo se va reduciendo el tiempo al que está expuesto el material a las mayores temperaturas, es por esto que se decidió no sacar un perfil más con una velocidad de 5.7 pulg/min porque viendo el comportamiento de los resultados mostrados anteriormente era casi obvio que saldría por debajo de los 7.5 min.

3.4.1.1.2- Porosidad Perno Conector – Perno Anillo

Respecto a la porosidad que se estuvo presentando entre la unión del Perno Conector – Perno Anillo, el análisis pasado nos arrojó que en esta incurrieran dos factores, tales eran el factor humano y el factor temperatura.

La falta de actualización de los métodos de ensamble fueron la causa de que se incurriera en este defecto en particular, el operador frecuentemente no solo ensambla un mismo tipo de parte, si no que está trabajando con diferentes tipos de parte con distintas especificaciones, materiales, métodos de carga, instrucciones de trabajo esto en relación a la demanda o prioridades del departamento o cliente.

Tomando en cuenta lo que se mencionó respecto a los métodos de ensamble, se analizaron las hojas de instrucción en las que los operadores de la línea se apoyan para realizar el ensamble del A460-P001.

En base al análisis que realizamos tanto al proceso de ensamble, como a las instrucciones de trabajo, se definió la etapa de doblado del Pin conector como una etapa que necesita mucha atención, esto debido al mal dobles del Pin y a las altas temperaturas se estaba incurriendo a la aparición de este defecto en particular, el tiempo de exposición al que el material estaba expuesto a la temperatura pico y la altura que presentaba el dobles respecto al Perno Anillo eran las causantes de dicha porosidad.

Una de las acciones que se tomaron fue la de analizar las hojas de instrucción para cerciorarnos que estas estén elaboradas correctamente, no dejando pasar un detalle por más pequeño que este pudiera ser.

La hoja de instrucción que se estaba manejando como apoyo para el ensamble carecía de ciertos detalles que para el operador es necesario saber, ya que en esta no se mencionaba la importancia que era tanto la colocación correcta de la soldadura como también el correcto dobles del Pin Conector.



“Figura 31.- Hoja de Instrucción A460-P004 actualizada”.

Para poder tener controlado este defecto decidimos crear un filtro de inspección en la línea de ensamble antes de cargar el material, esto con el fin de detectar piezas en las



que el dobles del Pin Conector y colocación de la soldadura estén mal, esto nos permitirá corregir estos errores de ensamble antes de que el material sea cargado y comience su etapa de soldado dentro de los hornos. Después de haber logrado obtener un perfil óptimo al incrementar la velocidad de la banda para después cargar el material, se decidió hacer dos pruebas, generando dos lotes de prueba, esto con el fin de ver los resultados de Yield (rendimiento) que se obtendrán de estas y con ello mejorar la productividad de nuestro proceso logrando

un buen Yield de primer paso, que va encaminado a producir más a la primera.

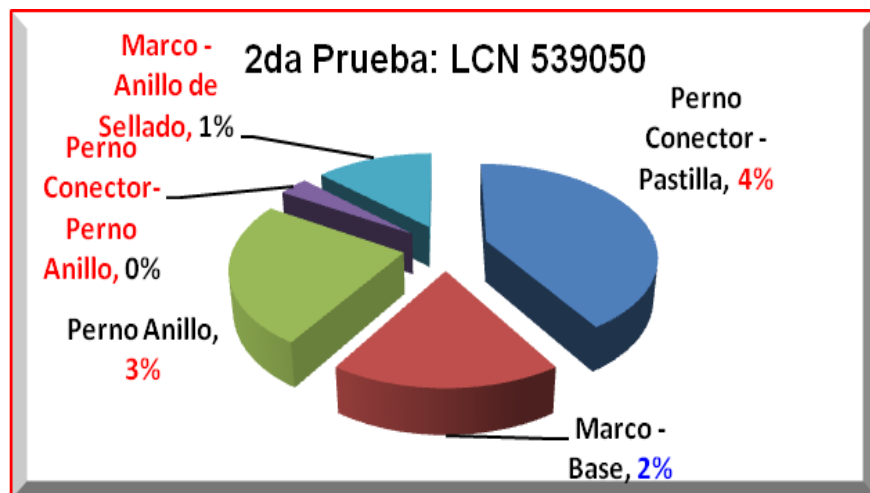
“Figura 32.- Inspección del Doblado del Pin Conector”

3.4.1.2.- 2da Prueba

Tomando los resultados de la primera Prueba que se realizo incrementando la velocidad de la banda para lograr un perfil óptimo se decidió ensamblar el primer ztst con LCN 539050 del A460-P004, para posteriormente cargarlo en el Horno a una velocidad constante de 5.6 pulg/min ya que este fue el parámetro que arrojó estar más cerca a la especificación.

LCN 539050		
Defectos	#	% Defectos
Perno Conector - Pastilla	25	4%
Marco - Base	11	2%
Perno Anillo	15	3%
Perno Conector- Perno Anillo	2	0%
Marco - Anillo de Sellado	8	1%
TTL Defectos	61	
% Defectos	10%	
Yield	90%	

Tabla 14.- Resultados 2da Prueba LCN 539050



“Gráfica 15: Resultados 2da Prueba”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

3.4.1.3.- 3ra Prueba

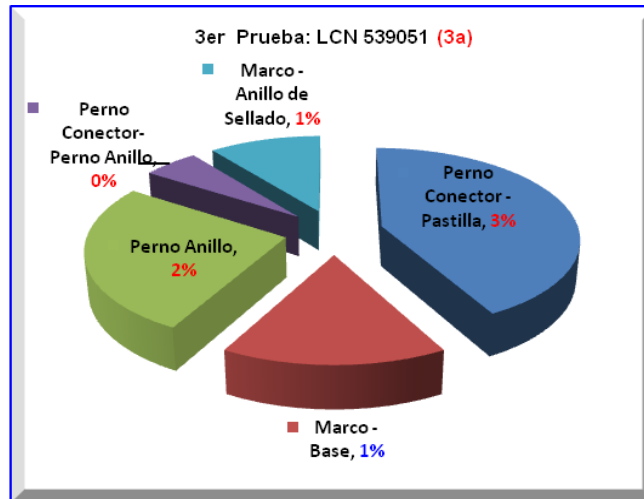
Al obtener los resultados de la prueba anterior y obtenido un Yield del 90% que no es considerado como malo pero no es el esperado, se decidió hacer dos pruebas más, se tomo el segundo lote de prueba con LCN 539051 de 600 piezas y se dividió en dos lotes de 300 piezas, esto con el fin de poder realizar dos pruebas más para poder tener más opciones al tomar una decisión final.

La primera prueba fue realizada a las primeras 300 piezas, sometiendo esta primer parte del lote a la misma velocidad de 5.6 pulg/min pero reduciendo el patrón de carga actual de 3x4 a 3x3, esto para aumentar la cantidad de masa en cada una de las zonas para estabilizar el calor generado en cada una de las zonas del horno y como consecuente el calor que absorben las piezas que están dentro de la fixtura.

LCN 539051 (3a)		
Defectos	#	% Defectos
Perno Conector - Pastilla	8	3%
Marco - Base	3	1%
Perno Anillo	5	2%
Perno Conector- Perno Anillo	1	0%
Marco - Anillo de Sellado	2	1%
TTL Defectos	19	
% Defectos	6%	
Yield	94%	

“Tabla 15.- Resultados 3er Prueba.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO



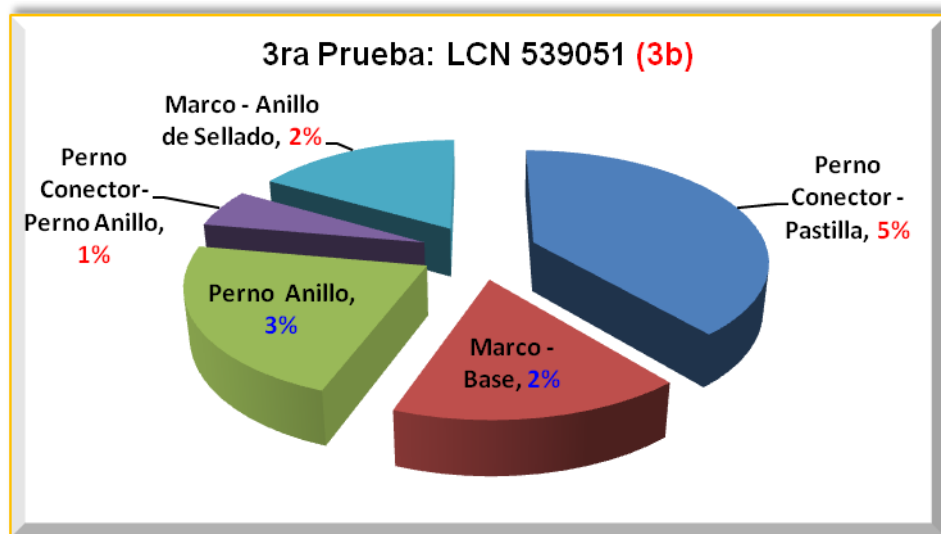
“Grafico 16: Resultados 3ra Prueba (3a)”

3.4.1.4.- 4ta Prueba

Las 300 piezas restantes del lote fueron sometidas a una prueba similar a la anterior, el cambio que se le hizo a esta fue el reducir un eslabón más el patrón de carga a 3x2 esto para ver cómo influye el incrementar un poco más la masa en cada zona.

LCN 539051 (3b)		
Defectos	#	% Defectos
Perno Conector - Pastilla	14	5%
Marco - Base	6	2%
Perno Anillo	8	3%
Perno Conector - Perno Anillo	2	1%
Marco - Anillo de Sellado	6	2%
TTL Defectos	36	
% Defectos	12%	
Yield	88%	

Tabla 16.- Resultados 3er Prueba (3a) LCN 539051



“Gráfica 17.- Resultados 3er Prueba (3a) LCN 539051”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

Comparando los resultados de Yield de las 4 pruebas realizadas al A460-P004, se decido someter los lotes siguientes al perfil:

Tabla 17.- Nuevo perfil.

Nombre del

Perfil: Cusil TO

Parametros del Dwell Peak Time:

Perfil: Time: 7.5 +.5 815

**Unidades en grados centígrados &
in/min**

Numero de Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Set Point de Temperatura	30	40	45	55	62	72	76	77	81	82	80	75
	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0



Perfil de horno: CuSil
Tipo de carga: 3X3

Una de las mejoras que se dio en los instructivos de trabajo y no solo en Este número de parte, fue el incluir el Patrón de Carga de cada material, esto para evitar la ocurrencia de algún error al cargar el material.

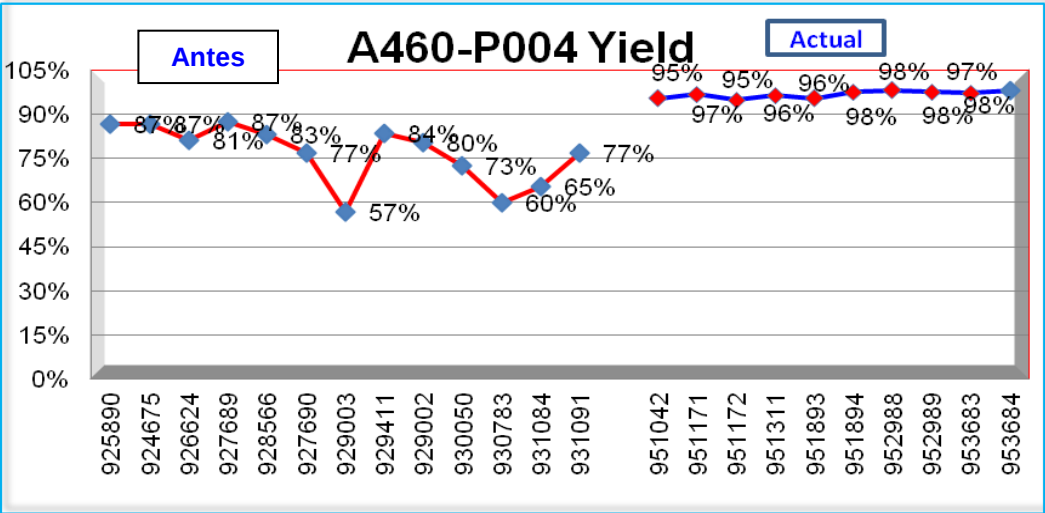
“Figura 33.- Ensamble etapa final A460-P004”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

3.5 RESULTADOS OBTENIDOS

Siendo esta la última etapa de la metodología DMAIC la cual nos proporciona todos los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo del proyecto, la cual nos permitirá apreciar con mayor claridad los resultados obtenidos.

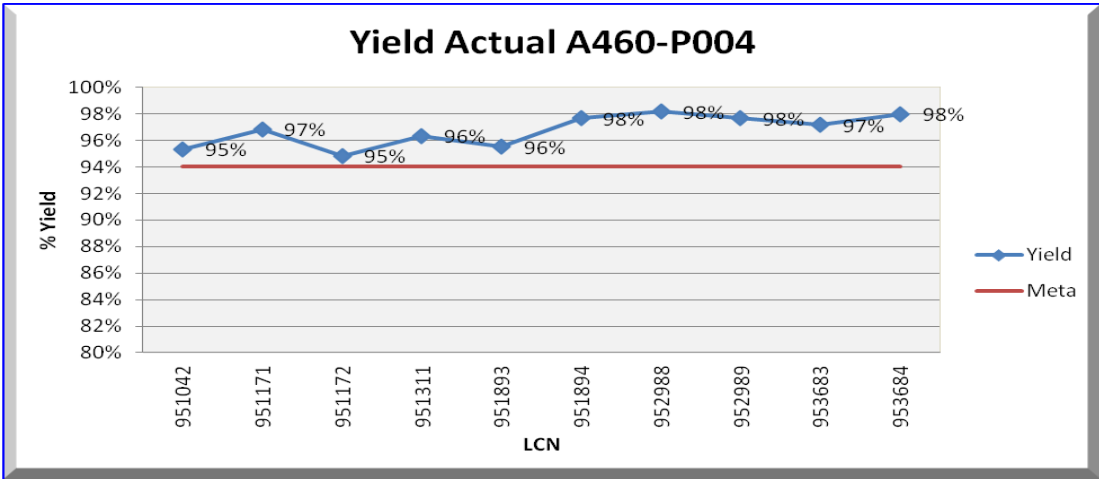
Los puntos que abordaremos en esta etapa de la metodología DMAIC son los siguientes: Reducción del Porcentaje de Retrabajos en los lotes de Producción, Tendencias de Yield Pasadas y Actuales, Reducción del Consumo de Soldadura, Reducción del Tiempo en Área de Inspección.

Después de la implementación de las mejoras en el proceso, se obtuvieron resultados demasiado benéficos para el departamento, mejoramos las tendencias de Yield en el Área de Ensamble e Inspección de soldadura, los resultados fueron notorios en comparación a los resultados que se estaban teniendo en los meses anteriores, logramos pasar a un 95%, 98% de yield.



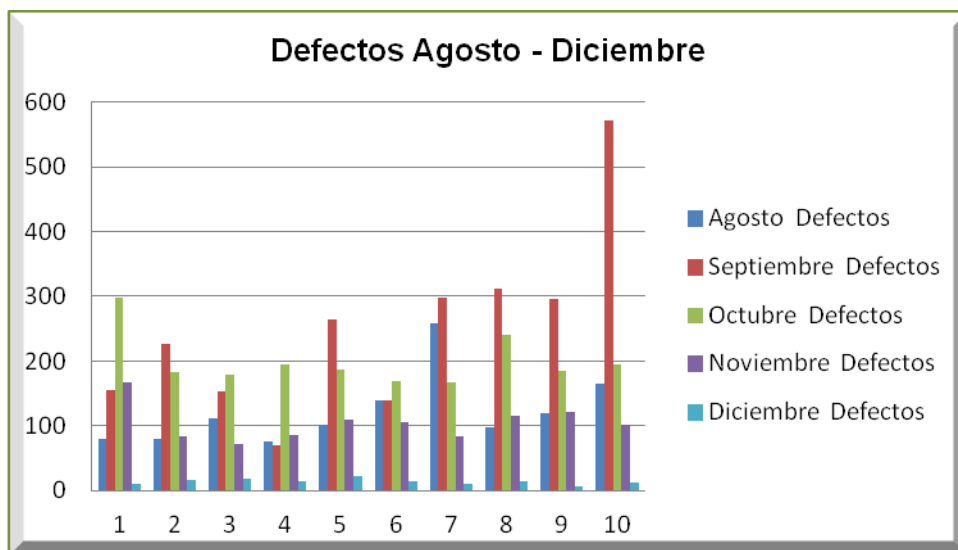
“Gráfica 18.- Tendencia de Yield Pasada y Actual”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

La tendencia actual de yield de primer paso es muy favorable ya que se ha logrado mantener por encima de la meta que se puso el departamento para este proyecto.



“Gráfica 19: Tendencia de Yield Actual”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

En relación a los defectos hubo una reducción considerable comparando los resultados de meses anteriores, es notoria la mejoría en el proceso ayudando al incremento del yield y como consecuente con la productividad ya que estamos produciendo más a la primera.



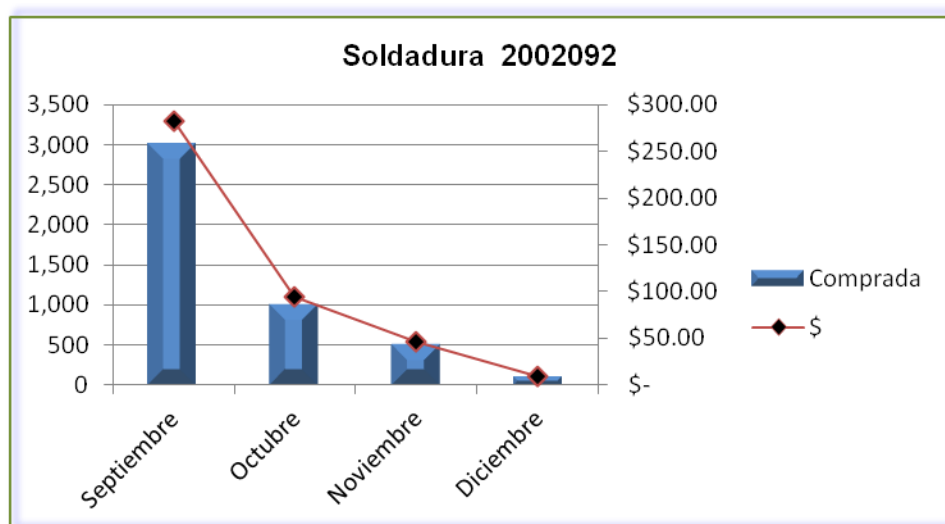
“Gráfica 20.- Defectos agosto – diciembre”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

3.5.1 Ahorros Logrados

Como se ha estado mencionando durante el desarrollo de este proyecto, el retrabajar una pieza tenía un costo, tal costo era el uso de soldadura para el retrabajo de la pieza cada una de estas tiene un costo, y aunque este es pequeño tiende a tener cierto impacto en los gastos de material, lo óptimo en estos casos es no gastar más de lo que la pieza requiere para su ensamble, con los resultados que obtuvimos de las mejoras en el proceso, se vio reflejado en el consumo de soldadura para los retrabajos de los diferentes defectos conocidos como porosidades, cabe recalcar que el uso de algunas soldaduras para el retrabajo no se usan en el ensamble inicial de la pieza es por ellos que las siguientes tablas que se mostraran tendrá la leyenda de N/A esta haciendo referencia a que solo se necesita para el retrabajo no para el ensamble inicial es por ello la notable diferencia en las cantidades compradas.

Soldadura 2002092	Cantidad de Lotes	Necessary	Comprada	Precio	\$
Septiembre	21	N/A	3,000	\$ 0.094	\$ 282.00
Octubre	24	N/A	1,000	\$ 0.094	\$ 94.00
Noviembre	18	N/A	500	\$ 0.094	\$ 47.00
Diciembre	13	N/A	100	\$ 0.094	\$ 9.40

“Tabla 18: Consumo de Soldadura para el Retrabajo del Perno Anillo”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



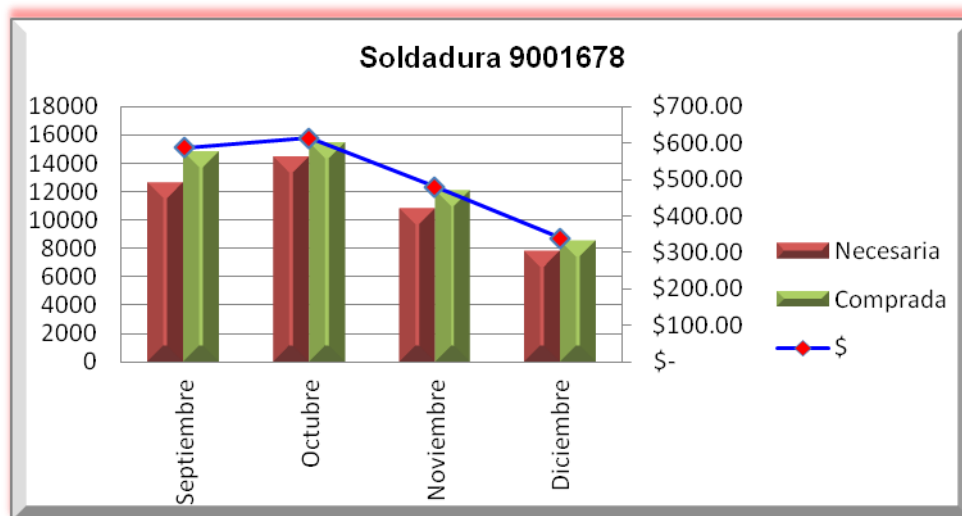
“Gráfica 21.- Consumo de Soldadura 2002092 para perno-anillo”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

En la tabla 12 y la gráfica 21 nos muestra como fue el consumo de soldadura 2002092 para el retrabajo de la porosidad del Perno Anillo, de igual forma como descendió la cantidad comprada comparada con el costo de esta, se puede apreciar que para el mes de diciembre ya fue mínimo el consumo de soldadura, ya que gracias a las mejoras el defecto se redujo considerablemente, no obstante se compró una módica cantidad para tener para tenerla como reserva.

Soldadura 9001678	Cantidad de Lotes	Necesaria	Comprada	Precio	\$
Septiembre	21	12600	14,700	0.04	\$ 588.00
Octubre	24	14400	15,350	0.04	\$ 614.00
Noviembre	18	10800	12,000	0.04	\$ 480.00
Diciembre	13	7800	8500	0.04	\$ 340.00

“Tabla 19.- Consumo de Soldadura 9001678 para Porosidad Perno- Conector”

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



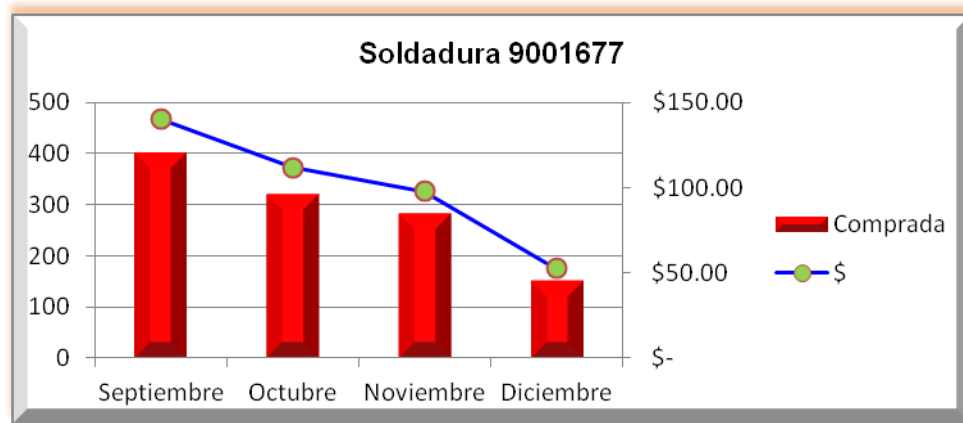
“Gráfica 22: Consumo de Soldadura 9001678 para Porosidad Perno Conector”.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

La tabla 13 y la gráfica 22 nos muestra tanto la cantidad necesaria y la cantidad comprada, el motivo del por cual se muestra la cantidad necesaria es porque este tipo de soldadura es requerida para el ensamble inicial del producto y de igual forma es utilizada para el retrabajo, es por ello que en comparación a los otros tipos de soldadura para retrabajo es diferente a la de la etapa inicial.

Soldadura 9001677	Cantidad de Lotes	Necesaria	Comprada	Precio	\$
Septiembre	21	N/A	400	0.35	\$ 140.00
Octubre	24	N/A	320	0.35	\$ 112.00
Noviembre	18	N/A	280	0.35	\$ 98.00
Diciembre	13	N/A	150	0.35	\$ 52.50

“Tabla 20.- Consumo de Soldadura 9001677 para marco anillo”. Fuente:
Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.



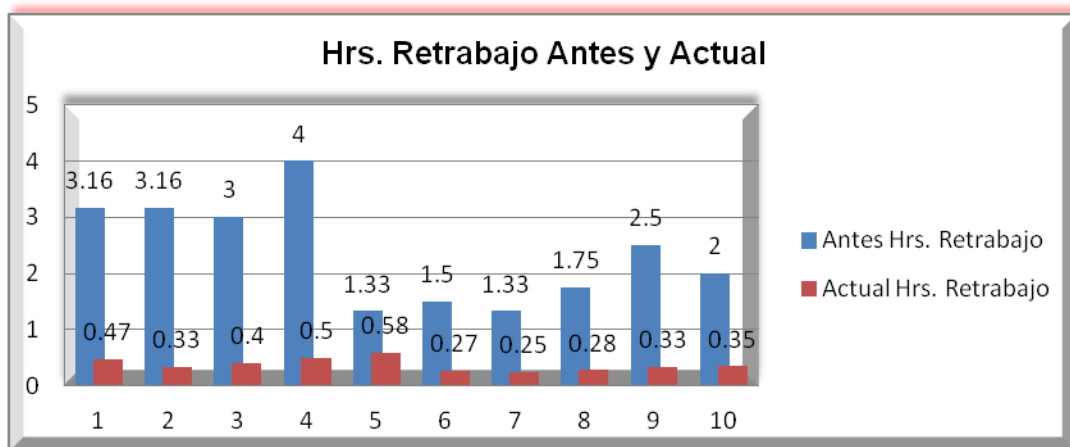
“Gráfica 23.- Comparación monetaria”

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO.

La Tabla 14 y la gráfica 23 muestra como fue el comportamiento del consumo de soldadura desde meses anteriores, es notorio que para el mes de diciembre la reducción del consumo de esta soldadura para el retrabajo fue considerable y tuvo un impacto un poco mayor que los otros tipos de soldadura ya que se costo era un poco más elevado.

Durante la etapa de medición del Proceso, no solo se obtuvo información en relación a la cantidad de retrabajos que estaban resultando al inspeccionar un lote si no que también gracias a las bitácoras actualizadas se nos había arrojada información del tiempo que pasaba en material en el Área de inspección de soldadura, fue notorio que

esta área era un cuello de botella, ya que en ocasiones el material a ser retrabajado duraba más en el área, que lo que se tardaban los operadores en inspeccionar el lote completo. Se sabía que al reducir la cantidad de piezas a retrabajar tendría un impacto en el tiempo de estancia del material en esa área, se obtuvieron resultados benéficos ya que al haber incrementado el Yield se redujeron la cantidad de defectos y como consecuente se redujo el tiempo en del material en esta área, en la gráfica siguiente mostraremos estas mejoras comparadas con los resultados de meses anteriores.



“Gráfica 24.-Resultados de horas de retrabajo antes y actual”.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del departamento 57440 TO

Con las mejoras en el proceso nos podemos dar cuenta que esta bajo control, se ha logrado estar por encima de la meta del Departamento 5744, para mantener estos resultados, se estará monitoreando constantemente el área haciendo uso de hojas de cálculo en las cuales se estará actualizando día con día los resultados de cada uno de los lotes sin excepción de números de parte, esto con el fin de detectar rápidamente algún problema, de igual forma el uso correcto de las bitácoras que son las que nos muestran todas los números de parte que en su momento han pasado por esa área y el comportamiento o resultados obtenidos de estos.

4. CONCLUSIÓN

La elaboración de este proyecto para tesis de titulación no solo me permitió hacer uso del conocimiento que en algún momento fueron adquiridos durante mi carrera profesional y curso Green Belt, si no también me permitió fijarme metas y hacer todo lo posible por cumplirlas, en este caso fueron los objetivos planteados para este proyecto. Se logró obtener resultados benéficos para el departamento TO o 5744 que forma parte de la empresa Kyocera Mexicana, se incrementó la productividad dentro del área de Ensamble – Inspección de Soldadura, la reducción de retrabajos fue notoria, y el ahorro en el uso de soldadura, se está logrando producir más producto reduciendo el cuello de botella que se estaba generando en esta área, se logro cumplir con los objetivos planteados para este proyecto.

El proceso está bajo control, los resultados que se están obteniendo por lote son los esperados, las tendencias de yield están por encima del 94% y con este parámetro podemos decir que se cumplieron con los objetivos.

5.- BIBLIOGRAFIA

- Ingeniería industrial: *Métodos, Tiempos y Movimientos*
Autor: *Niebel Benjamín W.*
Editorial: *México, Alfaomega 1990*
- Seis - Sigma. Metodología y técnicas
Editorial Limusa
Autor: Edgardo J. Escalante
- Manual del Ingeniero Industrial
5ta Edición, Tomo II
Editorial Mc Graw Hill
Autor: Kjell B. Zandin
- BUSINESS PERFORMANCE THROUGH LEAN SIX SIGMA
Linking the Knowledge Worker, the Twelve Pillars, and Baldrige
James T. Schutta
ASQ Quality Press, 2006
- Lean Six Sigma.
Michael L. George.
Edit. Mc-Graw Hill
- Seis Sigma para Todos.
George Eckes.
Edit. Norma.

Sitios web:

<http://www.caletec.com/blog/tag/metodologia-dmaic/>

<http://www.slideboom.com/presentations/58117>

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/

6. ANEXOS

Bitácora de Ensamble

Bitácora para Ensamble													
	No. de Parte	LCN	Fecha	Ensamble					Retrabajo				
				1er. Etapa	2da. Etapa	3er. Etapa	4ta. Etapa	5ta. Etapa	Hr. Entrada	Hr. Salida	Cantidad de Piezas	si	no
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													

Bitácora de Inspección de Soldadura

Bitácora para Inspección Brazing (Retrabajo)														
	No. de Parte	LCN	Fecha	Ensamble "Etapas"					Hr. Entrada	Hr. Salida	No. de Piezas	Retrabajo		
				1er.	2da.	3er.	4ta.	5ta.				Hr. Inicio	Hr. Salida o Terminación	Cantidad de Piezas Retrabajadas
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														

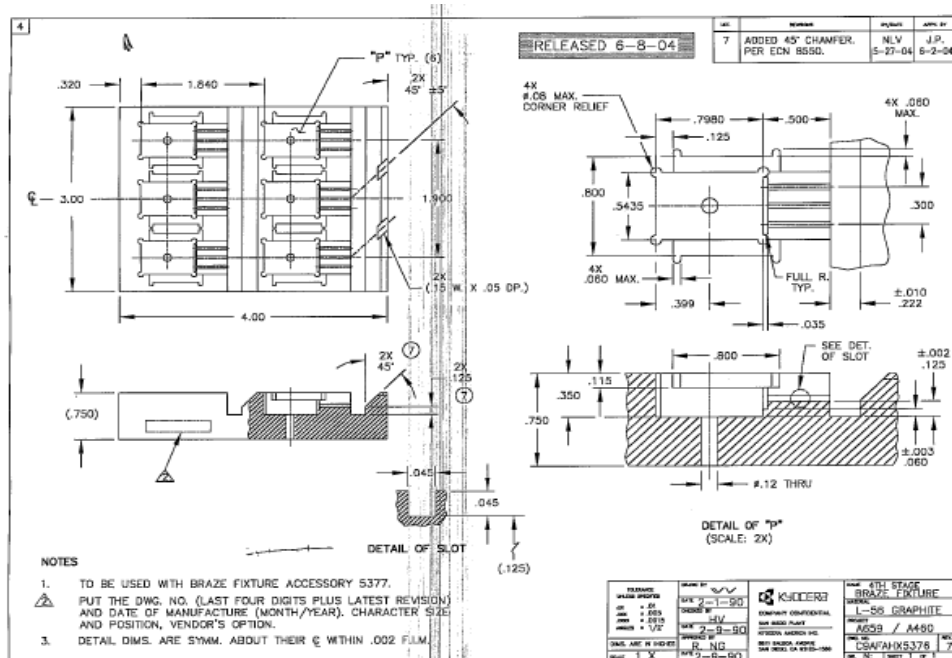
Evidencia

Cory Gómez Guadalupe

Dibujos para Inspección Grading (Pneumática)

No. de Parte	Lote	Fecha	Especificación "Grading"					No. de Inspección	Inspección		Resultado	
			1er.	2do.	3er.	4to.	5to.		1er. Inspección	2da. Inspección	No. de Inspección	No. de Inspección
A1588-P004	923553	23-07-10				✓		11:00am	12:30pm	600		
A1588-P004	923553	26-07-10				✓		8:00am	10:30am	600	10:25am	1:00pm
A1588-P004	923554	26-07-10				✓		11:00am	2:00pm	600	2:15pm	3:45pm
A460-P004	9246174	28-07-10			✓			12:00am	9:50am	600	9:50am	1:00pm
A1588-P004	923555	28-07-10				✓		10:30am	1:30pm	600		
A1492-P004	924925	30-07-10				✓		8:30pm	12:00am	400	7:15am	12:30pm
A460-P004	9246175	02-08-10				✓		11:15am	9:45am	600	9:50am	1:00pm
A1492-P004	924925	02-08-10				✓		1:00pm	3:00pm	500		
A460-P004	925888	03-08-10	✓					12:30pm	3:00pm	700	7:20am	11:00am
A460-P004	925890	03-08-10	✓					3:30pm	6:00pm	600	6:15pm	11:00am
A460-P004	926234	05-08-10				✓		9:30am	12:00pm	900	1:00pm	4:00pm
A1492-P004	926234	05-08-10	✓					2:00pm	4:30pm	600		
A460-P004	926629	07-08-10						2:30pm	4:30pm	600	7:00am	11:00am
A1492-P004	926233	08-08-10			✓			5:00pm	7:00pm	600	7:30am	11:00am
A1492-P004	926234	08-08-10			✓			10:00am	1:00pm	600	1:15pm	2:45pm
A1492-P004	926234	08-08-10			✓			10:00am	1:00pm	600	1:15pm	2:45pm
A460-P004	926625	16-08-10			✓			1:00pm	3:30pm	600	3:40pm	5:00pm
A460-P004	927397	16-08-10			✓			3:40pm	6:10pm	600	9:00am	8:30am
A460-P004	927689	19-08-10			✓			7:00am	9:30pm	600	9:45am	11:05am
A460-P004	928566	17-08-10			✓			10:00am	12:1pm	600	11:30am	1:15pm
A460-P004	928567	17-08-10			✓			4:00pm	6:00pm	600	7:00pm	9:30am
A460-P004	927690	17-08-10			✓			9:30am	10:20am	600	10:30am	1:00pm
A460-P004	929002	19-08-10			✓			7:00am	9:00am	600	9:30pm	11:30am
A460-P004	929003	20-08-10			✓			12:30pm	2:30pm	600	4:30pm	11:10am
A460-P004	929411	20-08-10			✓			2:40pm	4:40pm	600	4:30pm	11:30am
A460-P004	930050	20-08-10			✓			4:50pm	7:00pm	600	9:30pm	11:30am
A460-P004	930783	23-08-10	✓					11:00am	2:30pm	600	2:50pm	9:00
A460-P004	930784	24-08-10	✓					9:00am	11:30am	600	10:40	9:00
A460-P004	930052	24-08-10	✓					10:30am	3:00pm	600	3:00pm	9:00
A460-P004	930783	24-08-10	✓					3:30pm	6:00pm	600	5:00pm	9:00

Dibujo A460-P004



Hoja de Instrucción para colocado de Soldadura



Procedimiento de Referencia MMTH-02
Elaborado Por: Alvaro Blazquez
Preparado Por: Alvaro Blazquez
Revisado Por:

INSTRUCCION DE TRABAJO
WORK INSTRUCTION

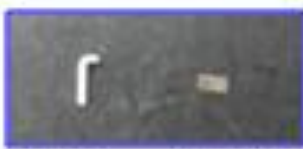
Instrucción de Trabajo: WIMTH-02-05
Modificado Por:
Aprobación de Ingeniería: Alfredo García
Reg. N°: 00000

Pág. 1 de 1

Rev. 1
Emitido:
Fecha: 12/17/2017

COLOCACIÓN CORRECTA DE SOLDADURA SOBRE PIN PARA TODOS LOS PAQUETES DEL TO

Material

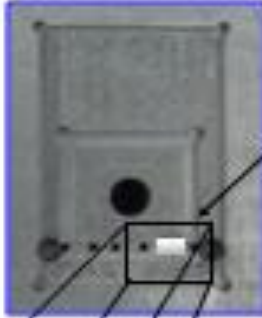


Pin de Plata
QSP 020000T4

Soldadura
QSP 020000T2

Equipos

Fixtura de carbon 0200T1
Goma 0my1
Alfilerador



Una vez colocada la Soldadura, se debe alinear y verificar que no quede fuera del Pin.



Pin de Plata

NOTA:

Antes de colocar la Goma y la Soldadura sobre el Pin, es importante que nos aseguramos que el Pin esta bien insertado, tanto en la cavidad como en el canal guía y de no agregar goma en exceso ya que causa porosidad.

Ejemplar de soldadura mal colocada y desalineada

Soldadura colocada a un costado del Pin.



Soldadura desalineada



Soldadura colocada por encima del Pin



1. Este documento es de carácter confidencial para la empresa. Toda documento impreso **NO DEBE VENDERSE** sin el sello de Impreso controlado por un responsable asignado. Fecha de Impresión: 01/17/2018

2. El mal uso de este documento será penalizado de acuerdo al Reglamento Interno de Trabajo (RIT).
USP0001-01-00000001-0001-01

Hoja de Instrucción Ensamble Perno – Anillo



INSTRUCCIÓN DE TRABAJO WORK INSTRUCTION

PAGINA 1 de 1
PAGE:

PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA: WHI7142 INSTRUCCIÓN DE TRABAJO: WHI7142-110

REV. No: 1

REFERENCE PROCEDURE No.:

WORK INSTRUCTION No.:

REV. No:

PREPARADO: Roberto Cruz

APROBACIÓN DE INGENIERÍA:

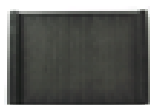
FECHA EFECTIVA:

PREPARED BY:

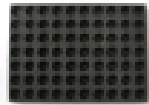
ENGINEERING APPROVAL: Miguel Muñoz

EFFECTIVE DATE:

FIXTURAS



Base de Carbón #8028



Placa de Carbón #8812



Cilindro de Carbón #8452

MATERIALES



Pin #1003161

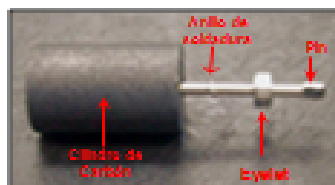


Eyelet #1002963

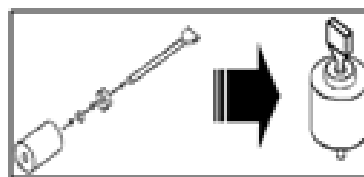


Anillo de soldadura #2002278

Ensamble de Pin/Eyelet #1002963 para paquete A683



1.- Ensamblar el eyelet #1003802, la soldadura #2002278 y el cilindro de carbón #8452 en el pin #1003161 de la siguiente manera como se muestra en la imagen.



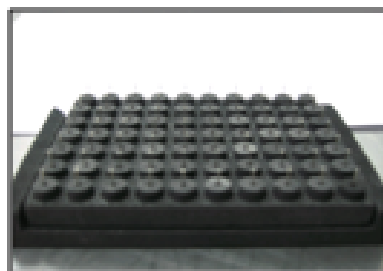
2.- Después se pondrá el ensamblaje dentro de la fixtura cilíndrica de carbón #8812, como se muestra en la imagen. Nota: Se deberá llenar la placa completa.



3.- Una vez llena la placa, se le pondrá encima otro juego de placas #8028 y #8812 ensambladas de tal forma que quedará como "sandwich". Nota: Verificar que quede bien ensamblada la placa vacía.



4.- De ahí se procederá a voltear 180° el conjunto de placas de tal forma que la cabeza del pin quede hacia abajo. Importante: Use las dos manos.



5.- Por último, se quitarán las 2 placas que quedan arriba y las cabezas de los pins quedarán hacia abajo. Para asegurarse de que todos tengan la misma dimensión requerida se deberá de aplicar ligera presión sobre los pins por la parte de arriba con una placa de carbón #8028.

1. Este documento es de carácter confidencial para la empresa. Todo documento impreso **NO TIENE VALIDEZ** sin el sello de Impreso controlado por un responsable asignado. Fecha de Impresión: 01/02/2009

2. El mal uso de este documento será penalizado de acuerdo al Reglamento Interior de Trabajo (RIT).
MUR0004 (PONDICE) 3. REV. 3.