



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

AGOSTO - DICIEMBRE 2019

Manuel de Jesus Cruz Martínez

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL**

Implementación de equipo de codificado láser para mejora en el código de los productos de la línea de MAXI/MINI100 del negocio de AEP



SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO, S. DE R. L. DE C.V.

Nombre del asesor externo

Juan Manuel Ruvalcaba Becerril

Nombre del asesor interno

Fernando García Vargas

Fecha: 30 de noviembre del 2019

CAPITULO 1: PRELIMINARES

1.2 Agradecimientos.

Hoy es uno de los días más importantes de mi vida al ver que una meta más se ha cumplido satisfactoriamente; Han sido cinco largos años de mi vida en donde he adquirido el conocimiento necesario para ser aún más una mejor persona. Durante este tiempo la vida me ha dado la oportunidad de conocer a muchas personas con las que he convivido y he interactuado. Mis compañeros de clases, personal académico y personal administrativo del instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga que me ayudaron para que esto se cumpliera les doy mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, quiero expresar mi total gratitud a los representantes de la empresa SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO, S. DE R. L. DE C.V. quienes por más de 18 años han permitido que yo sea parte de ella, así como también agradecerles la oportunidad que me dieron de realizar mis residencias profesionales en sus instalaciones. También quisiera incluir al personal operativo, ingeniería y de mantenimiento quienes siempre me brindaron su incondicional apoyo para sacar este proyecto adelante.

También agradezco el soporte brindado por parte del ingeniero Juan Manuel Ruvalcaba Becerril asesor externo y del ingeniero Fernando Garcia Vargas asesor interno, quienes gracias a la retroalimentación de cada uno de ellos hicieron posible llevar un buen desarrollo en este proyecto de residencias profesionales.

Un último agradecimiento, pero muy especial para mi familia, mi esposa y mis hijos por apoyarme incondicionalmente de principio a fin en este proyecto. Este logro se lo dedico a mis padres y en especial a ti mamacita en donde quieras que estés, sé que siempre estarás orgullosa de tu hijo. gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación, por compartir mis penas y mis alegrías siempre con una palabra de aliento para continuar luchando.

1.3 Resumen.

Sensata Technologies es uno de los principales proveedores mundiales de soluciones de detección, protección eléctrica, control y gestión de energía con centros de negocios y operaciones en 12 países, incluidos China, Japón , Corea y Malasia. Los dispositivos de Sensata se encuentran en sistemas que protegen a las personas y al medio ambiente. La misión de la empresa es ser un líder mundial y un innovador en sensores de protección eléctrica de misión crítica que satisfagan las crecientes necesidades mundiales de seguridad, eficiencia energética y un ambiente limpio; siendo un excelente Socio, Empleador y Vecino.

Sin embargo, en conjunto con el equipo de ingeniería de procesos y de equipo del negocio de AEP se ha detectado una oportunidad de mejora relacionado al proceso de codificado de los dispositivos de las líneas de MAXI/MINI100, que representara una mejora en la productividad, calidad y rentabilidad del negocio de AEP.

¿Cuál es esta propuesta para mejorar el proceso de codificado de las líneas de MAXI/MINI100? La respuesta es la implementación de un sistema de codificado laser que evitara un costo anual de \$ 68 720 dólares de inversión en refacciones, insumos, mano de Obra y proceso; así como también ayudara a la creación de una nueva imagen en el producto MAXI & MINI100 reemplazando el estampado y la pintura manual en la cubierta por el código láser.

Con la implementación de esta propuesta de mejora se busca analizar la mejor manera y las formas de procesos, que se lleva a cabo en la actualidad dentro de la organización esto con el fin de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, el cual se encuentra dentro de los principales objetivos de la empresa que es el de obtener mejores resultados con el mínimo de inversión posible. Para ello se ha revisado con el corporativo la implementación de un equipo de codificado laser que representará una inversión que generará grandes beneficios en reducción de costos con mucha mayor calidad y que también generará mayor productividad que a largo plazo será un ahorro significativo para la empresa.

1.4 ÍNDICE

CAPITULO 1: PRELIMINARES.....	II
1.2 Agradecimientos.	II
1.3 Resumen.	III
1.4 ÍNDICE	IV
1.4.1 Lista de Tablas.....	V
1.4.2 Lista de Figuras.....	VI
CAPITULO 2: GENERALIDAD DEL PROYECTO	6
2.1 Introducción.	6
2.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante.	8
2.2.1 Historia de Sensata Technologies.....	9
2.2.2 Principales productos de la empresa.	10
2.2.3 Área de trabajo del estudiante.....	11
2.2.4 Misión de la empresa.	13
2.2.5 Visión de la Empresa.	13
2.2.6 Objetivos de la empresa.	13
2.2.7 Organigrama de la empresa.	13
2.2.8 principales clientes de la empresa.	14
2.3 Problemas a resolver, priorizándolos.	16
2.4 Justificación	21
2.5 Objetivos (General y Específicos).....	21
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	23
3.1 Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	23
3.1.1 Grabado laser.....	23
3.1.2 Historia de la tecnología láser.	23
3.1.3 Aplicaciones de grabado con Láser.	24
3.1.4 Marcado y grabado con láser de plásticos.....	27
3.1.5 Marcado y grabado láser de metal.	27
3.1.6 Marcadora láser KEYENCE ML9600 LASER CO2 de 3 ejes/controlador.	28
3.1.7 Ventajas del grabado láser en comparación con el grabado mecánico.	29
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	30
4.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	30

4.1.1 Implementación de código laser línea MINI100.	31
4.1.2 Diagrama de flujo línea MINI100.	32
4.1.3 Especificación del código.	33
4.1.4 Implementación de código línea de MAXI.	34
4.1.5 Diagrama de flujo línea MAXI.	35
4.1.6 Especificación del código.	36
4.1.7 Prueba funcional.	38
4.1.8 Inspección final (apariencia del código)	41
4.1.9 Conclusión.	42
4.2 Cronograma de actividades.	43
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.	45
5.1 Resultados.	45
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.	49
6.1 Conclusiones del Proyecto.	49
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.	51
7.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	51
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.	55
8.1 Fuentes de información.	55
8.1.1 Referencias de internet:	55
CAPÍTULO 9: ANEXOS.	56
9.1 Anexos.	56

1.4.1 Lista de Tablas

Tabla 1 Líneas y productos del Negocio de AEP.	12
Tabla 2 rechazos internos por defecto:	17
Tabla 3 Rechazos internos por línea:	17
Tabla 4 ventajas del grabado laser VS grabado mecánico.	29
Tabla 5 dibujo producto MINI121-15.	33
Tabla 6 dibujo Producto MAXI.	36
Tabla 7 antes y después código MAXI/MINI100.	45
Tabla 8 históricos de rechazos internos por defectos.	46
Tabla 9 histórico de rechazos internos de defecto de código por línea.	46
Tabla 10 Resultados por Métrico.	48
Tabla 11 CP (Control Plan)	52

Tabla 12 PFMEA (Potencial modo de falla del proceso y el análisis de efectos).....	52
--	----

1.4.2 Lista de Figuras

Figura 1 Beneficios dispositivos de Sensata Technologies.	8
Figura 2 Organigrama de Sensata Technologies.	14
Figura 3 Clientes principales de Sensata Technologies.	14
Figura 4 Defectos visuales código MINI100	16
Figura 5 falta de pintura generado por el proceso de pintura y manejo del material.....	17
Figura 6 cubierta metálica dañada en el proceso de troquelado.	18
Figura 7 proceso de troquelado MAXI.....	18
Figura 8 proceso de pintura.	19
Figura 9 proceso de horneado de pintura.....	19
Figura 10 diagrama de Ishikawa material rechazado por defectos de código.....	20
Figura 11 estampado de código laser en autopartes.....	25
Figura 12 estampado de código laser en equipo quirúrgico.	25
Figura 13 estampado laser en productos electrónicos.	25
Figura 14 estampado laser en teclados para PC.....	26
Figura 15 estampado laser en productos metálicos.	26
Figura 16 estampado laser en etiquetas identificativas.	27
Figura 17 equipo KEYENCE ML9600 LASER CO2.....	28
Figura 18 Layout antes MINI100	31
Figura 19 producto MINI100.....	32
Figura 20 diagrama de flujo actual MINI100.....	33
Figura 21 ejemplo de código de tinta anterior con equipo Videojet.....	34
Figura 22 ejemplo de código con equipo laser.	34
Figura 23 Flujo de procesos MAXI antes.....	34
Figura 24 diagrama de flujo actual MAXI.....	35
Figura 25 producto MAXI.	36
Figura 26 ejemplo de código mediante troquel y pintura.	37
Figura 27 ejemplo de código con equipo laser.	38
Figura 28 comparación prueba funcional grupo de prueba VS muestra.	39
Figura 29 diferencias significativas entre las desviaciones estándar.	39
Figura 30 diferencias significativas entre las desviaciones estándar.	41
Figura 31 comparación inspección final grupo de control VS prueba	42
Figura 32 código dañado MINI100. Figura 33 Falta de Pintura en la cubierta.....	42
Figura 34 cronograma de Actividades.....	43
Figura 35 grafico inspección de control de prelanzamiento.	47
Figura 36 comparativa estampado de código de tinta y pintura manual y código laser.	48
Figura 37 A3 Proyecto de mejora Laser MINI100/MAXI.....	51
Figura 38 Instrucción de trabajo MFG-MINI100-1000 Codificado de Sleeve.	53
Figura 39 diagrama de Flujo línea de MAXI.	53
Figura 40 diagrama de Flujo línea de MINI100.....	54

Figura 41 evidencia entrenamiento del manejo del equipo de codificado laser.	54
Figura 42 Liberación del proceso de codificado laser.....	56
Figura 43 Liberación de equipo de codificado laser por parte de ESH.	57
Figura 44 Carta de terminación de residencias profesionales.	59

CAPITULO 2: GENERALIDAD DEL PROYECTO

2.1 Introducción.

En el presente trabajo de estadía se pretende justificar y demostrar la importancia de trabajar bajo un sistema de mejora continua, el cual se enfocará en la mejora de procesos que se basa en la necesidad de revisar continuamente mejoras a los problemas, reducción de costos, mejora de la calidad y otros factores que en conjunto permiten la optimización de las empresas. la actividad de mejora continua nos proporcionara una visión continua, medición y retroalimentación sobre el rendimiento del proceso para impulsar la mejora en la ejecución de los procesos.

En la actualidad la empresa Sensata Technologies se enfrenta a las crecientes exigencias por parte de sus clientes para que sus productos cumplan con los más altos estándares de calidad, así como también estos sean más limpios y eficientes debido a la regulación y la demanda de los consumidores. los dispositivos que se fabrican en esta empresa se están utilizando en aplicaciones que van desde ayudar a los clientes industriales a construir bombas y calderas más eficientes, hasta aumentar la eficiencia de combustible en camiones pesados. Resumido lo dicho anteriormente quiere decir que en un mundo globalizado y con los grandes avances de la tecnología, las empresas buscan optimizar sus procesos para brindar bienes y servicios de calidad para ello requieren de las tecnologías adecuadas que les permitan ser más competitivas y sostenibles en el mercado en el que se desarrollan

El presente proyecto de estadía está enfocado en el análisis de la mejora de la identificación y trazabilidad de los productos de las líneas de MAXI y MINI100 del negocio de AEP. Específicamente se busca mejorar el proceso de estampado del código de las dos áreas antes mencionadas. Podemos resaltar la importancia que tiene el código en el dispositivo el cual nos ayuda a identificar y distinguir un numero de parte de otro en el proceso de producción; otro punto que se puede resaltar de la identificación del código es que nos permite tener trazabilidad con los clientes cuando se tiene una eventualidad

de rechazo con ellos, facilita que la búsqueda de la información sea más rápido y efectiva. Un bajo desempeño y una mala calidad en el proceso de estampado de código no sólo incrementa los costos de producción, sino que también genera atrasos de entrega de material hacia con los clientes generando el descontento de estos hacia la compañía; eh ahí la importancia de tener un sistema de codificado sólido y eficiente que puede generar ahorros, una mayor confianza en todas las áreas del negocio y sobre todo tener la satisfacción de los clientes.

Con la propuesta de mejora de la implementación del sistema de codificado laser se busca sustituir el proceso de estampado de código mediante troquel y pintura manual para los productos de las líneas de MAXI y estampado de código con equipo Videojet para la línea MINI100 del negocio de AEP, esto nos permitirá tener una mejor calidad en el estampado mejorando la apariencia del código de los productos de ambas líneas. Con esto se pretende bajar los niveles de rechazos internos que se generan por los defectos relacionados al problema de código.

Adicionalmente a lo dicho anteriormente otro de los beneficios que se espera con la implementación del sistema de codificado laser es reducir el costo de inversión al año de insumos como pinturas, tinta, rodillos, dados de troquel etc. El cual representara un ahorro significativo para las finanzas del negocio; asi también se liberarán espacio de producción e inversión de recurso humano para la línea de MAXI ya que el proceso de codificado de esta área involucra tres operaciones, esto nos permitirá eliminar un par de operaciones y asi se podrá aprovechar el espacio y recurso para otras actividades.

Por lo tanto, se concluye que con la implementación del equipo de codificado laser se podrán obtener resultados financieros favorable para el negocio de AEP que se verán reflejados a largo plazo, asi también se podrán ver un beneficio en la calidad del producto mejorando su apariencia. Finalmente, el éxito o fracaso de todo proyecto de implementación del sistema de codificado dependerá directamente del grado de involucramiento que tendrá todo el personal desde nivel operativo, corporativo y áreas soporte.

2.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante.

Sensata Technologies es uno de los principales proveedores mundiales de soluciones de detección, protección eléctrica, control y gestión de energía con centros de operaciones y negocios en 12 países, incluidos China, Japón, Corea y Malasia. es líder mundial y uno de los primeros innovadores en sensores y controles de misión crítica diseñados para hacer que el mundo sea más limpio, más seguro y más eficiente.

La palabra Sensata viene del latín sensate, que significa “aquello que tiene sentido.” Nuestro enfoque es el entendimiento profundo, la colaboración impresionante, creatividad práctica e integridad inquebrantable. El enfoque en la detección también se refleja en el logotipo, que se deletrea Sensata en Braille.

Los dispositivos de Sensata se encuentran en sistemas que protegen a las personas y al medio ambiente, por lo que lo que se hace en esta empresa importa. Pueden encontrarse más de 47,000 productos únicos en muchas aplicaciones, desde sistemas de frenos automotrices hasta controles de vuelo de aeronaves. La tecnología que se fabrica en Sensata mejora la seguridad, la eficiencia y la comodidad de millones de personas todos los días. Los sensores son los componentes básicos necesarios para un mundo inteligente, conectado, electrificado y en última instancia autónomo.

Figura 1 Beneficios dispositivos de Sensata Technologies.



2.2.1 Historia de Sensata Technologies.

Década de 1910.

Sensata Technologies comenzó como General Plate Company, una empresa fundada el 24 de abril de 1916 por Rathbun Willard para proporcionar placa de oro para la industria de la joyería de Rhode Island.

1920: la expansión.

Willard decidió trasladar la compañía y compro más de 200 acres de tierra en lo que entonces se conocía como pantano de Cat-O-Nine-Tail. El primer edificio fue construido en 34 Forest Street en 1926.

1930: la primera fusión.

En 1931, la compañía se fusiono con Spencer Thermostat Company de Cambridge, MA y formo Metals & Controls Corporation.

1940 apoyo militar.

En 1941, construyó sus primeros disyuntores para vehículos militares y aviones.

1950: la fusión de TI.

A lo largo de la década de 1950, se establecieron plantas adicionales en varios otros lugares internacionales. En 1959, Texas Instruments se fusiono con la antigua corporación de Metales y controles.

1960: misión Lunar.

En 1963, Texas Instruments cambio el nombre de la división Materiales y Controles. En 1965, los ingenieros comenzaron a diseñar y construir todos los interruptores del panel de control para los módulos del comando lunar y del Apolo 11, así como para el móvil lunar.

1970: expansión global.

La compañía continuó creciendo y comenzó a fabricar en Malasia y Japón.

Década de 1980: la experiencia demuestra valor.

Aguascalientes, México fue elegido el sitio para la primera expansión de la compañía en México en 1983.

Década de 1990: los materiales evolucionan.

En 1990, la compañía creó su primer protector de batería y acelerómetro de bajo g. El desarrollo del material continuó con el lanzamiento del DuraFoil.

2000: nuevo nombre, misma promesa.

En 2006, la compañía, ahora Sensata Technologies, renació como una empresa privada y adquirió First Technology. En 2007, la compañía adquirió Airpax Holding y sus cuatro unidades operativas.

Década de 2010: 100 años de seguridad y eficiencia.

En 2010, la compañía realizó su oferta pública y comenzó a cotizar en NYSE bajo ST. En 2016, Sensata celebró su centenario, marcando 100 años de mejorar la seguridad, la eficiencia y la comodidad para millones de personas.

2.2.2 Principales productos de la empresa.

- Aeroespacial. - Sensores de fuerza y posición que reemplazan los sistemas hidráulicos, facilitando la electrificación.
- Construcción. - Sensores específicos del tren motriz que permiten controles electrónicos para mantener las condiciones óptimas de funcionamiento del motor.
- Marina. - Cargadores de batería y cargadores de inversor líderes en la industria están diseñados específicamente para brindar confiabilidad en entornos marinos accidentados.
- Energía. - Cargadores de inversor densos en potencia, equipos de equilibrio del sistema, controladores de carga y electrónica de potencia a nivel de módulo.
- Equipamiento profesional de alimentos. - sensores e interruptores Sensor-NITE

pueden detectar hasta 850° C. Usan tecnología RTD, por lo que son inherentemente más precisos que los dispositivos convencionales.

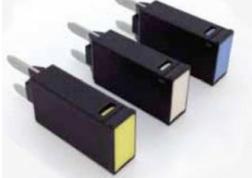
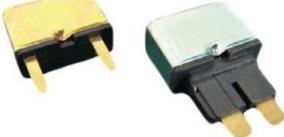
- Automotriz. – Sensores de detección que ayudan a proporcionar capacidades de vanguardia en los sistemas del motor, Transmisión, control de la presión de los neumáticos, Aire acondicionado y Estabilidad electrónica.
- Climatización. - Sensor de presión hermético que proporciona la mejor precisión en temperatura de su clase en aplicaciones como la refrigeración de transporte.
- Médico. - Dispositivos para la medición del rendimiento, el control y la confiabilidad en aplicaciones médicas críticas.
- Semiconductores. - Dispositivos portátiles que van más allá de la detección a la analítica de datos.
- Camiones y remolques comerciales. - Sensor de presión de freno hidráulico Proporciona información precisa de presión al sistema de freno hidráulico.
- Industrial. - protectores térmicos que previenen el sobrecalentamiento.
- Motocicletas y vehículos recreativos. - Sensores de alta temperatura que permiten a los controladores del motor regular los sistemas de postratamiento de gases de escape.
- Telecomunicaciones. - Interruptores automáticos de la serie que protegen el centro de datos crítico y las aplicaciones de telecomunicaciones.

2.2.3 Área de trabajo del estudiante.

El proyecto de estadía se desarrolla en el área de producción de las líneas de MAXI y MINI100 del negocio de AEP (Automotive Electrical Protection) ubicadas en la nave de producción número 4 de la planta, normalmente conocido como edificio B4.

El negocio de AEP por sus siglas en inglés significa Protección Eléctrica Automotriz, en el sitio de Aguascalientes tiene apenas tres años de haberse instalado, ya que dicho negocio fue transferido de Republica Dominicana en julio del año 2016; Actualmente se encuentra conformado por 5 líneas de producción.

Tabla 1 Líneas y productos del Negocio de AEP.

Línea	Dispositivo
MAXI	 <p data-bbox="841 520 1401 604">Protectores de circuitos está clasificada para su uso hasta 125°C.</p>
MINI100	 <p data-bbox="824 835 1417 919">Fusibles tipo mini para su uso en circuitos de seguridad críticos.</p>
RP	 <p data-bbox="841 1161 1401 1245">Protector térmico adecuado para aplicaciones de iluminación empotrada.</p>
EXT	 <p data-bbox="824 1444 1417 1581">interruptores automáticos que protegen el arnés de cableado en aplicaciones automotrices de 12 voltios.</p>
FCO	 <p data-bbox="881 1780 1369 1875">Switch de corte de combustible de emergencia</p>

Actualmente desempeño el puesto de técnico de calidad administrando y coordinando las actividades del personal auditor e inspector de calidad en el proceso de producción. En conjunto con el equipo de ingeniería de procesos y mantenimiento se validaron las implementaciones de los controles necesarios para el arranque del sistema de codificado laser para que no hubiera ningún contratiempo durante la corrida de validación. Así también se revisó en conjunto con el personal de producción los cambios realizados en la línea con el nuevo proceso de codificado, dichos cambios quedaron plasmado en la documentación los cuales se dieron a conocer al personal, en donde fueron despejadas las dudas referente al manejo del equipo así como los criterios de aceptación del material ya con la implementación del nuevo estampado del código en el producto.

2.2.4 Misión de la empresa.

Impulsar un rendimiento operativo de clase mundial para mantener los márgenes líderes en la industria que continúan expandiéndose. Nos enfocamos en aplicaciones de misión crítica y difíciles de hacer donde podemos obtener posiciones de liderazgo.

2.2.5 Visión de la Empresa.

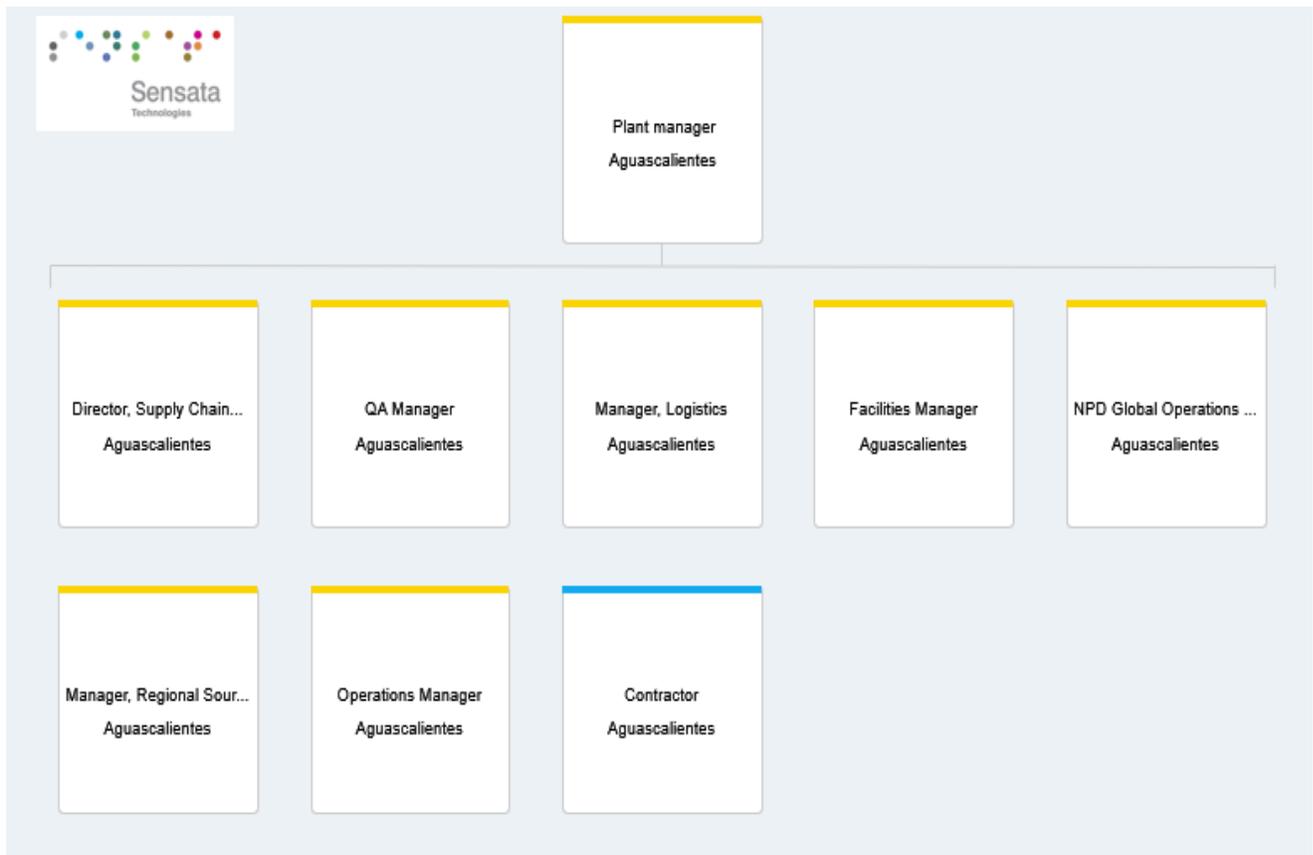
ser un líder mundial y un innovador temprano en sensores y protección eléctrica de misión crítica, satisfaciendo las crecientes necesidades mundiales de seguridad, eficiencia energética y un ambiente limpio y siendo al mismo tiempo, un excelente Socio, Empleador y Vecino.

2.2.6 Objetivos de la empresa.

- Ser un líder mundial y un innovador temprano en sensores y protección eléctrica de misión crítica.
- Satisfacer las crecientes necesidades mundiales de seguridad, eficiencia energética y un ambiente limpio.
- ser un excelente Socio, Empleador y Vecino.

2.2.7 Organigrama de la empresa.

Figura 2 Organigrama de Sensata Technologies.



2.2.8 principales clientes de la empresa.

La actividad principal de Sensata es la fabricación de sensores y controles automotrices para aire acondicionado y protección eléctrica, switches de control para la industria aeronáutica y marítima, Sus principales clientes son:

Figura 3 Clientes principales de Sensata Technologies.





Ford



LAND ROVER



Cummins



Continental



AIRBUS



CHRYSLER



2.3 Problemas a resolver, priorizándolos.

MINI100.

En el proceso de esta línea de producción se identificaron algunas áreas de oportunidad para cambiar el proceso de codificado de tinta mediante equipo Videojet a la de codificado láser. Actualmente, hemos tenido rechazos internos en las operaciones de visual causados por una mala apariencia del código y fallas en el equipo por la baja viscosidad de la tinta, a veces la tinta debe cambiarse por completo y tiene 3 semanas de tiempo de entrega por parte del proveedor provocando problemas de paro de producción y no entregas a tiempo de los materiales con los clientes.

Figura 4 Defectos visuales código MINI100



Otra área de oportunidad se encuentra en el manejo del material, debido a que este se maneja a granel de una operación a otra provocando rasguños o manchas en el código. Por último, el costo de los insumos (tintas y químico reactivo) y el mantenimiento del equipo son muy elevados (el mantenimiento es realizado 3 veces al año por un proveedor externo), ya que el costo de inversión entre ambos es el doble o casi el triple de lo que cuesta un equipo de codificado de láser.

MAXI.

también se identificaron áreas de oportunidad para cambiar el proceso de codificado de estampado por troquelado y pintura manual a la de codificado láser. También se detectaron áreas de oportunidad en disminución de rechazos internos por mala apariencia del código, siendo una de las principales líneas que contribuían con el mayor número de rechazos internos relacionado con los defectos de código en todo el negocio.

Tabla 2 rechazos internos por defecto:

	Enero	Febrero	*Marzo	*Abril	*Mayo	*Junio	*Julio	*Agosto	*Septiembre	*Octubre	Total general
Etiquetas de fila											
LOW TRIP	9	23	50	23	13	18	12	25	27	17	217
Resistance	14	9	13	7	9	17	19	33	23	19	163
High Trip	5	8	10	3	2	5	7	41	30	5	116
Fry Open	17	22	17	14	19	14	3	1		3	110
LOW RESET	7	2		1			2	5	2	6	25
Desprendimiento de Hilo								6	8	7	21
Sigma Fuera de Spec	5	1	3		5	2	1	2			19
code		2	3	1	2	3		1		1	13
Hypot			2	3	4				1		10
fry Close				2	1		1	1		2	7
Total general	57	67	98	54	55	59	45	115	91	60	701

Tabla 3 Rechazos internos por línea:

Etiquetas de fila	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Agosto	Octubre	Total general
SDR_MAXI	2	2	1	1	3		1	10
SDR_EXT2		1		1				2
SDR_MINI100						1		1
Total general	2	3	1	2	3	1	1	13

De acuerdo con la información presentada anteriormente se consideró que las causas que originaban los defectos de código eran ocasionados por el proceso de troquelado, aplicación de pintura y el manejo de material ya que también este es manejado a granel.

Figura 5 falta de pintura generado por el proceso de pintura y manejo del material.



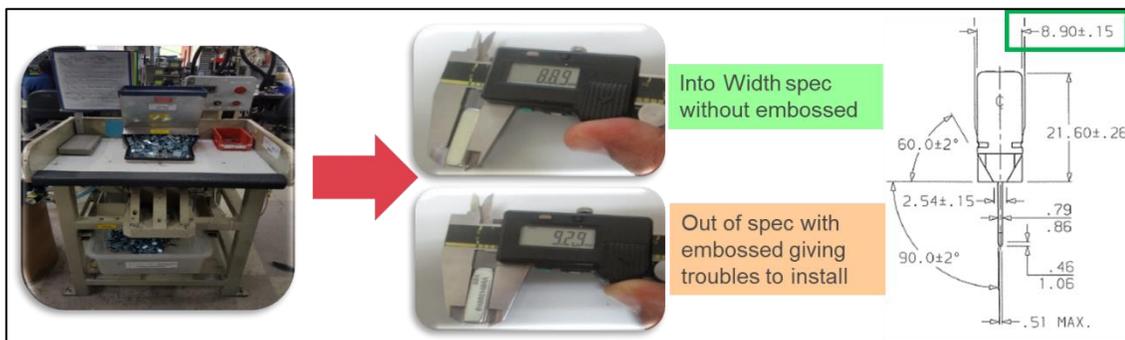
Figura 6 cubierta metálica dañada en el proceso de troquelado.



Otra área de oportunidad que se busca mejorar es la reducción de tiempo y operaciones, debido a que se involucran 3 operaciones en el proceso de estampado y codificado, haciendo que este sea lento y tardado por que dura aproximadamente de 4 a 5 horas dependiendo de la disponibilidad del material.

El primer paso es el de estampado del código mediante troquelado. en esta operación se estampa el código en la cubierta metálica (cover) mediante troquel y un dado el cual tiene grabado el número de parte que se coloca en cada pieza, el principal problema de este proceso es que debido a que la operación es mediante troquelado la cubierta metálica sufre un pequeño cambio en una de sus dimensiones.

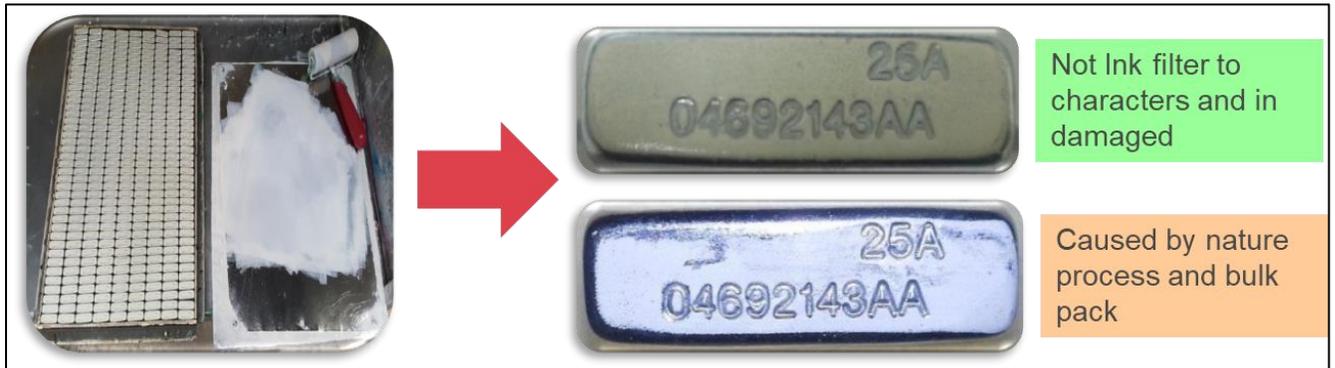
Figura 7 proceso de troquelado MAXI.



El siguiente paso es la colocación de la pintura en la cubierta metálica, en este proceso las piezas son colocadas en una charola con el estampado hacia arriba para que posteriormente con un rodillo se le coloca una capa de pintura, en esta parte la calidad

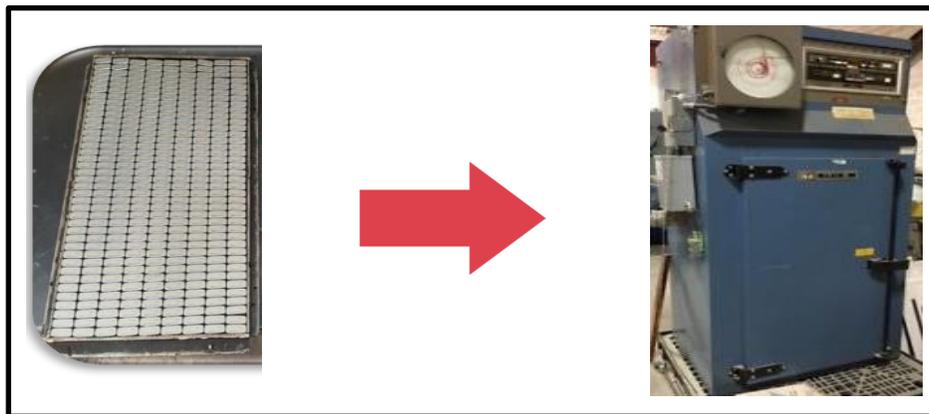
del producto depende mucho del operador debido a que la aplicación de la pintura es de forma manual y si esta no se coloca de forma uniforme puede generar defectos como caracteres incompletos de pintura o faltante de pintura como se muestra en la pieza de abajo.

Figura 8 proceso de pintura.



El último paso es el curado de la pintura del material dentro de un horno durante 1 hora aproximadamente para que la pintura pueda adherirse a la cubierta metálica del producto más y a esto le agregamos unos 15 minutos más de enfriamiento del material a temperatura ambiente para poderlo manipular.

Figura 9 proceso de horneado de pintura.



De acuerdo con la información presentada anteriormente se ha considerado que los principales defectivos ocasionados en el proceso son originados principalmente en el proceso de troquelado y el manejo incorrecto de material. El resultado de este análisis es en base al diagrama de Causa-Efecto que se muestra a continuación:

Figura 10 diagrama de Ishikawa material rechazado por defectos de código.



A modo de conclusión, podemos mencionar que la causa principal gira en torno al manejo del material, herramientas en mal estado y fallas en el equipo, ya que los dos primeros defectos van relacionados con el desgaste de los dados del troquel o alguna posible falla del equipo y el tercer defecto se refiere a falta de código el cual puede ser causado por un mal manejo del material de una operación a otra.

Para finalizar con la implementación del equipo de codificado laser se busca eliminar el consumo de insumos como las tintas, tiner, rodillos, espátulas y refacciones para el equipo de troquelado de MAXI y el equipo Videojet de la línea de MINI100, así como también se eliminará la inversión en el mantenimiento de los equipos antes mencionados; el cual representaba el doble del costo de inversión de la implementación del sistema de codificado laser. dicho lo anteriormente la inversión en el sistema de codificado laser representara un ahorro financiero a largo plazo para el negocio, ya que se tendrá un beneficio de que al año se ahorre \$ 68 720 dólares entre las dos áreas que para el

negocio y el corporativo será algo significativo para la reducción de costos en la compañía.

2.4 Justificación

Para mejorar los procesos de codificado de las líneas de MAXI y MINI100, se propone la implementación de sistema de codificado laser el cual sustituirá el proceso de codificación mediante troquelado y pintura. Con este proyecto de mejora se busca los siguientes beneficios para el negocio:

- ✓ Proyecto de productividad que evitara \$ 68.72 K de costos anuales entre mano de obra, repuestos, suministros y eficiencia de materiales.
- ✓ Se elimina andar buscando proveedores para el proceso de troquelado, además de que el costo de los repuestos es muy caro y el tiempo de vida de estos muy cortos.
- ✓ Se elimina el proceso de troquelado que en cambios de modelo se demoraba alrededor de una hora y media entre ajustes de presión y mecánicos, con el nuevo sistema de codificado tomará solamente 5 minutos.
- ✓ Se eliminan los procesos de pintura manual y curado de pintura en horno, ya que entre ambas operaciones producir un lote de 1000 piezas se tardaba alrededor de dos horas y media con el sistema de codificado se tardará solamente una hora.
- ✓ Se reduce el área de producción ya que el proceso actual de codificado ocupa 31 pies cuadrados de área, en cambio la propuesta del código láser ocupará 10 pies cuadrados.

2.5 Objetivos (General y Específicos)

Objetivo General.

Sustituir el estampado del código de los productos de las líneas de MAXI y MINI100 del negocio de AEP reemplazando los procesos de troquelado, Pintura manual y tinta en la cubierta (plástica y metálica) por código laser.

Objetivos específicos.

- Ahorrar espacios reduciendo el área de producción de 31 pies cuadrados a 10 pies cuadrados.
- reducción en el tiempo de cambios de un modelo a otro de una hora y media a solamente 5 min con el sistema de codificado laser.
- Eliminación de gastos en repuestos (Dados de troqueladora) y suministros (tintas, pintura y químico reactivo) con un ahorro de 24.5 kUSD al año. así como también se elimina la variante de productos caducados.
- Eliminación de rechazos internos por daños en el código por manejo a granel.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.

3.1 Marco Teórico (fundamentos teóricos).

3.1.1 Grabado laser.

El grabado láser se usa para darle un diseño individual o un toque personal a los productos. Un trofeo deportivo grabado con el nombre del ganador, plumas o bolígrafos con el logo de la compañía o una pieza de maquinaria marcado con un número de serie y número de lote, todas estas son aplicaciones comunes del grabado láser. La gran ventaja es que, con el láser, se puede grabar prácticamente cualquier diseño y diferentes materiales.

Durante el proceso de grabado láser, el rayo láser impacta el material, exponiéndolo a una gran cantidad de calor. Dependiendo del tiempo de exposición, el color del material cambia y crea un contraste, o bien, el material se evapora o se quema. El grabado láser resultante es permanente y muy resistente a la abrasión.

3.1.2 Historia de la tecnología láser.

El término láser es un acrónimo surgido de la expresión en inglés Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, que puede traducirse al español como Amplificación de Luz mediante Emisión Inducida de Radiación.

Tras su descubrimiento en 1960, el láser, comenzó a aplicarse como proceso industrial, en sus principios, los sistemas láser fueron automatizados y destinados a realizar actividades complejas como eran entonces los agujeros en los alabes de turbina, el corte y perforado de diamantes, la soldadura de calderas, el corte de circuitos híbridos y el grabado de partes alfanuméricas de rodamientos y engranajes, mostrando la información sobre zonas pulidas y endurecidas de las herramientas.

El primer láser CO₂, desarrollado en 1964, tenía una salida de potencia de solo un milivatio. Para el año 1967, fue posible construir láseres CO₂ con una potencia que excedía los 1.000 vatios. La primera aplicación comercial del procesamiento de

materiales mediante láser fue en mayo de 1967 cuando Peter Houldcroft de TWI (The Welding Institute) en Cambridge, Inglaterra, usó un haz láser CO₂ asistido por oxígeno para cortar una lámina de acero de 1 mm de espesor.

Las continuas mejoras en los láseres CO₂ junto con desarrollos de nuevos tipos de láseres marcaron el inicio en las primeras aplicaciones de "maquinado láser". Laser-Work A.G. Desarrolló en 1975 el primer sistema láser de 2 ejes. Las primeras aplicaciones fueron impulsadas por fabricantes de automóviles y aviones que habían descubierto el valor de los láseres para corte y soldado de metales.

Para la década de 1980 la introducción de pequeños láseres poco costosos como el láser de plancha de dióxido de carbono, marcó el inicio de una nueva era del "Procesamiento de materiales mediante láser". Las aplicaciones se expandieron desde el corte y soldado al procesamiento de materiales orgánicos como plásticos, hule y espuma.

Algunas de las aplicaciones que más han evolucionado en la industria del láser para crear formas laboriosas como logotipos y textos alfanuméricos, han sido el grabado, el marcado y texturado, técnicas más complejas que la soldadura, el perforado y el corte, con programaciones mucho más simples. Son métodos en los que el material se mueve por una mesa de coordenadas XY bajo un cabezal láser estacionario, o mediante la aplicación de fibras ópticas que permiten el acceso a zonas de difícil localización.

3.1.3 Aplicaciones de grabado con Láser.

La técnica de grabado o marcado con láser tiene aplicaciones en los siguientes sectores industriales:

- La industria del automóvil emplea láser para marcar los números de identificación de vehículos (NIV), la decoración de teclados y los paneles de instrumentación, así como los conocidos day&night. La técnica es rápida, económica e indeleble.

Figura 11 estampado de código laser en autopartes.



- Productos médico - quirúrgicos marcados con láser: implantes como marcapasos, rótulas, enders, uniones artificiales, vástagos, cabezas femorales, instrumental, etc. (las marcas realizadas con láser permanecen sin contaminación al contrario que algunas tintas y productos químicos).

Figura 12 estampado de código laser en equipo quirúrgico.



- Productos electrónicos, en particular encapsulados de epoxy, circuitos híbridos, wafers y moldes de inyección.

Figura 13 estampado laser en productos electrónicos.



- Teclados/ conectores/ embalajes, tienen un largo historial en el mercado por láser (los wafers pueden ser marcados después de la fotolitografía sin riesgo de contaminar o ensuciar la superficie).

Figura 14 estampado laser en teclados para PC.



- Herramientas y materiales endurecidos se marcan mejor con láser que con técnicas convencionales, realizando una marca más uniforme, efectiva y libre de agentes contaminantes.

Figura 15 estampado laser en productos metálicos.



- Cualquier producto que requiera una secuencia numérica, desde las etiquetas identificativas (crótales) del ganado hasta los cds o dvds son marcados por láser. Los sistemas automatizados permiten numerar, incrementar y decrecer números, códigos, y marcar códigos de barras.

Figura 16 estampado laser en etiquetas identificativas.



3.1.4 Marcado y grabado con láser de plásticos.

El plástico puede marcarse o grabarse con láser de diferentes formas. Con un láser de fibra se pueden marcar de forma permanente, rápida y con un acabado de alta calidad una gran variedad de plásticos como polietileno, PMMA, policarbonato, ABS o poliamida. El láser de CO2 permite grabar y cortar también otros muchos tipos de plásticos.

¿Por qué usar un láser para marcar plásticos?

- El marcado con láser es muy rápido, además de ser resistente a la abrasión, al calor y al ácido
- El láser sirve para grabar o cortar distintos tipos de plásticos
- El plástico es un material que permite realizar todo tipo de marcados en él, desde números o códigos hasta grabados decorativos o fotográficos
- El láser permite marcar y grabar hasta los diseños más pequeños
- El láser permite grabar placas electrónicas o PCBs (marcado el cobre).

3.1.5 Marcado y grabado láser de metal.

El láser ha sido muy utilizado durante muchos años, particularmente para el grabado y marcado de metales. No sólo los metales blandos como el aluminio, también acero y aleaciones de gran dureza pueden ser marcadas de manera muy precisa, legible y fácil usando un láser. Con ciertos metales, como las aleaciones de aluminio, es posible lograr

una resistencia a las marcas de corrosión sin dañar la estructura de la superficie con el método de recosido (annealing). Productos elaborados en metal son marcados con láser en una gran variedad de industrias: El rango de aplicaciones va desde aquellos que se producen en serie industrialmente para la trazabilidad hasta la personalización de artículos promocionales con logos o nombres.

El marcado de metales usando una máquina de grabado con láser es una forma muy precisa y limpia de procesamiento. Las marcas, como números de serie, los códigos de matriz de datos y los logotipos, pueden agregarse a productos y componentes con la mayor resolución. El marcado o grabado con láser del metal sin contacto no requiere pretratamiento ni postratamiento. El marcado por recocido garantiza un marcaje láser permanente, resistente a ácidos, químicos y corrosión sin dañar la superficie metálica.

3.1.6 Marcadora láser KEYENCE ML9600 LASER CO2 de 3 ejes/controlador.

Figura 17 equipo KEYENCE ML9600 LASER CO2.



Características.

Es una herramienta de edición fácil de usar, que automáticamente convierte diseños bidimensionales en figuras tridimensionales. Incluso los usuarios sin experiencia pueden programar la potencia y los ajustes de velocidad correctos para formas avanzadas como escalones, esferas, inclinaciones y cilindros.

Las aplicaciones de marcado en áreas amplias comúnmente requieren, ya sea la instalación de múltiples marcadoras o un mecanismo X/Y para mover el objeto. El área de marcado de 300 mm 11.81" de la KEYENCE ML9600 LASER CO2 reduce los costos

de instalación, al eliminar la necesidad de utilizar varias marcadoras y guías mecánicas. El rango focal y el tamaño de punto láser variables son útiles también para mantener una precisión de marcado uniforme a todo lo largo y ancho del campo de marcado.

El rayo láser fino es ideal para el marcado en espacios reducidos como sucede con los componentes electrónicos. El control láser de 3-Ejes corrige la distorsión y el desplazamiento, que pueden ser causados por una ligera desalineación a la hora de la instalación. El rayo láser fino hace posible un marcado uniforme y bien posicionado, no sólo al centro sino también en las orillas del área de marcado.

3.1.7 Ventajas del grabado láser en comparación con el grabado mecánico.

Tabla 4 ventajas del grabado laser VS grabado mecánico.

Mayor campo de aplicación	El rayo láser es una herramienta universal para muchos materiales, como madera, vidrio, plástico, textiles, cartón, papel, aluminio, metales y mucho más.
Procesamiento del material sin contacto	En el grabado mecánico, el material con frecuencia tiene que ser fijado al vacío. Esto toma tiempo y puede dañar el material. Con el procesamiento láser, eso no es necesario. En este caso, el procesamiento se realiza sin contacto para que no se produzcan astillas y muy poco polvo. Esto ahorra tiempo y dinero.
No hay desgaste de herramientas	Debido al procesamiento láser del material sin contacto, no existen costos de herramientas para cortadores y taladros.
Máxima precisión y detalles más finos	La tecnología láser hace que sea posible implementar los diseños más finos con máxima precisión. Todo lo que virtualmente se pueda dibujar, también se puede grabar y marcar usando el láser.
Producción económica	Desde la producción de piezas individuales hasta la de tandas cortas, así como las tandas grandes, resulta rentable y económicamente viable.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

4.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

La empresa Sensata Technologies de México S. de R. L. de C. V. basa sus actividades en las buenas prácticas de enfoque para la mejora de procesos operativos, con la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización de recursos.

Un área de oportunidad fue identificada en los procesos de las líneas de MINI100 y MAXI del negocio de AEP en donde se hizo la propuesta de mejora al corporativo de reemplazar los procesos de estampado de código mediante troquel y pintura manual para la línea de MAXI y codificado mediante colocación de tinta con equipo Videojet para la línea de MINI100, ambos procesos fueron sustituidos por sistemas de codificado laser.

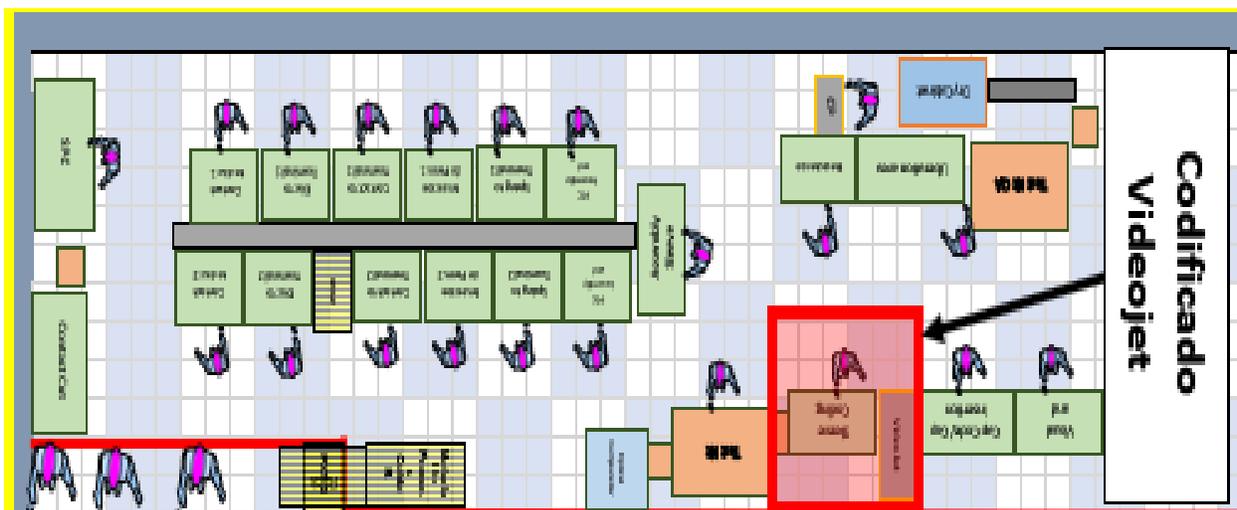
Con la implementación del sistema de codificado laser se obtendrán múltiples beneficios que a largo plazo representarán un ahorro significativo para el negocio de AEP. Uno de los principales problemas que se tenían en ambas áreas era la inversión que se realizaba en la compra de insumos para el proceso de los productos; por ejemplo, en la línea de MAXI en la compra de pinturas, tiner y rodillo para colocar la pintura se tenía que invertir al año \$ 15 500 dólares sin contar de que estas se desechaban cuando vencían de su fecha de caducidad aumentando el costo de inversión ya que se tenía que solicitar a proveedor él envió de más pintura. otro tipo de inversión se generaba en la compra de refacciones y facilidades para el equipo de troquelado el cual era de \$ 9 500 dólares al año, sumando los dos rubros anteriores nos daba un total de inversión de \$ 25 000 dls. Mismo caso ocurría en la línea de MINI100 ya que la inversión era similar o hasta más que la línea de MAXI, en esta línea de tenía que invertir en la compra del químico make up así como la tinta para la Videojet; por otro lado el costo de inversión del mantenimiento del equipo Videojet era muy elevado ya que se tenía que realizar 3 veces al año por un proveedor externo.

Con el nuevo sistema de codificado laser se evitará realizar inversión en mantenimientos de equipos, compra de insumos y refacciones que su tiempo de vida eran muy corto.

4.1.1 Implementación de código laser línea MINI100.

Antes de la implementación del equipo de codificado laser, el proceso de la línea de MINI100 se encontraba distribuido de acuerdo con el layout que a continuación se da a conocer.

Figura 18 Layout antes MINI100

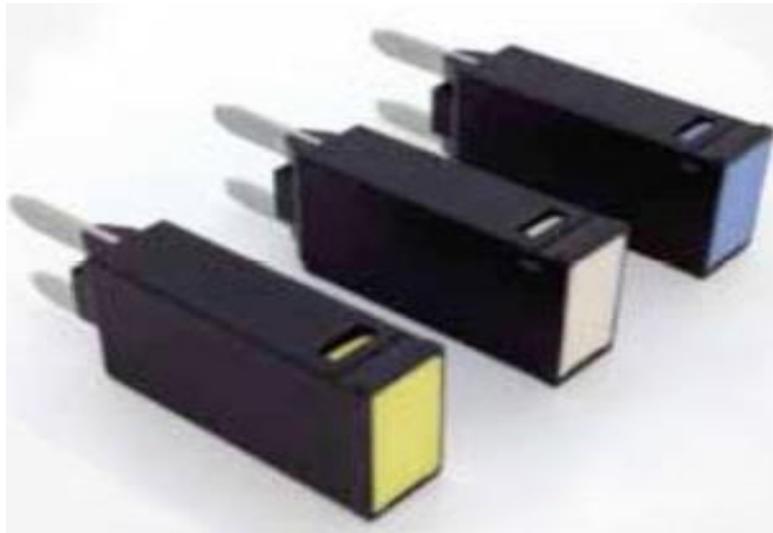


La línea se encuentra distribuida en un proceso de forma lineal que está conformada por 20 operaciones, de las cuales las primeras 12 se encuentran divididas en celda A y Celda B ya que son operaciones espejos; debido a la carga de producción de la línea, con una celda no es suficiente para poder cumplir con el requerimiento de producción para la demanda de piezas diarias. el equipo Videojet de codificado se encontraba en la parte intermedia de línea de acuerdo como se muestra en la imagen anterior.

El producto que se fabrica en la línea de MINI100 es un disyuntor o un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones, están diseñados para la protección del arnés de cableado en automoción de 12V / 24V DC, aplicaciones agrícolas, marinas y robóticas. Sirve para proteger a las personas y a los dispositivos eléctricos. Se diseño como un reemplazo directo para fusibles para su uso en circuitos de seguridad críticos, o donde se necesita una

protección reiniciable automática. El MINI 100 está disponible en clasificaciones de 15, 20, 25 y hasta 30 amperios con una tapa de color diferente dependiendo el tipo de amperaje del dispositivo. Es un dispositivo bimetálico ideal de protección para proteger contra sobrecargas momentáneas, ya que es sensible a las condiciones de falla por sobre corriente y sobre temperatura.

Figura 19 producto MINI100.



Otra de las principales áreas de oportunidad por la que se decidió cambiar el proceso de codificación de tinta a láser eran los rechazos internos por mala apariencia y riesgo de daños en el código de tinta por el manejo del producto en la línea ya que es a granel, así también fallas en el equipo debido a la baja viscosidad de la tinta, a veces la tinta debe cambiarse por completo y tiene 3 semanas de tiempo de entrega.

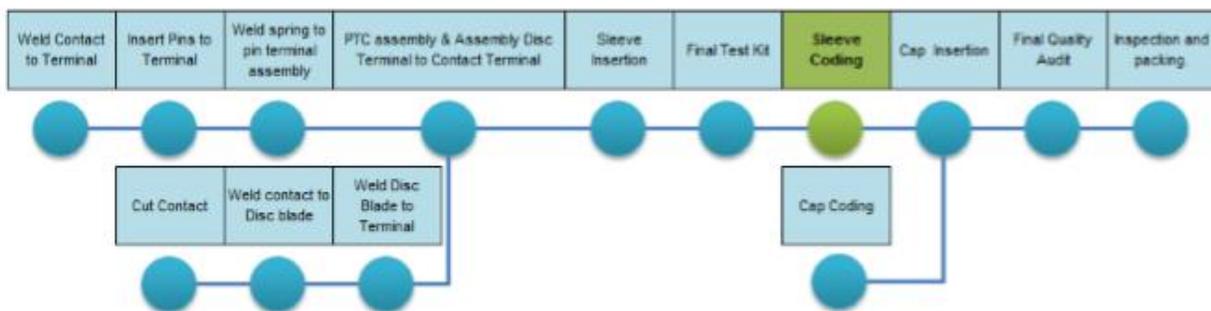
Por otro lado, los clientes no tienen sistema de detección de cámara para identificar el código correcto de las piezas, identifican los diferentes números de pieza con el color de la tapa y el final del código (-15, -20, 25). Para mostrar el informe de los resultados de la prueba funcional utilizando un equipo láser Keyence MZ9610 para codificar las piezas se utilizó el modelo MINI121-15 en la línea MINI100.

Comportamiento en el Proceso

4.1.2 Diagrama de flujo línea MINI100.

En la imagen que se muestra a continuación se puede observar el diagrama de flujo actual de la línea MINI100 en donde el proceso afectado es la operación de codificación de sleeve. Este proceso es posterior a la Prueba funcional del producto, esta es la razón por lo que se revisa si este nuevo cambio podría causar una variación en el rendimiento funcional en donde se descarta esta posibilidad ya que el cambio es meramente cosmético y por lo tanto el equipo láser no afecta el flujo de la línea, queda igual como en el anterior.

Figura 20 diagrama de flujo actual MINI100



4.1.3 Especificación del código.

De acuerdo con los requerimientos de los planos del producto no se define el tipo de fuente, altura, ancho, bruto, etc. Los dibujos solo especifican la información necesaria en el código.

Tabla 5 dibujo producto MINI121-15

Plano: 79812 (conjunto básico MINI 100).	Plano: MINI121 (Dibujo de diseño)

En el proceso anterior se utilizaba un equipo Videojet 1710 para codificar las piezas. Se utilizaba el tipo de fuente Videojet y el tamaño de fuente de 30 h como se muestra a continuación

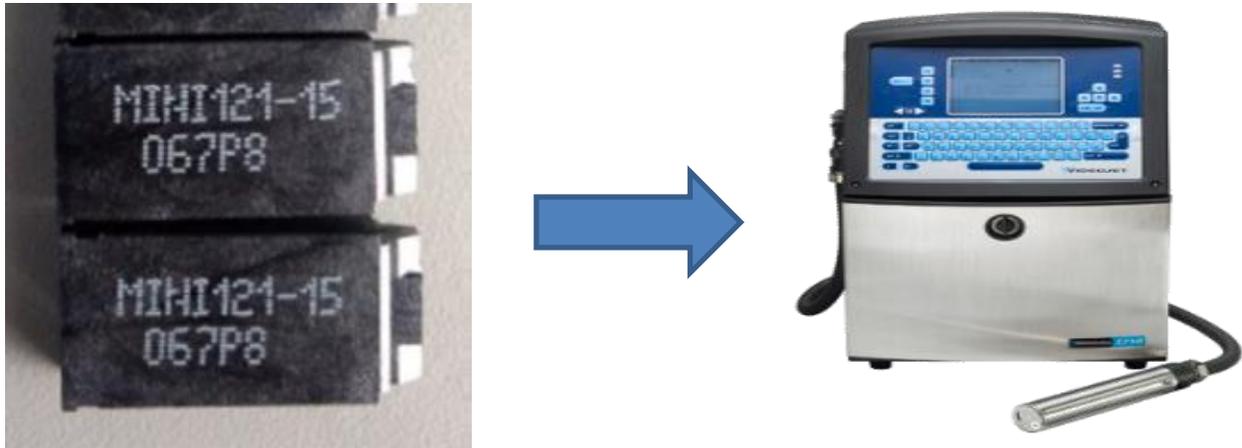


Figura 21 ejemplo de código de tinta anterior con equipo Videojet.

Para el proceso actual se definió el tipo de fuente Arial y el tamaño de fuente 8 para codificar el grupo de prueba y producción de la siguiente manera:

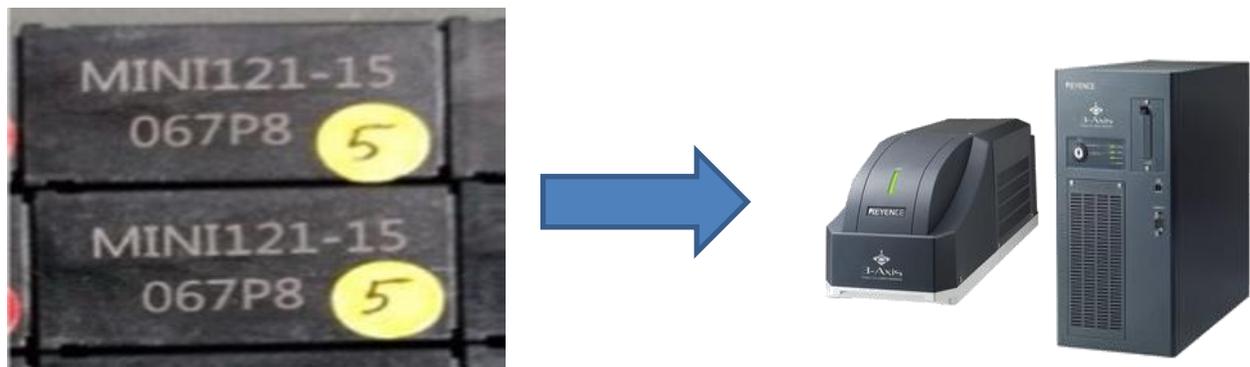


Figura 22 ejemplo de código con equipo laser.

4.1.4 Implementación de código línea de MAXI.

Para el proceso de la línea de MAXI, antes de la implementación del equipo de codificado laser estaba conformada por 23 operaciones y su flujo de proceso estaba distribuida de forma lineal, el layout de la línea se encontraba distribuido de la siguiente manera

Figura 23 Flujo de procesos MAXI antes.

El producto que se fabrica en la línea de MAXI es un protector de circuitos que está clasificada para su uso hasta 125°C. La colocación típica del MAXI es debajo de los bloques de fusibles del capó u otras áreas del vehículo que albergan un fusible de cuchilla. protege contra sobrecargas momentáneas y elimina la necesidad de reemplazar los fusibles.

Figura 25 producto MAXI.

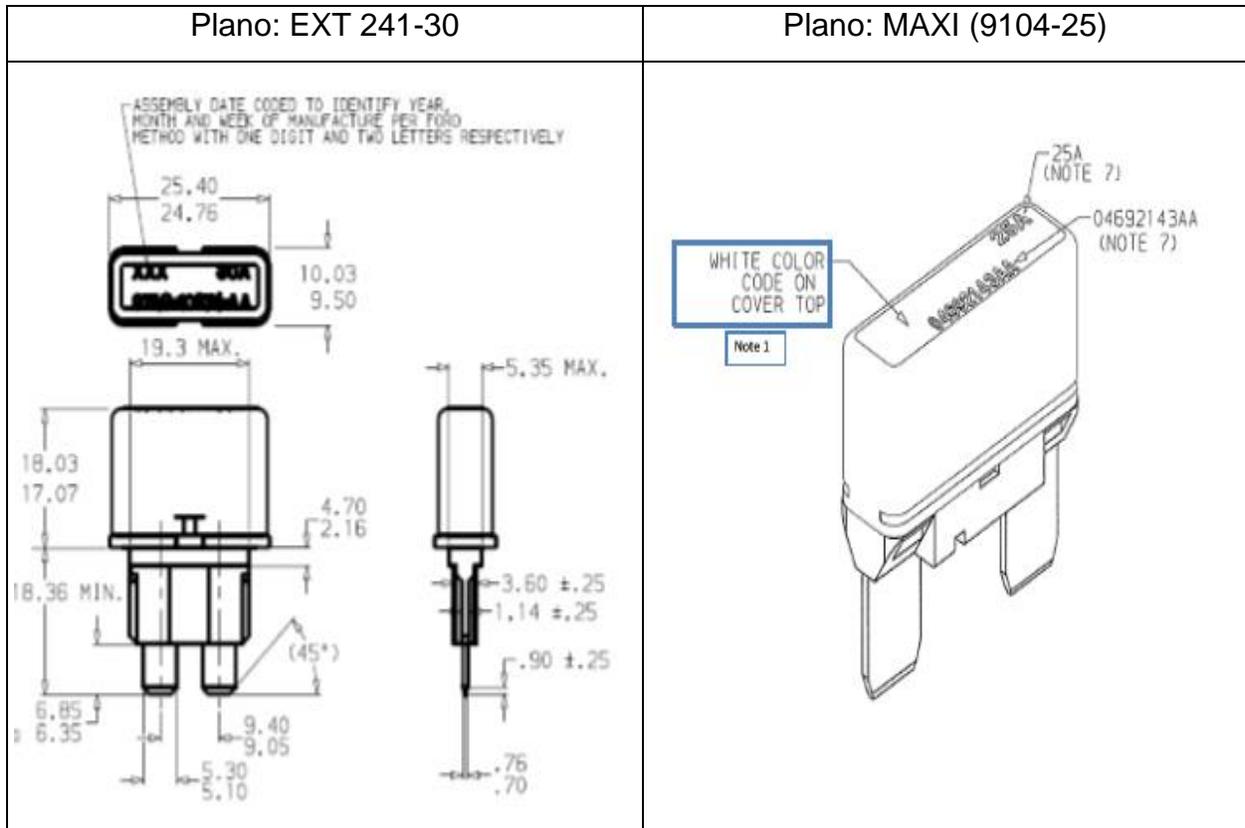


Uno de los principales problemas que se tenían en la línea de MAXI era la inversión que se realizaba en la compra de insumos para el proceso de los productos; por ejemplo, compra de pinturas, tiner y rodillo para colocar la pintura. Sin contar que los tubos de pintura se desechaban cuando vencían de su fecha de caducidad aumentando el costo de inversión ya que se tenía que solicitar a proveedor el envío de más pintura. Por otro lado, también se tenía la problemática de invertir en la compra de refacciones y facilidades de mantenimiento para el equipo de troquelado.

4.1.6 Especificación del código

De acuerdo con los requerimientos de los planos del producto no se define el tipo de fuente, altura, ancho, bruto, etc. Los dibujos solo especifican la información necesaria en el código como el número de parte de la pieza, el amperaje del dispositivo y en algunos el código de fecha de fabricación del producto.

Tabla 6 dibujo Producto MAXI



En el proceso anterior se utilizaba equipo de troquel y dado para estampar el código en la cubierta metálica, posteriormente se aplicaban de dos a tres capas de pintura con rodillo al material y por último se metía al horno para curar la pintura. Los caracteres con que estaban grabados los dados presentaban 1.9mm alto.

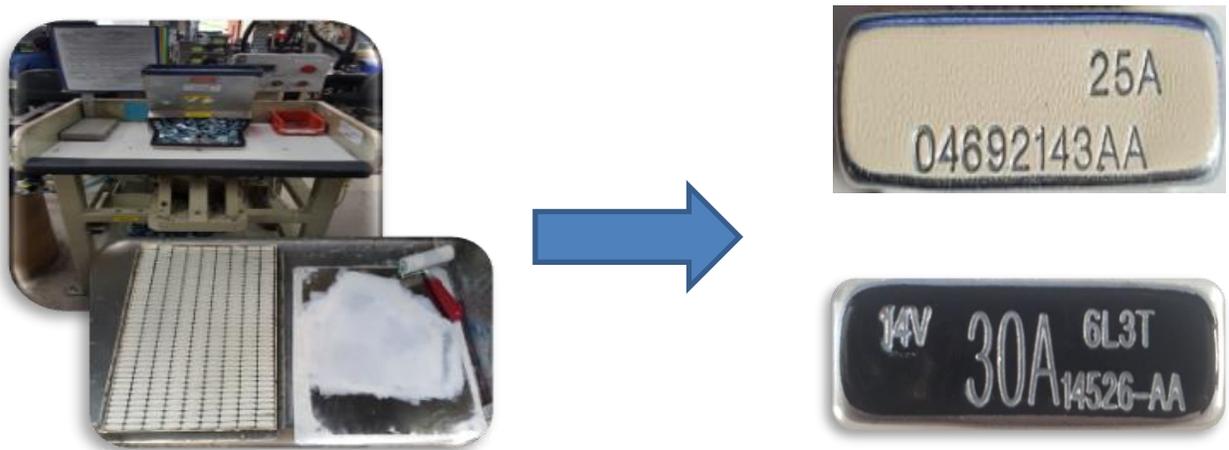


Figura 26 ejemplo de código mediante troquel y pintura.

Para el proceso actual de codificado se definió el tipo de fuente Arial y el tamaño de fuente 14 para codificar el grupo de prueba y producción de la siguiente manera:

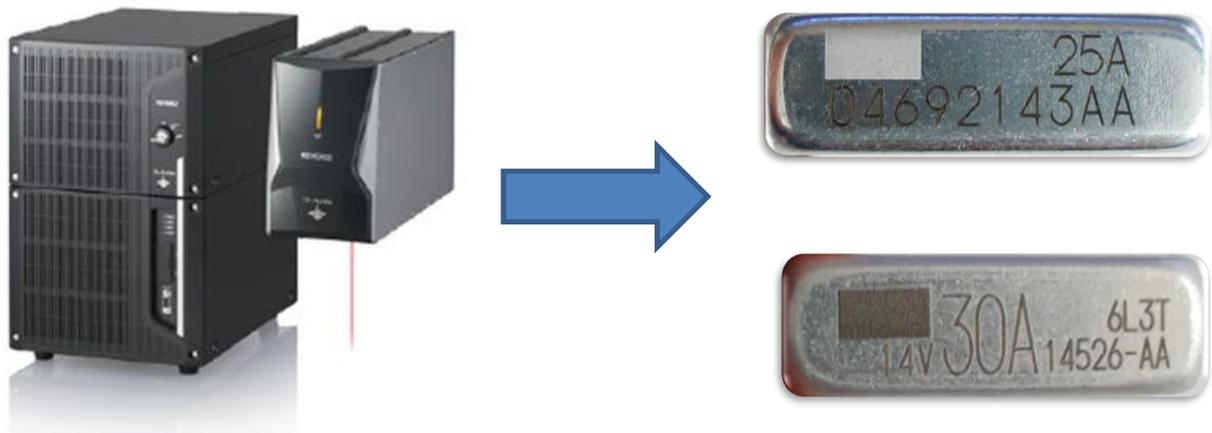


Figura 27 ejemplo de código con equipo laser.

4.1.7 Prueba funcional.

Para identificar una posible afectación en el funcionamiento del producto causada por el proceso de codificación láser (grupo de prueba), se realizó una prueba funcional. De acuerdo con el proceso anterior de codificado de tinta (grupo de control), la desviación estándar del proceso es 0.7286 en promedio y para identificar una diferencia de 1 nivel sigma entre el control y el grupo de prueba, se calculó la cantidad de muestra para evaluar una posible diferencia.

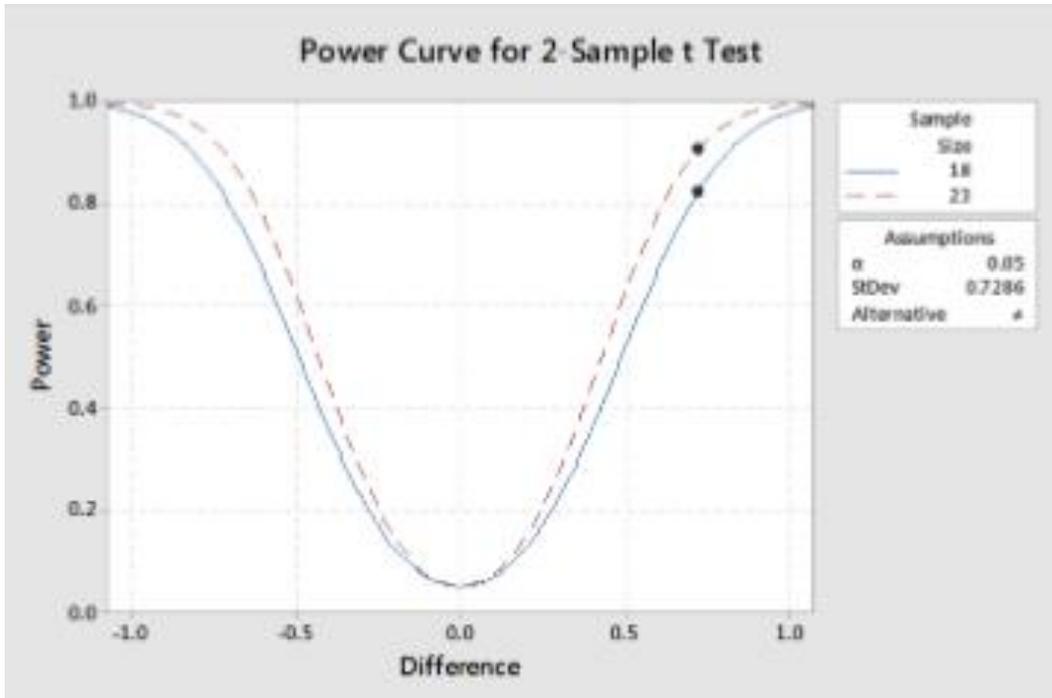


Figura 28 comparación prueba funcional grupo de prueba VS muestra.

Primero se identificaron diferencias significativas entre las desviaciones estándar.

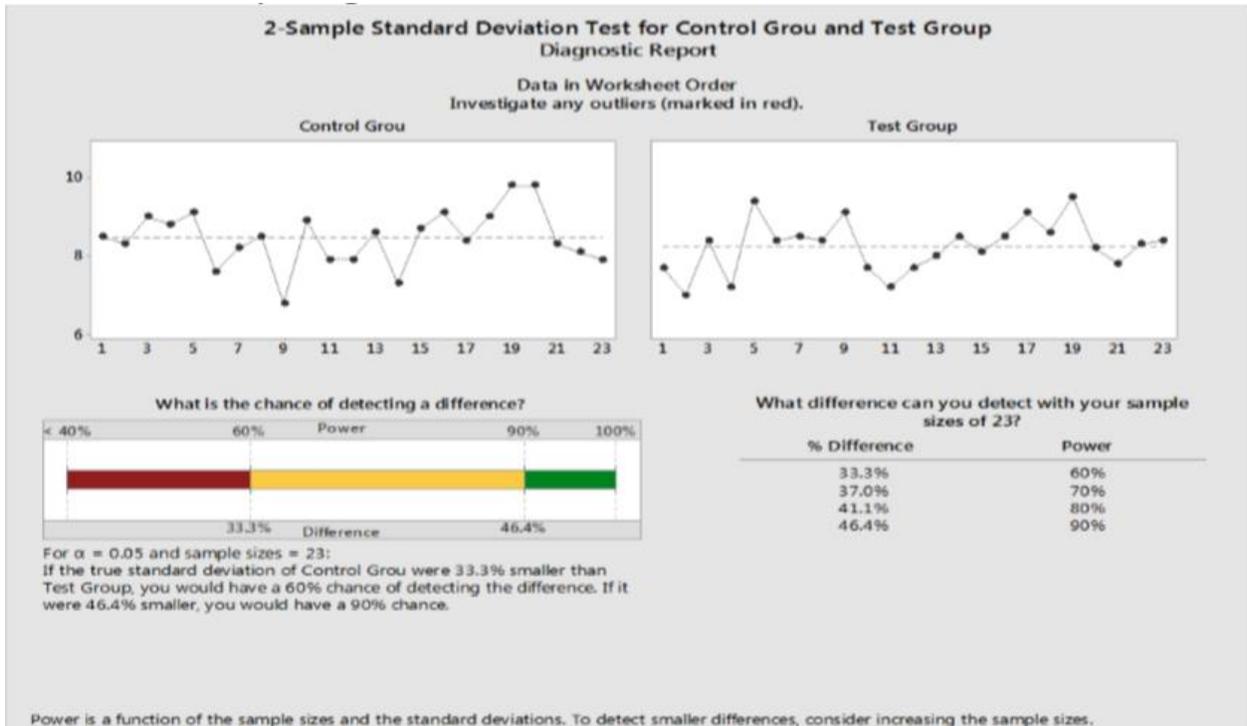
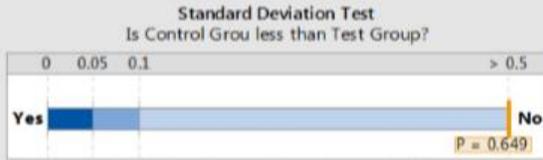


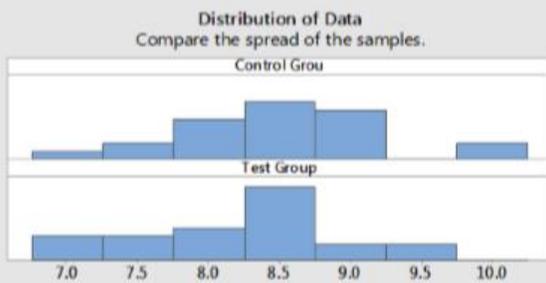
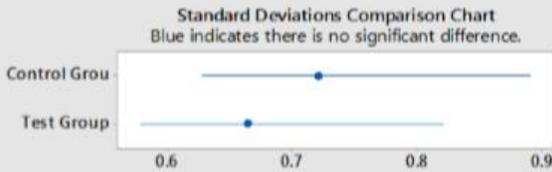
Figura 29 diferencias significativas entre las desviaciones estándar.

2-Sample Standard Deviation Test for Control Group and Test Group Summary Report



The standard deviation of Control Group is not significantly less than Test Group ($p > 0.05$).

Statistics	Control Group	Test Group
Sample size	23	23
Mean	8.4565	8.2478
Standard deviation	0.72037	0.66392
Individual 90% CI	(0.5652, 0.9889)	(0.5391, 0.8806)



Comments

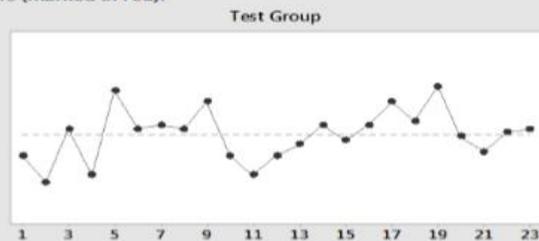
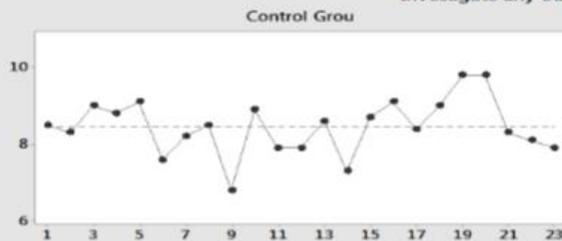
- Test: There is not enough evidence to conclude that the standard deviation of Control Group is less than Test Group at the 0.05 level of significance.
- Comparison Chart: Blue intervals indicate that the standard deviations do not differ significantly.
- Distribution of Data: Compare the spread of the samples. Look for unusual data before interpreting the results of the test.

En conclusión, no hay evidencia de que la desviación estándar del grupo de control sea menor que el grupo de prueba con un nivel de significancia de alfa 0.05.

Luego se identificaron diferencias significativas entre las medias.

2-Sample t Test for the Mean of Control Group and Test Group Diagnostic Report

Data in Worksheet Order
Investigate any outliers (marked in red).



What is the chance of detecting a difference?



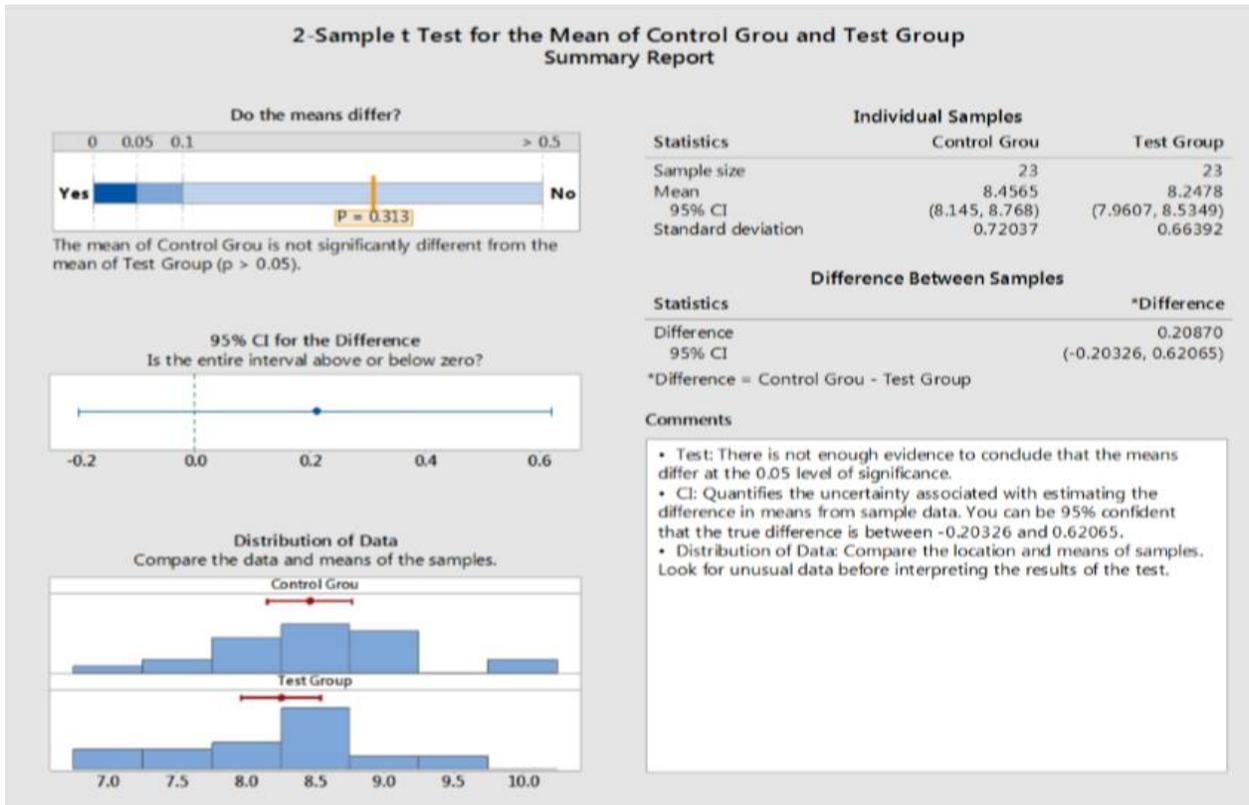
For $\alpha = 0.05$ and sample sizes = 23:
If the true means differed by 0.46231, you would have a 60% chance of detecting the difference. If they differed by 0.67720, you would have a 90% chance.

What difference can you detect with your sample sizes of 23?

Difference	Power
0.46231	60%
0.51895	70%
0.58525	80%
0.67720	90%

Observed difference = 0.20870

Figura 30 diferencias significativas entre las desviaciones estándar.



En conclusión, no hay evidencia de que la media del Grupo de control fuera diferente del Grupo de prueba con el nivel de significancia de alfa 0.05.

4.1.8 Inspección final (aparición del código)

Esta inspección es el último paso en el proceso la cual es realizada por la persona del área de visual y empaque quien se encarga de validar al 100% la identificación correcta de cada uno de los dispositivos de acuerdo con los requerimientos de cada uno de los clientes, básicamente esta inspección es certificar todos los dispositivos por defecto cosmético y código ilegible. Los resultados de ambos grupos se muestran a continuación:



Figura 31 comparación inspección final grupo de control VS prueba

Esta inspección se realizó según los requerimientos de calidad interna y los requisitos del cliente. a continuación, se muestran los defectos detectados durante el proceso de inspección de código al 100% de ambos procesos.



Figura 32 código dañado MINI100.



Figura 33 Falta de Pintura en la cubierta.

4.1.9 Conclusión.

Según el análisis del equipo de ingeniería de SMX, se procedió con el cambio del proceso de codificación de tinta al proceso de codificación láser.

El material cumple con la especificación de la información necesaria

- ✓ modelo
- ✓ Día Juliano
- ✓ Hora del código impreso
- ✓ Año Juliano

La prueba funcional mostró el mismo rendimiento entre el grupo de control y el grupo de prueba, esto quiere decir que no hay ninguna alteración en el funcionamiento correcto de ambos dispositivos y que el cambio a código láser no representa alguna posible amenaza futura con cliente, así también el flujo del proceso de ambos procesos no se verá afectado, ya que para la línea de MINI100 nadamas se estará reemplazando equipo por equipo y para la línea de MAXI se tendrá un beneficio significativo con la implementación del código láser, con esto se redujo el área de producción debido a fueron eliminadas 3 operación.

4.2 Cronograma de actividades.

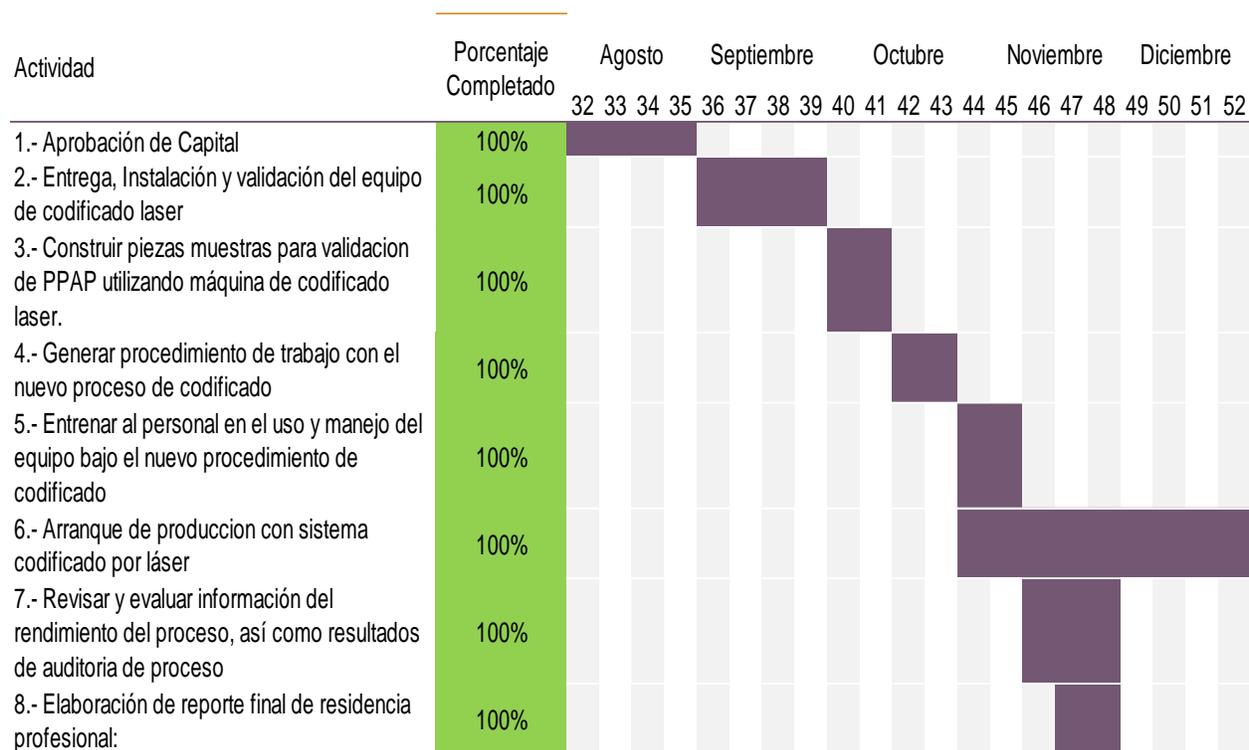


Figura 34 cronograma de Actividades.

En este plan se plasman las actividades y fechas a realizar para el desarrollo del proyecto.

Aprobación de capital: en el mes de agosto se somete a revisión con el corporativo la propuesta para la compra e implementación del sistema de codificado laser para sustituir los procesos de estampado de código de las líneas de MAXI y MINI100, quedando aprobado ese mismo mes.

Entrega, instalación y validación del equipo de codificado laser: El equipo de codificado laser es entregado en el mes de septiembre por parte de proveedor KEYENCE y en conjunto con el equipo de ingeniería de mantenimiento y de procesos se inicia con el proceso de instalación y validación del equipo.

Construir piezas muestras para la validación de PPAP utilizando equipo de codificado laser: una vez instalado y verificado el correcto funcionamiento del equipo de codificado laser se procedió con la construcción de las piezas que se utilizaron para realizar el PPAP (Proceso de Aprobación de la Parte de Producción) y así poder iniciar con la documentación correspondiente para aprobación por partes de los clientes.

Generar procedimiento de trabajo con el nuevo proceso de codificado: En conjunto con el equipo de ingeniería de procesos se generó la instrucción de trabajo de la operación, en donde se encuentra de manera detallada el instructivo de cómo usar el equipo, así como el plan de control y ayudas visuales para el monitoreo del material.

Entrenar al personal en el uso y manejo del equipo bajo el nuevo equipo de codificado: Una vez aprobado el nuevo procedimiento de codificado laser, se bajó a piso y se procedió con el entrenamiento del personal en el uso y manejo del equipo, así como también se dieron a conocer los criterios de aceptación del material de acuerdo con los requerimientos del plan de control y ayudas visuales.

Arranque de producción con sistema de codificado laser: una vez que se obtuvieron las aprobaciones correspondientes por parte de los clientes del cambio de estampado de código, se inició con la producción masiva de dispositivos con código laser a partir de la última semana de octubre y hasta la fecha se sigue produciendo con el proceso de codificado laser.

Revisar y evaluar la información del rendimiento del proceso, así como resultados de auditoria de proceso: en base al resultado de la corrida de prelanzamiento del producto se valido

Elaboración del reporte final de residencia profesional: se realiza el cierre de las actividades y se plasma en el reporte de residencias las competencias que se desarrollaron para llevar a cabo este proyecto.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1 Resultados

El desarrollo de este proyecto se inicia en el mes de julio presentando la propuesta de mejora al corporativo de la sustitución de los equipos de codificación de las líneas de MAXI/MNI100 por sistema de codificado laser con el objetivo de mejorar la apariencia del código de los dispositivos de estas líneas, disminuir rechazos internos por defectos de código, reducir costos de inversión en insumos, refacciones, espacios de producción y recursos humanos, así como también reducir tiempos de producción. Ya que este cambio duplicaría la cantidad de piezas producidas por hora.

Después de haber implementado el sistema de codificado laser, se dio el primer resultado esperado de la propuesta de mejora que era crear una mejor apariencia del código en los dispositivos como se muestra en las siguientes ilustraciones:

Tabla 7 antes y después código MAXI/MINI100.

Línea	Apariencia de código Antes	Apariencia de código Después
MINI100		
MAXI		

Desde la implementación del código laser a la fecha el nivel de rechazos internos reportadas por parte del departamento de calidad ha disminuido de acuerdo con como se muestra en el siguiente histórico.

Tabla 8 históricos de rechazos internos por defectos.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total general
Etiquetas de fila												
LOW TRIP	9	23	50	23	13	18	12	25	27	17	8	225
Resistance	14	9	13	7	9	17	19	33	23	20	5	169
High Trip	5	8	10	3	2	5	7	41	30	7	2	120
Fry Open	17	22	17	14	19	14	3	1		3	1	111
Desprendimiento de Hilo								6	8	7	6	27
LOW RESET	7	2		1			2	5	2	6		25
Sigma Fuera de Spec	5	1	3		5	2	1	2				19
code		2	3	1	2	3		2				13
Hypot			2	3	4				1			10
Hilo									3	3	2	8
fry Close				2	1		1	1		2		7
Compensador Deforme				3			2	1				6
Falta de punto de soldadura											4	4
Contacto Dañado				1				3				4
Gap abierto							2				2	4
Disco Manchado									3			3
terminal doblada								1	2			3
Registros		3										3
Total general	57	70	98	58	55	59	49	121	99	65	30	761

Ocupando el octavo lugar de los defectos que más se rechazan en todo el negocio de AEP y el 2º lugar de los defectos visuales, ya que los que rechazos que más sobresalen es por fallas funcionales.

Por área de producción la línea de MAXI era la línea que más contribuía al problema relacionado con el defecto de código como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 9 histórico de rechazos internos de defecto de código por línea.

Línea	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total general
SDR_MAXI	2	2	1	1	3	1				10
SDR_EXT2		1		1						2
SDR_MINI100						1				1
Total general	2	3	1	2	3	2	0	0	0	13

Durante un periodo de 15 días se estuvo registrando en un formato de prelanzamiento la información acerca del comportamiento del material, en donde el objetivo era ver si después del cambio se presentaba defecto de código por motivo de arranque de equipo de Codificado Laser.

El monitoreo de dicho control de prelanzamiento se llevó a cabo en las operaciones de MFG MINI100 1000 - Sleeve Coding, MFG MINI100 1300 - Final Quality Audit y MFG MINI100 1400 Visual Inspection and Packing encontrando el siguiente resultado.



Figura 35 grafico inspección de control de prelanzamiento.

De acuerdo con la información presentada en los gráficos de cada una de las estaciones de trabajo se puede ver que el resultado de la implementación del código laser fue positivo, ya que de la cantidad de material que se inspecciono durante el periodo de prelanzamiento del proyecto no se detectó pieza alguna con algún posible defecto de código. Cabe recalcar que las dos primeras operaciones que comprenden la operación de sleeve coding e Inspection and packing el tamaño de la muestra fue del 100% y para la estación de trabajo de Final Quality Audit el tamaño de la muestra fue del 25% menor que las otras.

En la presentación que a continuación se da a conocer se muestra los beneficios que se tienen al utilizar un sistema de codificado laser con una comparativa entre el estampado de tinta y pintura manual.

➤ **Estampado tinta y Pintura Manual**

- ✗ Problemas de instalación del producto en su aplicación por ancho de la cubierta fuera de especificación.
- ✗ Repuestos de la maquina difíciles de encontrar (refacciones obsoletas).
- ✗ Programa de máquina trabajando con PLC obsoleto.
- ✗ Trabajando con diferente presión de aire según el material de la cubierta (acero, aluminio o plástico).
- ✗ No identificación del código en el sistema Visión del cliente por tinta dañada debido al manejo a granel.
- ✗ La aplicación de la tinta depende del operador ya que es de forma manual
- ✗ La tinta necesita ser curada en el horno para que se adhiera a la cubierta
- ✗ La aplicación de la tinta en la cubierta es mediante un rodillo o equipo Videojet.

➤ **Código Laser**

- ✓ Receta fácil de cargar en el equipo para codificado con láser
- ✓ No hay problemas con el ancho de la cubierta metálica por impresión láser
- ✓ Sistema de codificado fácil de programar para identificar nuevas propuestas.
- ✓ No más problemas con la tinta dañada, el bloque de color de impresión láser grabado
- ✓ Más repuestos comerciales
- ✓ Se reduce el error por parte del operador por automatización
- ✓ Mejor imagen de los productos MAXI/MINI100 reduciendo los defectos cosméticos



Figura 36 comparativa estampado de código de tinta y pintura manual y código laser.

En conclusión, con la implementación del proyecto de mejora de la implementación del sistema de codificado laser que se desarrollo en la línea de producción de MAXI/MINI100 del negocio de AEP de Sensata Technologies de México S. de R. L. de C. V. se tendrá un beneficio de ahorro financiero que se vera reflejado de acuerdo a como se muestra en los métricos de la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 10 Resultados por Métrico.

Métrico	De	A	Ahorro en KUSD
<i>Yield</i>	<i>95%</i>	<i>99.70%</i>	<i>12 kUSD</i>
<i>Rechazos QA</i>	<i>3 kUSD</i>	<i>0 kUSD</i>	<i>3 kUSD</i>
<i>Personal</i>	<i>14 personas</i>	<i>10 personas</i>	<i>28.8 kUSD</i>
<i>Repuestos</i>	<i>9 kUSD</i>	<i>0 kUSD</i>	<i>9 kUSD</i>
<i>Suministros</i>	<i>15.5 kUSD</i>	<i>0 kUSD</i>	<i>15.5 kUSD</i>
<i>Instalaciones</i>	<i>0.42 kUSD</i>	<i>0 kUSD</i>	<i>0.42 kUSD</i>
Ahorro total anual			68.72 KUSD

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones del Proyecto

A lo largo de este informe técnico de residencias profesionales, se muestra a SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO, S. DE R. L. DE C.V. como una compañía siempre comprometida a seguir una metodología como la mejora continua, que uno de sus principales objetivos de este método de trabajo es mejorar la competitividad de las empresas en cualquiera de sus áreas a través de la productividad de una manera permanente o en periodo a largo y corto tiempo. Como ya sabemos, para cualquier organización es de suma importancia la satisfacción del cliente, basada en el cumplimiento de sus especificaciones de calidad.

Para el equipo que conforma el negocio de AEP (Procesos, Calidad, Manufactura y personal de mantenimiento) las operaciones que generan valor añadido son aquellas por las que el cliente está dispuesto a pagar. Por ejemplo, en procesos industriales serán aquellas operaciones de transformación que se realizan directamente sobre el producto. De ahí que entendamos la mejora continua como un modelo de gestión que, de forma permanente y sostenible en el tiempo, permitirá a la organización eliminar las operaciones que no agregan valor a sus procesos.

El proyecto de la implementación del sistema de codificado laser en las líneas de MAXI/MINI100 se ha enfocado en un modelo exclusivamente para los clientes de estas líneas del negocio de AEP ya que a nivel corporativo la carpeta de cliente en toda la compañía es muy extensa y variada. Los resultados que se han obtenido con esta implementación han sido muy buenos, ya que gracias a la colaboración de los diferentes departamentos como Ingeniería, Calidad, Departamento de mantenimiento y el departamento de Manufactura ha sido posible lograr la eliminación de operaciones que hacían más lento el proceso de los productos, así mismo se ha logrado dejar de invertir en la compra de insumos, refacciones y mantenimiento para los equipos (troquel y Videojet). Por lo dicho anteriormente representa un beneficio muy significativo para la

organización ya que es un ahorro financiero de inversión, el cual es uno de los principales objetivos del corporativo que es la reducción de costos.

En lo personal, el llevar a cabo el proyecto de estadía en Sensata Technologies ha sido una experiencia maravillosa de aprendizaje en mi carrera profesional, el estar trabajando por más de 18 años en esta empresa, así como el apoyo y soporte de los diferentes departamentos del negocio facilitó que el proyecto concluyera con los resultados propuestos en un principio. La gestión de procesos y la mejora continua son herramientas que me aportaron una visión de cómo se puede mejorar y rediseñar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptarlo a las necesidades de los clientes. Sin olvidar que los procesos los realizan personas y por lo tanto siempre debemos de tener en cuenta en todo momento las relaciones con el talento humano y siempre tomando en cuenta los requerimientos de nuestros clientes.

Uno de los objetivos principal en este proyecto de estadía fue el poder llevar a cabo la aplicación de los conocimientos que fueron adquiridos durante mi formación profesional en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. Me queda como aprendizaje de que todo lo que se aprende dentro de un aula de clases puede ser llevado a la práctica o sea a la industria; esto quiere decir que tanto la teoría como la practica son elementales para llevar a cabo un proyecto de buena calidad. Esto me sirvió para adentrarme y tener un conocimiento más amplio de las habilidades y actitudes que exige el proceso de mi carrera y el ámbito laboral.

Para concluir me siento satisfecho el haber llevado a cabo este proyecto de estadía ya que pude aplicar el conocimiento necesario que aprendí durante mi desarrollo académico en la institución. El aporte de varias materias vistas durante la carrera profesional sirvió de base y me dieron la seguridad para llevar de manera correcta este proyecto. Así mismo la experiencia laboral que he adquirido durante estos más de 18 años en la industria me llevaron a grandes logros y éxitos que darán pauta hacia nuevos caminos para ejercer mi profesión ya sea en esta o cualquier otra organización.

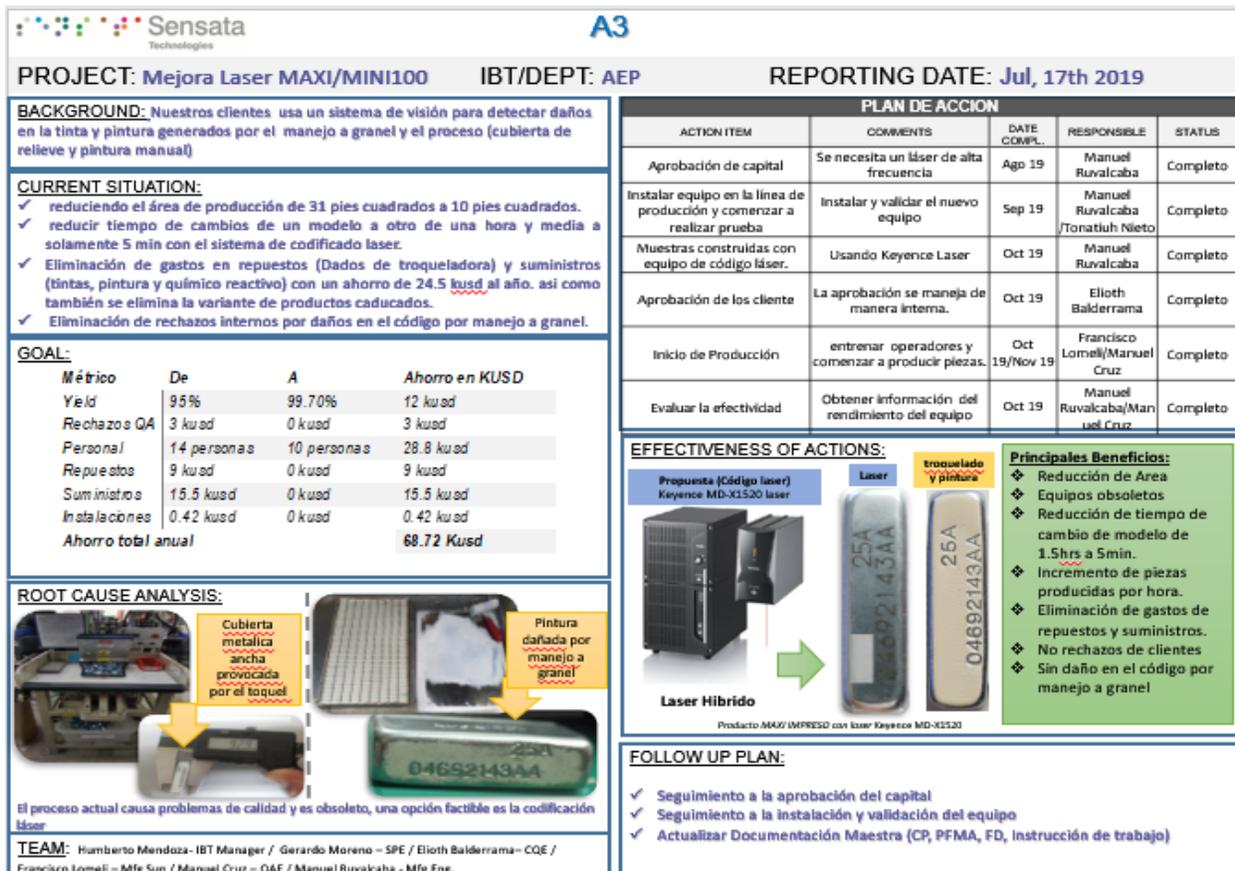
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

7.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

Las competencias desarrolladas o aplicadas y conocimientos adquiridos son:

1. Reporte A3 esta herramienta la utilice en la resolución de problemas, el cual me facilitó enormemente el aprendizaje organizativo y a conformar la implantación de acciones de mejora en conjunto con el equipo de ingeniería. Además, la representación visual de los datos e información me facilitó la comunicación entre todos los involucrados.

Figura 37 A3 Proyecto de mejora Laser MINI100/MAXI.



2. Participe en el desarrollo de habilidades en ingeniería como soporte en la actualización y aprobación de PFMEA y Control Plan: Llevar estas dos metodologías

me sirvió aprender a realizar documentos como son Plan de Control y PFMEA con el objetivo de desarrollar y atrapar todos los modos de falla que pudieran existir en el proceso.

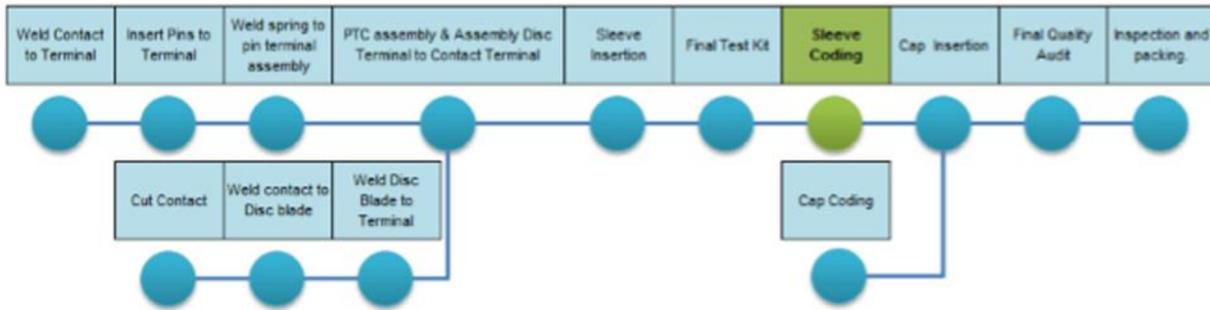
Tabla 11 CP (Control Plan)

PLAN DE CONTROL / CONTROL PLAN													
Prototype		Pre-launch		Production		X							
Part Number/Latest Change Level: See per part number matrix				Core Team: Juan Manuel Ruvalcaba (MFG Eng), Manuel Cruz (QRA), Francisco Lomeli (MFG Sup)				Customer Engineering Approval Date (If Req'd): N/A					
Part Name/Description: MINI 100 CIRCUIT BREAKER				Supplier/Plant Approval Date: N/A				Customer Quality Approval/Date (If Req'd): N/A					
Supplier/Plant: Sensata Technologies, Aguascalientes, México				Supplier Code: N/A				Other Approval/Date (If Req'd.): N/A					
Control Plan Number: CP MINI100 0100				Key Contact/Phone: Elioth Balderrama + 52 (449) 910-5500				Date (Orig.): marzo 19, 2016			Date (Current Rev): L 18-oct-2019		
Item	Operation code	Process Name/ Operation Description	Machine, Device, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Methods						
				Process	Product	Special Char. Class.	Product/Process Specification/Tolerance	Evaluation/ Measurement Technique	Size	Sample Freq.	Control Method	Reaction Plan	
14	MFG MINI100 1000	Sleeve Coding	KEYENCE ML-29600		Correct Materials		Review that materials on process are correct according to Route Card / BOM	Visual	100%	Each Lot	Route Card	Review the materials vs Route Card and check that is correct. Make a second review if the problem continue notify to the MRB Team, Segregate material from the last point of checkup of good pieces, tagged the material as no conformant and take it to MRB rack	
					Correct Code		The date and model code must be correct according the model is running	Visual	5 Pieces	Start Shift/ Half Lot/ Start Lot/ Set Up	Route Card	Make a second review if the problem continue notify to the MRB Team, Segregate material from the last point of checkup of good pieces, tagged the material as no conformant and take it to MRB rack	
					Legible Code / Complete		The code must be visible and legible, the code must be complete, review all characters (Visual Aid #2)	Visual	5 Pieces	Start Shift/ Half Lot/ Start Lot/ Set Up	Route Card	Make a second review if the problem continue notify to the MRB Team, Segregate material from the last point of checkup of good pieces, tagged the material as no conformant and take it to MRB rack	
					Visual Defects		The components must not have any kind of visual defect, as broken Sleeve, striped Sleeve, Sleeve with bubbles, damage terminal, etc.	Visual	100%	Each Lot	Route Card	Stop production, verify all components, Make a second review if the problem continue notify to the MRB Team, Segregate material from the last point of checkup of good pieces, tagged the material as no conformant and take it to MRB rack	

Tabla 12 PFMEA (Potencial modo de falla del proceso y el análisis de efectos).

POTENTIAL PROCESS FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (PFMEA)																
Part Number/Latest Change Level: MINI100				Core Team: Juan Manuel Ruvalcaba/Manuel Cruz/Francisco Lomeli				Customer Engineering Approval Date (If Req'd):								
Part Name/Description: MINI 100 CIRCUIT BREAKER				Supplier/Plant Approval Date:				Customer Quality Approval/Date (If Req'd):								
Supplier/Plant: Sensata Technologies Mexico				Supplier Code:				Other Approval/Date (If Req'd.):								
PFMEA Number: PFMEA MINI100 0100				Key Contact/Phone: Ricardo Santoyo, +52 (449) 910-5500				Date (Or x marzo 19, 2016			Date (Current R E octubre 18, 2019					
Item	Process Function/ Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S e v e n t s	C l i e s Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O c c u r e n c e	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	D e t e c t i o n R. P. N.	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	S e v e n t s	O c c u r e n c e	D e t e c t i o n	R. P. N.
14	Sleeve Coding	Illegible code	No identification	5	material handling	2	Operator documentation (WI) Operator training Fixture design	Visual inspection Final Visual Inspection	8 80	Implement an Automatic Code Reader.	Manuel Ruvalcaba	Laser Equipment Implementation with Automatic Code Reader	5	1	8	40
		Incorrect code	Misidentified device	7	Machine setup	3	Operator documentation (WI, Route card) Operator training	Visual inspection Final Visual Inspection	8 168	Implement an Automatic Code Reader.	Manuel Ruvalcaba	Laser Equipment Implementation with Automatic Code Reader	3	1	8	24
		No Code	No identification	7	material handling	3	Operator documentation (WI) Operator training	Visual inspection Final Visual Inspection	8 168	Implement an Automatic Code Reader.	Manuel Ruvalcaba	Laser Equipment Implementation with Automatic Code Reader	7	1	8	56
					machine error	2	Operator documentation (WI) Operator training	Visual inspection Final Visual Inspection	8 112	Implement an Automatic Code Reader.	Manuel Ruvalcaba	Laser Equipment Implementation with Automatic Code Reader	7	1	8	56

Figura 40 diagrama de Flujo línea de MINI100.



5. En conjunto con el personal de ingeniería de procesos dimos el entrenamiento del uso de equipo de codificado laser, así como los criterios de aceptación del material en base a la instrucción de trabajo del equipo en donde se despejaron dudas acerca del manejo del equipo y lo que se acepta o no se acepta en cuanto a la condición del código.

Figura 41 evidencia entrenamiento del manejo del equipo de codificado laser.



CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

8.1 Fuentes de información

8.1.1 Referencias de internet:

Sensata Technologies. (2019). Por qué sensata. 31/10/2019, de Sensata Technologies
Sitio web: <http://sensata.com/>

HEFLO. (21019). Mejora Continua. 27/10/219, de HEFLO.COM Sitio web:
<https://www.heflo.com/es/definiciones/mejora-continua/>

Universal Laser Systems, Inc. (2018). APRENDER Los fundamentos de la tecnología
láser. 05/11/2019, de Universal Laser Systems, Inc. Sitio web:
<https://www.ulsinc.com/es/conocer/historia-del-láser>

Interempresas.net. (2003). Importancia del grabado por láser en algunas aplicaciones
industriales. 06/11/2019, de Interempresas.net Sitio web:
<https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/8548-Importancia-del-grabado-por-laser-en-algunas-aplicaciones-industriales.html>

Trotec Laser. (2019). Marcado y grabado con láser de plásticos. 06/11/2019, de
<https://www.troteclaser.com> Sitio web: [https://www.troteclaser.com/es-
mx/aplicaciones/plastico/](https://www.troteclaser.com/es-mx/aplicaciones/plastico/)

Trotec Laser. (2019). Marcado y grabado láser de metal. 11/06/2019, de [troteclaser.com](https://www.troteclaser.com)
Sitio web: <https://www.troteclaser.com/es-mx/aplicaciones/metal/>

KEYENCE CORPORATION. (2019). Marcadora láser CO2 Serie ML-Z.
8/Noviembre/2019, de [keyence.com](https://www.keyence.com) Sitio web:
<https://www.keyence.com.mx/products/marker/laser-marker/ml-z9500/models/index.jsp>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

9.1 Anexos

Figura 42 Liberación del proceso de codificado laser.

AD100/01
Rev. G
Fecha: 06/Mar/2019

Retención Registros: De acuerdo a procedimiento AD100

Sensing Solutions - Internal Process Sign Off - PSO						
Product	MIN100					
Lot#	MIN100					
Project	Laser Coding					
Date	22-Oct-18					
QI	PPAP Requirement	Type: Deliverable	Look for (Evidence)	Status	Evidence	Action Plan
1	Production Tooling	M Tooling validated and delivered to tooling room (MER)	MER (Renew equipment and list of needed upgrades: PLC's, sensors, parameters, ergonomic/safety/waste disposal, etc.)	Accepted		
2		Polystyren Defined and loaded in documentation	Master documentation updated including the identification of Polystyren	NA		
3		New tooling/machines loaded in Preventive &/Or Predictive Maintenance Plan/Controls ESD	Maximo system updated including the Tooling and Machines loaded. Ref. C1100 procedure			
4	Production Gages	M Gauge R&R in green (MER)	Gauge R&R passed and record available	NA		
5		M Gauge and/or Measurement (equipment with calibration label)	Calibration Label updated	NA		
6		M New Equipment installed, validated, released and certified by ESH	ESH approval to operate equipment	Accepted		
7		M New Facilities installed and released	Facilities released for production	Accepted		
8	People Training	M Operators Training completed	Operators trained according with the released change & certified in the operation (PEC)	Accepted		
9		M Approved PSM for components	PSM available approving components	NA		
10	Production Components	M Proper flow down to Suppliers of customer specific requirements	Records of compliance to customer specific requirements	Accepted		
11	Production Process	M Contact Hsu's in Oracle	Hsu's set up in ORACLE	Accepted		
12		M Yield Performance above standard (MER)	Yield performance in compliance to requirement	Accepted		
13		M Run At Rate in green (MRA)	Run & Rate in Green (Record Available)	Accepted		
14		M NC material containers in place	Containers clearly identified and implemented with the necessary controls to prevent the unintended use of non-conforming material and/or scrap	Accepted		
15		M NC material identification	Non-conforming material is clearly identified to prevent unintended use	NA		
16		M Cp&P Performance (MER)	Cpk requirements in compliance to procedure A1000	NA		
17		M Masters Available in line	Master Verification Pieces Calibrated (Calibration Label) according with the applicable ESOP (Available in AGILE)	NA		
18		M Critical Characteristics Fall Out in all master documents	Critical and Key characteristics clearly defined and included as part of master documentation: CP, FO, PFMEA, WI	NA		
19		M IGP in place	IGP updated in IGP system Vs. Master Drawings	NA		
20		M Updated Drawings in System	Engineering drawing updated in AGILE system (ECO approved by CCB)	NA		
21		M Model available in PVS	Model loaded in PVS-Oracle (As applicable per RFI)	Accepted		
22		M SPC available in line	SPC files created vs. Documentation in AGILE and available at production line (Ref. A1000 procedure)	NA		
23	Production Documentation	M PFMEA in Agile as normal production level	PFMEA loaded in AGILE Requirements clear defined and implemented for severity 3 & 10 Ref. A500 procedure	Accepted		
24		M Control Plan in Agile as normal production level	Control Plan loaded in AGILE	Accepted		
25		M Flow Diagram in Agile as normal production level	Flow Diagram loaded in AGILE	Accepted		
26		M WI and Visual Aids in Agile and available in line	Working instructions and Visual Aids loaded in AGILE	Accepted		
27		M Launch Controls defined and loaded in Agile	Launch controls documented in the applicable Control plan	Accepted		
28		M Route Card loaded in system	Route Card available in Oracle for PN and Components according with BOM (Verify that all components (including the verification that chemicals applied directly to the product are included as part of BOM & Route Card)	Accepted		
29		M CM in Pre-launch phase /	CM in Pre-launch phase in AGILE	Accepted	PL00009783	
30		M NPD in Pilot phase	NPD in Pilot phase in AGILE	Accepted	PL00009783	

M: Mandatory

Function	Name	Approval Process	Employee	Sign
PSO Escorial	Elveth Banderama	A1043352		
Quality Manager	Jose Luis Rodriguez	A0298736		
Quality Auditor	Manuel Cruz	A088236		
Engineering Auditor	Manuel Ruvicella	A1041119		
Engineering Manager	Humberto Mendoca	A0849986		

Figura 43 Liberación de equipo de codificado laser por parte de ESH.

Sensata		Validación y verificación de equipos		folio 1011		
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO						
Maquina :	Codificadora Laser	BIT Proceso:	AEP			
Modelo:	KEYENCE HL-Z9600	Línea:	MINI100			
Presión:	N/A	Numero de MT :	MFG MINI100 1000			
Voltage:	120 V	Numero de serie :	0969600918051A9D			
CALIDAD DE INSTALACION				SI	NO	N/A
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtu?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La presión es la especificada y tiene forma de distribuirse?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
El voltaje es el especificado?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:						
El equipo prende con el botón de encendido?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo se apaga con el botón de apagado?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las torntas encienden de acuerdo a la indicación que se pretende les comunicada?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SEGURIDAD INDUSTRIAL						
Están todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se realizó el proceso de inspección El Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se verificará que todas las puertas alfileres cuenten con sensor que deteja o que detenga el riesgo mecánico, Píco o cualquier otro.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Optima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energía y ningún movimiento repentino de equipo.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellaco y no mas de 30° en forma vertical.				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifique que la maquina de pedal cuenten con las distancias mínimas de seguridad como lo marca el manual. 1/4"				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
verifique que las cortinas ópticas prendan los Leads de activación				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Están correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Están correctamente identificados las partes del equipo que representan un riesgo al operador/técnico (atrapamientos, quemaduras, etc)?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico están visibles y entendiibles (en español)?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, están fijas? Verifique la sujeción.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los pedales y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se encuentran identificados los contenedores/lineas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si se van a utilizar alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
verifique que el programa de mantenimiento (CM) está protegido con password o algún otro sistema.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresurizan una ves interrumpido el ciclo				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El equipo tiene tanques de químicos o tanques de aire tiene identificación de acuerdo a la NOM 018 STPS.				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Afecta el sistema contra incendios?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DOCUMENTOS						

Diagramas disponibles?	✓		
Plan de Mantenimiento disponible?	✓		
Año de Máquinas en sistema Maximo?	✓		
Análisis de ISO14	✓		
Análisis de OHSAS	✓		
Neumático		✓	
Eléctrico	✓		
Electrónico	✓		
Mecánico	✓		
Layout	✓		
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramientas Laser Formato 2			

Revisó (Firma/Fecha):

[Firma]
 Ingeniero de equipo para liberar
 Tardín Nieto

Verificó (Firma/Fecha):

[Firma]
 Coordinador ESH
 [Firma] 2023/06

Fotos y Evidencias

VISTA FRENAL



PANEL ELECTRICO



VISTA POSTERIOR



PARO DE EMERGENCIA & RESET



INTERLOCK DE SEGURIDAD



- parte sistema de extinción -

Procedimiento de referencia ESH 510304
 Retención de registros 1 Año
 Anexo 2

Figura 44 Carta de terminación de residencias profesionales.

