



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

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

PRESENTA:  
PATRICIA SANTOS SANDOVAL

CARRERA:  
INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL MODALIDAD MIXTA

***MEJORA DE YIELD EN INSPECCIÓN AUTOMÁTICA DE LUZ***

SENSATA TECHNOLOGIES DE MÉXICO

Nombre de la Empresa y Logo



JESUS RODRIGUEZ RAMOS

Nombre del asesor externo

ARIANN ANDRADE ALONSO

Nombre del asesor Interno

Diciembre 2024

## ***II. Agradecimientos.***

Este es un proyecto que sin duda alguna se concluyó gracias a varias personas que estuvieron a mi alrededor en el transcurso de este tiempo, gracias a los sacrificios que de una u otra manera me hicieron más fuerte y me empujaron a terminar con un propósito más que estuvo en pausa por mucho tiempo.

A mi esposo:

Gracias por el apoyo que me brindaste desde un principio, por creer en mí, por el empujón, por las porras y por cubrirme con nuestras hijas en algunas actividades por el solo hecho de que yo pudiera cumplir con mis tareas, trabajos y demás.

A mis hijas:

Porque, aunque aún son pequeñas y no lo entienden del todo esto es por y para ustedes, para que nunca se den por vencidas y entiendan que no es el tiempo, son las ganas de querer concluir con nuestros propósitos y proyectos de vida.

A mi madre y hermanos:

Por creer en mí, por la ayuda y el apoyo que me brindaron cada uno de ustedes de diferentes maneras, por estar siempre que los necesito, por la compañía, por todo muchas gracias.

A mi familia y amigos:

Por el impulso, la motivación, la ayuda y los buenos y malos comentarios con los que se referían a la decisión de querer terminar una carrera.

Y muy especialmente este proyecto se lo dedico a mi papá Arturo Santos Azpeitia que, aunque no nos alcanzó el tiempo para que lo pudieras ver concluido yo sé que estas muy orgulloso de que termine, gracias por ser ese pilar que sostiene mi vida, por tus enseñanzas, por tu fuerza y por no dejarme dar pasos hacia atrás cuando yo no quería seguir con algunas cosas.

### **III. Resumen.**

El presente documento muestra el proceso de inspección luz en la maquina llamada AOI, en la empresa Sensata Technologies de México S de RL de CV. En el negocio de CSE conformado por 5 áreas que son Omega, Sellado, Sierras, Impresión y Parte externa donde se va fabricando el sensor automotriz por varios procedimientos de diferentes modelos y especificaciones que varían entre un cliente y otro. En el primer semestre del año 2024 de enero a julio se detectó una perdida que estaba generando el equipo MFG CSE 3900 en el sensor de cuadrado del grupo de AP2, al igual que constantes hallazgos de piezas que se segregan por manchas y no por la unión del sello, por lo que en busca de implementar una mejora que nos permita detectar que piezas cumplen con los requerimientos de nuestros clientes y no se pasen piezas con fuga en el sello.

Con el propósito de abordar este desafío, la atención se dirigirá de manera específica hacia la comprensión y solución de los modos de falla preponderantes en la operación de Inspección automática de luz. Este enfoque implica un análisis minucioso de los procesos asociados, destacando cualquier posible deficiencia en el diseño, la ejecución o la interacción entre las operaciones identificadas como problemáticas. La meta es desarrollar soluciones efectivas y adaptadas a la naturaleza de los problemas identificados, con la intención de implementar mejoras sustanciales en el rendimiento global del componente de CSE cuadrado.

A medida que avanzamos en esta investigación, comprometemos nuestros esfuerzos hacia la implementación de medidas correctivas específicas y prácticas. Estas medidas no solo están destinadas a subsanar los problemas actuales, sino también a optimizar la eficiencia integral del sensor. Nuestro plan de acción se orienta a lograr mejoras significativas en el rendimiento del componente, asegurando que cumpla con los estándares de calidad y eficacia previstos. La implementación planificada de estas mejoras se espera que culmine en un aumento notorio en el rendimiento del CSE cuadrado consolidando su contribución positiva al proyecto en los próximos meses.

Todo lo anterior se estará realizando en base al cronograma que se encuentra redactado en el presente reporte de residencias, mediando la metodología de PDCA de modo que nos ayude a mejorar el proceso y alcanzar el objetivo el yield de 99%.

## V. Índice.

### Índice

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</b> .....	4
1. Portada.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2. Agradecimientos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3. Resumen.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4. Índice.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Lista de Tablas.....	4
Lista de Figuras.....	4
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	5
5.- Introducción.....	5
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	6
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	9
8. Justificación.....	11
9. Objetivos (General y Específicos).....	12
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b> .....	13
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	13
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b> .....	16
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	16
Cronograma de actividades.....	22
Medición de tiempos en la línea de producción.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Elaboración de la propuesta de cambio de lay out.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Medición de tiempos en la línea de prueba.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Adecuación de todas las líneas de producción de la división según el nuevo lay out.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Medición de tiempos y comparación contra la línea de prueba.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Redacción de informes sobre la optimización para entregar a la gerencia.

..... ¡Error! Marcador no definido.

**CAPÍTULO 5: RESULTADOS** .....23

    12. Resultados .....23

**CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES** .....25

    13. Conclusiones del Proyecto.....27

**CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS** .....27

    14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....28

**CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN** .....28

    15. Fuentes de información .....28

**CAPÍTULO 9: ANEXOS** .....29

    17. Anexos .....30

    18. Registros de Productos.....30

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>ESTRUCTURA DEL REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL</b>
<b>Capítulo 1: Preliminares</b>	1. Portada. 2. Agradecimientos. 3. Resumen. 4. Índice. (Usar tabla de contenido)
<b>Capítulo 2: Generalidades del proyecto</b>	5. Introducción. 6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante. 7. Problemas a resolver, priorizándolos. 8. Objetivos (General y Específicos). 9. Justificación.
<b>Capítulo 3: Marco teórico</b>	10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).
<b>Capítulo 4: Desarrollo</b>	11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

<p><b>Capítulo 5: Resultados</b></p>	<p>12. Resultados, planos, gráficas, prototipos, manuales, programas, análisis estadísticos, modelos matemáticos, simulaciones, normatividades, regulaciones y restricciones, entre otros. Solo para proyectos que por su naturaleza lo requieran: estudio de mercado, estudio técnico y estudio económico.</p> <p>13. Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización (si es el caso).</p>
<p><b>Capítulo 6: Conclusiones</b></p>	<p>14. Conclusiones del Proyecto, recomendaciones y experiencia personal profesional adquirida.</p>
<p><b>Capítulo 7: Competencias desarrolladas</b></p>	<p>15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.</p>
<p><b>Capítulo 8: Fuentes de información</b></p>	<p>16. Fuentes de información</p>
<p><b>Capítulo 9: Anexos</b></p>	<p>17. Anexos (carta de autorización por parte de la empresa u organización para la titulación y otros si son necesario).</p> <p>18. Registros de Productos (patentes, derechos de autor, compra-venta del proyecto, etc.).</p>

## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### ***Lista de Tablas***

Tabla 1 Cronograma de actividades .....	22
Tabla 2 Piezas sin escape .....	25

### ***Lista de Figuras***

Figura 1 Sensor products .....	7
Figura 2 Controls products .....	7
Figura 3 Organigrama .....	9
Figura 4 Cse sub categorizado .....	16
Figura 5 Refractometro .....	17
Figura 6 Determinacion de brix .....	17
Figura 7 Cuadrantes de CSE .....	18
Figura 8 Charola de cse .....	18
Figura 9 Proceso de inmersión .....	19
Figura 10 Proceso de enjuague .....	19
Figura 11 Masters .....	20
Figura 12 Espesor por modelo .....	20
Figura 13 Sistema de visión .....	21
Figura 14 Gráfica de mejora.....	23
Figura 15 Gráfica piezas malas.....	23
Figura 16 Revisión documentada.....	24
Figura 17 Firmas de OCN .....	24
Figura 18 Ayudas visuales .....	25
Figura 19 Piezas validadas rayos x.....	26

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5.- Introducción**

Sensata Technologies de México es una empresa que se destaca por sus sensores los cuales se usan principalmente en automóviles y electrodomésticos, en este proyecto lo que se desea plasmar es una mejora en el rendimiento de un sistema automatizado, ya que el proceso anterior tardaba el doble del tiempo y dependía totalmente de la mano de obra donde un operario tenía un PPH (producción por hora) bajo en comparación de la maquina automática de luz. Se ha detectado bajo rendimiento en la AOI, lo que ha despertado el interés y la necesidad de una evaluación ya que el sobre segregar material (tirar material bueno como malo) nos baja el porcentaje de yield que buscamos obtener.

Este proyecto busca obtener información detallada de la situación actual, con un enfoque preciso en las manchas de dye y los problemas de visión de la máquina. La problemática detectada en la máquina de inspección automática de luz se enfoca en el CSE cuadrado la cual procesa hasta 96 piezas por charola en modelos de AP2 lo cuales son los que tienen un anillo interno, HP2 que cuenta con 2 anillos internos.

Un problema muy importante de abordar en el presente proyecto es la fórmula de Dye la cual debe de contener 50% agua 50% dye y de igual manera el que el enjuague en la operación de lavado e inmersión de tinas de dye sea eficiente y la maquina funcione de manera efectiva detectando solo las piezas que tienen fuga de tinta dentro de ellas.

## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

Sensata Technologies de México es una empresa global de tecnología industrial que se esfuerza por crear un mundo más limpio, eficiente, electrificado y conectado. A través de la amplia cartera de sensores, componentes de protección eléctrica y soluciones ricas en sensores que crean valiosos conocimientos comerciales, ayuda a los clientes a abordar requisitos de rendimiento operativo y de ingeniería cada vez más complejos.

Sensata Technologies ha brindado soluciones de gestión de neumáticos a la industria automotriz durante más de 25 años y con más de 500 millones de sensores.

Sus instalaciones en la ciudad de Aguascalientes se encuentran en Av. Aguascalientes Sur, Salto de Ojocaliente, 20290 Aguascalientes, Ags.

El nombre Sensata proviene de la palabra latina sensate o 'aquellos dotados de sentido'. Su enfoque en la detección también se refleja en su logotipo, que deletrea Sensata en Braille.

Mi actividad como residente será en el área de procesos donde mi función es revisar el proceso de la inspección automática de luz revisar el scrap y los paros del equipo en el sistema del SEE apoyándome en las HOE (hoja de operación estándar) y en equipo con el ingeniero de procesos encontrar una posible solución al bajo yield que está manejando esta máquina y sus posibles variantes de la fórmula de dye ya que el cse que tiene manchas es segregado por la máquina.

### **Giro de la empresa**

La empresa es especialista en sensores y controles para automóviles, aviones o electrodomésticos; como son:

- Protectores para motor.
- Relevadores de arranque.
- Sensores y controles automotrices.
- Protectores contra alto voltaje.

## Productos



Figura 1 Sensor products



Figura 2 Controls products

En Sensata Technologies existen dos negocios principales llamados Unidades Globales de Negocios (GBU: Sensores y Controles (también llamado Electrical Protection). En la planta de Aguascalientes se manufacturan productos para estas dos GBU en 9 negocios principales, el negocio en el cual se realiza la investigación es el negocio de CSE.

CSE: Sensor Elemento Capacitivo son sensores que miden la presión de líquidos y gases que usan los vehículos para su funcionamiento.

### Misión de la empresa.

Ser un equipo mundial ganando posición de líder en nuestro mercado al ser socio estratégico de nuestros clientes, proporcionándoles soluciones innovadoras, diseñadas a sus necesidades en sensores y controles.

### Principios.

- Desempeño incuestionable con ética e integridad.
- Satisfacción del cliente a través de calidad total.
- Ser líder mundial en tecnología y manufactura.
- Lograr un mejoramiento continuo con progreso medible.
- Ser un buen ciudadano corporativo.

### Visión de la empresa

- Un líder mundial e innovador en sensores de misión crítica y protección eléctrica.
- Satisfaciendo las crecientes necesidades mundiales de seguridad, eficiencia energética y un ambiente limpio.
- Un excelente socio, empleador y vecino.

### Organigrama

El actual organigrama del equipo de procesos cuenta con una

- Supervisora: Prioriza actividades, atiende clientes, es puente entre requerimientos de gerencia
- Ingenieros de procesos: Administran y capacitan a técnicos de procesos/Becarios, analizan oportunidades de proyectos yield/financieros, administrar las actividades en línea de producción que engloben yield, integridad. Evaluar comportamiento, tendencias y mejoras de procesos y materiales
- Técnicos de procesos se encargan de auditar, controlar y mejorar las actividades en línea.
- Ingeniera de proyectos está orientada a nuevos proyectos, modelos y equipos.



Date, Title, Initials

1

Sensata Proprietary Information – Strictly Private

Figura 3 Organigrama

### Principales clientes

- Ford
- Nissan
- GM
- Renault
- Cummins
- Caterpillar
- Chrysler
- Volkswagen

### 7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Actualmente en la operación de AOI (Inspección automática de luz) MFG CSE 3900 del negocio de CSE (Elemento de Sensor Capacitivo) el rendimiento en cada lote de producción cae a un 97% ya que por diferentes aspectos la integridad del lote se ve afectada. Primeramente, lo que se busca con este proyecto es definir mediante la metodología de lean PDCA la meta de resolver ya que como es una operación lineal, el ciclo se va a repetir.

Se iniciará con el proyecto de la siguiente manera:

- Recolectar el material segregado como NG por el equipo, esto nos ayudara a entender si existe una sobre segregación, si existe una correcta validación o está dejando pasar piezas malas como buenas. Al terminar la recolección de material NG se harán pruebas en el equipo, se podrá correr GR&R de las piezas, esto para tomar decisiones en el equipo y en el proceso.
- Ajustar los parámetros de visión de la máquina ayudara a reducir la posibilidad de que sea falla de esta y asegurar la forma correcta de enjuagar el material en la operación de inmersión de tinta, lavado y secado para evitar la sobre segregación.
- Revisar que se realice el procedimiento donde se aseguran que la fórmula de dye sea la correcta y tenga 50% agua 50% dye
- Establecer ayudas visuales que faciliten identificar las áreas de penetración de dye y se tenga fácil acceso a ellas para que los operarios que tengan su certificación se apoyen en ellas.
- Capacitar constantemente a nivel operativos los principales modos de falla, para que puedan consultar su plan de acción y plan de reacción en caso de cualquier eventualidad.

## **8. Justificación**

El principal objetivo del presente proyecto es demostrar el rendimiento que tiene la máquina automática de luz, recuperar financieramente recursos que se están desperdiciando al tirar piezas buenas como malas ya que al hacer el conteo del scrap podemos darnos cuenta de que hay una gran variedad de piezas que aparentemente no tienen ningún defecto, además de que hay piezas que presentan manchas de dye y no tienen fuga como tal al interior del CSE cuadrado.

La importancia de la optimización del equipo, así como el aumento de capacidad de este, está orientada hacia la productividad de la línea, y del proceso. Esto ayudara a elevar el yield, así como el impacto de TCA (impacto económico al negoció). Ayudará a la línea enfocarse en nuevos proyectos, así como en mejoras en otros sistemas similares a este. Como residente me ayudara en la optimización de recursos en línea de producción, encontrando y desarrollando herramientas para solucionar y/o ampliar el panorama para encontrar causas raíz y posibles soluciones.

Este proyecto de residencias se desarrollará con el fin de investigar ampliamente, el equipo, el producto y los principales errores durante el proceso con el fin de conocer y obtener conocimiento al tomar decisiones en pro de mejorar y aumentar las ganancias en nuestro negocio, evitando sobre segregar piezas buenas como malas, donde también me involucraran en el proceso para fortalecer el liderazgo, la toma de decisiones y el trabajo en equipo.

## **9. Objetivos (General y Específicos)**

Objetivo General: Mejorar el yield (rendimiento del producto) en la operación de inspección luz automática, minimizando la sobre segregación (piezas buenas indicadas como malas), identificando las posibles causas y problemas de las operaciones implicadas en el proceso del CSE (elemento sensor capacitivo) cuadrado.

Objetivos específicos:

- I. Aumentar el yield de la operación a un 99%
- II. Documentar la cantidad de scrap que se ha generado por piezas con leak.
- III. Identificar áreas de oportunidad en el proceso de inspección luz automática e inmersión en tinas de dye.
- IV. Establecer ayudas visuales claras y de fácil acceso.
- V. Capacitar al 100% al personal involucrado en las operaciones

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).**

Para la solución de este problema es necesario entender el yield en un proceso de manufactura; así como conocer la metodología de PDCA, ya que nos apoyaremos en ella durante todo el proceso y análisis.

#### **10.1 Metodología PDCA**

El Ciclo de Deming, es la metodología más usada para solucionar problemas y ejecutar sistemas de mejora continua. Su aplicación ayuda a que las organizaciones mejoren su rendimiento y aumenten su productividad.

El ciclo PDCA, conocido también conocido como rueda de Deming, curiosamente no fue creado por el profesor William Edwards Deming, sino por el físico norteamericano Walter Andrew Shewhart en 1939.

Aunque el ciclo PDCA fue bautizado y popularizado apenas en la década del 50 del siglo pasado, por el profesor Deming, razón por la que esta metodología suele ser reconocida con el apellido de este gurú de la Gestión de la Calidad.

El ciclo PDCA permite a los profesionales evaluar su propio método de trabajo y mejorarlo cuando sea necesario. Debido a que el trabajo de un empleado, forma parte de un proceso integral, los resultados del ciclo PDCA impactan positivamente a toda la organización.

#### **10.2 AOI (Inspección Óptica Automatizada)**

La fabricación de circuitos impresos genera múltiples defectos durante sus procesos químicos que deben ser detectados a tiempo en las etapas de producción para ser corregidos, evitando procesar tarjetas que se desecharán si la detección de los errores es tardía o evitar que eventualmente lleguen al usuario final.

La inspección de circuitos impresos en búsqueda de defectos utilizando la visión humana, está limitada por factores como la falta de repetibilidad, cansancio, distracción, entre otros. Adicionalmente, la miniaturización de los componentes electrónicos y la alta densidad de las tarjetas modernas han aumentado la probabilidad de errores de esta naturaleza que hacen actualmente casi imposible su inspección usando métodos convencionales.

La necesidad de los fabricantes de garantizar la confiabilidad de un circuito con dichas características y de obtener un rendimiento mayor, ha llevado a la industria electrónica a automatizar el proceso desarrollando sistemas de inspección óptica automatizada (AOI) para la detección de defectos de fabricación.

### 10.3 Yield

La producción de yield (rendimiento) resulta de gran interés para una adecuada cotización y planeación de recursos para la manufactura del producto, de ahí la idea de encontrar un método adecuado que sea aplicable a las circunstancias de la realidad actual de los procesos de manufactura.

Oliviella (2009) La inclusión del análisis al proceso del modelo ayuda a considerar impactos en el índice de fallas real que afectan los costos de manufactura. La integración de este modelo en el sistema de cotizaciones, permite que, desde esa etapa temprana de gestión de los proyectos, se identifiquen y consideren los recursos y aspectos financieros adecuados para el proyecto.

### 10.4 Sensores de capacitancia

Los sensores capacitivos son un tipo especial de sensor que mide, la “capacitancia eléctrica”. Es decir, la relación entre la cantidad de carga que puede acumular un material conductor y la tensión eléctrica.

La vida humana experimentó cambios radicales en las últimas décadas debido a los avances tecnológicos. Hoy en día, existen vehículos que pueden dar indicaciones al conductor para prevenir accidentes e incluso intervenir en la conducción para evitarlos. Este y muchos otros ejemplos son posibles gracias a los sensores capacitivos, también conocidos como sensores de capacidad eléctrica, una pieza clave en el rompecabezas de la innovación.

Estos dispositivos especializados, que funcionan bajo el principio de la “capacidad eléctrica”, cumplen un rol clave en la detección y medición en una amplia variedad de aplicaciones tecnológicas, tanto en el ámbito empresarial como en la vida cotidiana. Redacción Innovación Digital (2024)

## 10.5 Inmersión de tinta

El sensor se sumerge durante una hora durante el proceso en un químico penetrante base Agua/Fluorescente (de doble propósito) especialmente diseñado para piezas plásticas químicamente sensibles y para la detección de filtraciones, el SKL-4C es un penetrante visible con tintura roja base agua y lavable al agua. Como sucede con la mayor parte de las piezas plásticas, se recomienda la utilización de una aplicación de prueba para confirmar la compatibilidad. Las indicaciones aparecen en rojo púrpura a la luz visible y anaranjado fluorescente a la luz ultravioleta. Esto permite una flexibilidad de rango doble en el proceso de inspección. El SKL-4C puede diluirse con agua, para lo cual se recomienda una relación de dilución de 1:1 para propósitos generales, lo cual se hará con la ayuda de un refractómetro. Sensata Technologies (MFG-CSE-1810)

Un refractómetro es un instrumento de laboratorio que sirve para medir el índice de refracción de una sustancia. Además, se suele utilizar un refractómetro para determinar la densidad de una sustancia. Ya que se puede averiguar la cantidad de soluto en una disolución a partir de su índice de refracción. Ingenierizando. (2022, marzo 8)

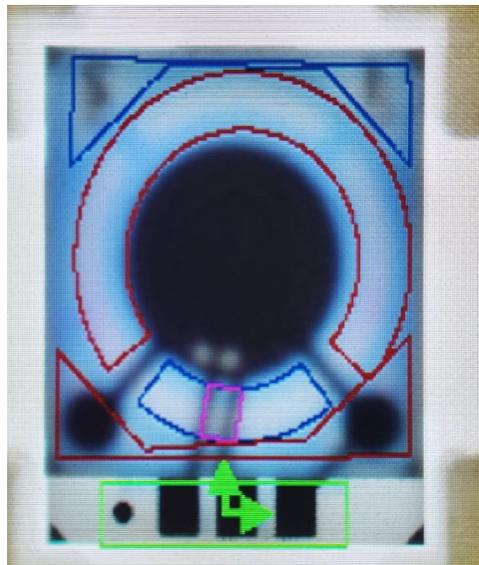
## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO**

### **11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.**

Enseguida se expondrá en base a la metodología PDCA siguiendo cada una de las fases por las que se compone.

11.1 Planear: Identificar áreas de oportunidad en el proceso de inspección luz automática e inmersión de tinas dye.

Las piezas defectivas encontradas fueron subcategorizadas por su posición, como se muestra en la imagen. Por áreas de posible penetración y detección, estas fueron pasadas por las 96 posiciones de la charola.



*Figura 4 Cse sub categorizado*

Se encuentra oportunidad de detección y es sobre la pigmentación del dye en la penetración del CSE y esto se está subdividiendo en 3 tipos de penetración:

1. Rosa intenso
2. Rosa medio
3. Rosa bajo

En los dos primeros tipos el equipo es muy capaz de detectar la penetración ya que los colores del azul, blanco, rosa y negro son visibles entre ellos, donde el equipo está teniendo dificultades es en el numero 3 ya que el color rosa se comienza a difuminar entre el blanco y el azul y se comienza a ver un azul con una tonalidad más baja el cual la maquina la detecto como pieza buena; se estará trabajando en la concentración del dye para validar y homogenizar la pigmentación además se tiene que tomar en cuenta el grado de leak (fuga) en la pieza.

El material se sumerge 1 hr en la tinta de dye (químico) para asegurar la unión del sello y asegurándose de que cubra totalmente el material. Para mantener una buena relación entre la solución ideal por el tono y el grado de penetración en las piezas, el consumo de dye se estará midiendo el índice de refracción, la medida de esta característica nos da la indicación óptima para determinar si la solución se encuentra con la saturación de color necesaria para el correcto funcionamiento de las AOI's de luz. Esta medición será realizada por el técnico o ingeniero de procesos una vez al día bajo el siguiente procedimiento:

Equipo a utilizar:

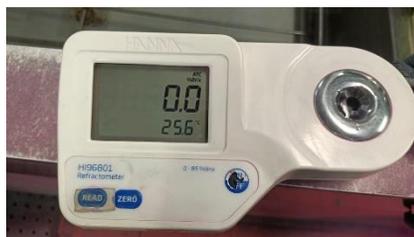
- Refractómetro digital, rango de 0 a 85% Brix calibrado.
- Gotero para la colocación de la solución en el equipo
- Guantes
- Bata
- Lentes de seguridad
- Servitoalla
- Plumón de alta temperatura
- Agua purificada totalmente clara

Funcionamiento:

- La determinación de Brix se realiza mediante la de medición del índice de refracción en una solución, el índice de refracción es una característica óptica de una sustancia (solución como el dye) y el número de particular disueltas



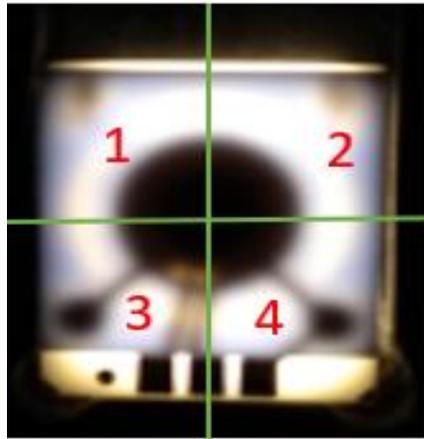
*Figura 6 Determinacion de brix*



*Figura 5 Refractometro*

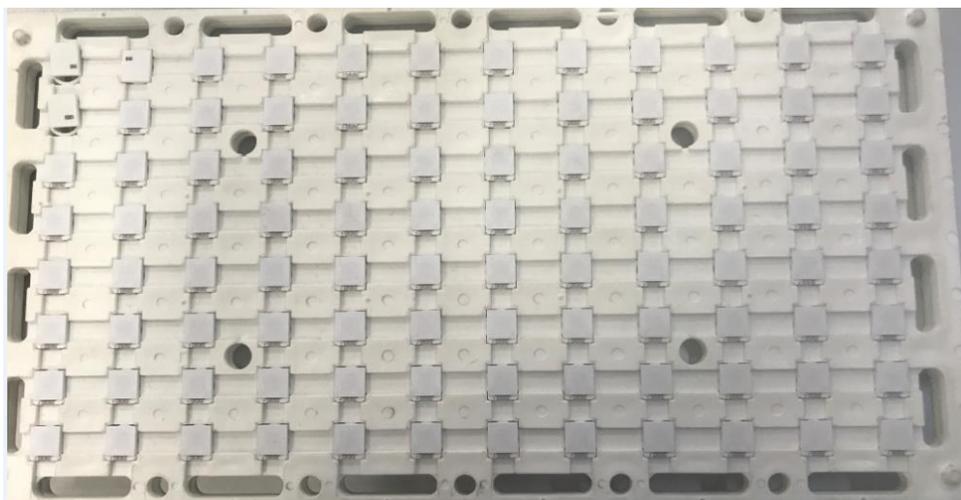
## 11.2 Hacer

11.2.1.- Después de la recolección de material segregado, para identificar el leak por áreas de penetración de dye en los 4 cuadrantes se dispone a trabajar como indica en el control plan, donde después de la prueba de capacitancia de va a la operación de MFG-CSE-1850 Inmersión de tinta, lavado y secado.



*Figura 7 Cuadrantes de CSE*

La fuga que puede presentar el sensor va de 1 a 4 cuadrantes, por lo que al sumergirlo la pieza va a absorber el químico demostrando si es funcional, en el equipo de AOI se acomodan por charolas de 96 pzas donde entran al quipo y con el sistema de visión localiza las piezas que tienen leak.



*Figura 8 Charola de cse*

11.2.4.-Medicion de tinta dye. Asegurar que la formula sea la adecuada para evitar las variaciones en la maquina por manchas o fugas de tinta que sean muy tenues, con la ayuda del refractómetro, para mantener una buena relación entre la solución ideal por el tono y grado de penetración en las piezas y el consumo de dye se estará midiendo el índice de refracción, la medición de esta característica nos da la indicación óptima para determinar si la solución se encuentra con la saturación de color necesaria para el correcto funcionamiento de los AOI de luz y la identificación manual de piezas con dye en AOI

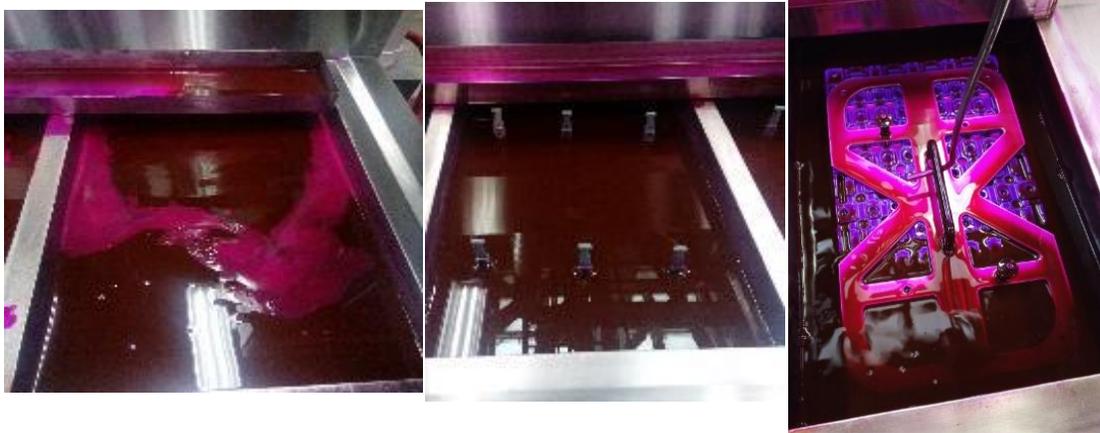


Figura 9 Proceso de inmersión

11.2.2.- Después del proceso de inmersión de tinta, lavado y secado, se revisa que el ciclo de enjuague del material sea eficiente, para esto debe de cumplir con todo el procedimiento descrito en la HOE (Hoja de operación estándar), pasando la regadera con agua desionizada y dejando el material el tiempo ahí descrito en la tina de burbujas para evitar variaciones en el proceso por piezas con manchas de tinta dye y así tener la seguridad de que la pieza tiene fuga en alguno de los cuadrantes.



Figura 10 Proceso de enjuague

11.2.3.- Ajuste de herramientas de sistema de visión, con juego de piezas master (piezas buenas y malas). Asegurar el pase de master para el modelo de acuerdo al espesor y asegurarse de estar utilizando el programa correcto, así como las piezas de verificación de acuerdo al modelo.

Después del análisis de piezas buenas verificado por las pruebas master se puede manipular el equipo conforme lo indica el control plan ya que se comprobó que funciona correctamente.

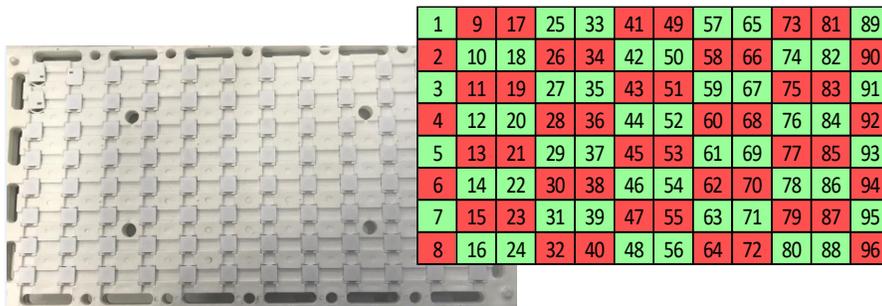


Figura 11 Masters

**11.2.5.-Agrupacion de familia de master por espesores (dejar de hacerlo por modelo).**

En la siguiente figura agrupamos los diferentes modelos que se procesan por la máquina de AOI

MASTERS PARA MODELOS SEGUN ESPESOR											
Nombre Master 11MIL		Nombre Master 16MIL		Nombre Master AP4		Nombre Master 13 MIL		Nombre Master 14 MIL		Nombre Master HP2	
Modelo	Modelo en AOI	Modelo	Modelo en AOI	Modelo	Modelo en AOI	13MIL	Modelo en AOI	Modelo	Modelo en AOI	Modelo	Modelo en AOI
29069-27MC	29069-27MC	29069-16M	29069-16M	49637-1M	49637-1M	29069-28M	29069-28M/29069-28MC	29069-41M	29069-41M	106185-3M	106185-3M
29069-47M	29069-47M	29069-34M	29069-34M	49637-1MC	49637-1M	29069-28MC	29069-28M/29069-28MC	29069-31M	29069-31M		
29069-27M	29069-27M	29069-33M	29069-33M					29069-52M	29069-31M		
29069-26MC	29069-26MC	29069-32M	29069-32M								
		29069-34MC	29069-34MC								
		29069-42M	29069-42M								

Figura 12 Espesor por modelo

### 11.3 Verificar

Antes de este proyecto el sistema de visión de la AOI detectaba las piezas con manchas de dye, marcándolas como malas, después del ajuste realizado y la retroalimentación al personal operativo de limpiar continuamente el material y el énfasis en el enjuague en la operación anterior el problema disminuye y se mantiene el yield de 99%



*Figura 13 Sistema de visión*

## **Cronograma de actividades**

*Tabla 1* Cronograma de actividades

<b>Actividades</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>
<b>Recolección de material scrap para clasificar por zonas de penetración.</b>						
<b>Ajustes de herramientas de sistema de visión</b>						
<b>Medición de tinta dye</b>						
<b>Agrupación de familias de master por espesor</b>						

# CAPÍTULO 5: RESULTADOS

## 12. Resultados

Finalizando el desarrollo del proyecto en cada una de sus fases se llegaron a los siguientes resultados graficados de manera semestral de julio a noviembre, resaltando el porcentaje de yield, se obtiene un yield de 99% que se mantiene durante los 6 meses, demostrando la funcionalidad en la implementación de nuestra mejora.

Row Labels	Average of Yield
Jul	99.50%
Aug	99.53%
Sep	99.57%
Oct	99.59%
Nov	99.57%
<b>Grand Total</b>	<b>99.54%</b>

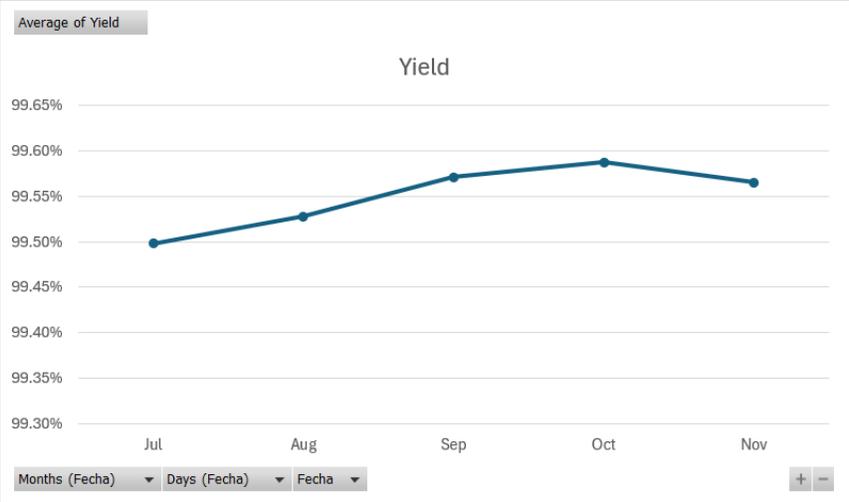


Figura 14 Gráfica de mejora

En la siguiente ilustración podemos observar la tendencia de las piezas malas que reportan en general en el mismo semestre, pero tomando como referencia el porcentaje de piezas que se tiran al scrap en cada mes.

Row Labels	Average of %Malas
Jul	0.50%
Aug	0.47%
Sep	0.43%
Oct	0.41%
Nov	0.43%
<b>Grand Total</b>	<b>0.46%</b>

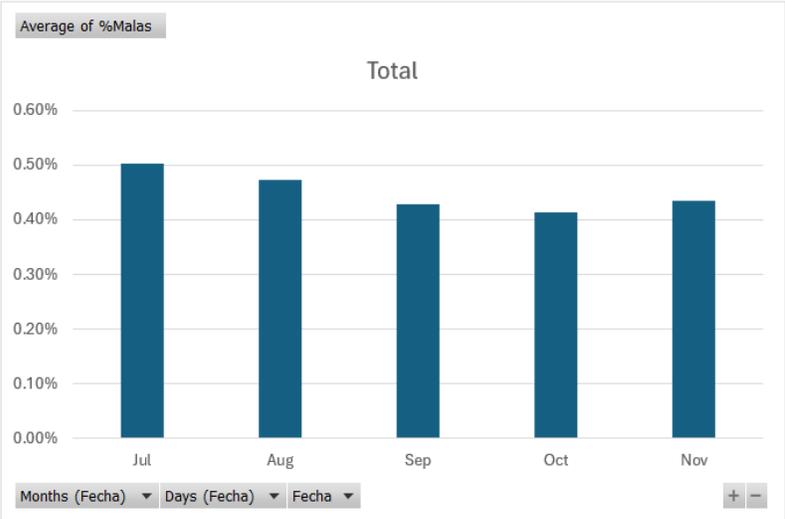


Figura 15 Gráfica piezas malas

Por lo tanto, se puede notar que las mejoras implementadas en el proyecto dieron el resultado esperado en conjunto con las actividades propuestas y definidas en el control plan de las operaciones que se relacionan entre sí, obteniendo mejor rendimiento en el proceso de producción y cumpliendo el objetivo propuesto de alcanzar el 99% de yield.

12.1 Se agrega la revisión L y M donde nos damos cuenta de un riesgo ergonómico y buscando que continúen el manejo especial se limita la cantidad de charolas que pueden voltear para que el material se pueda meter en el equipo, además de agregar un modelo en la tabla de juego master donde ya se clasificaron las piezas por espesor y no por modelo.

L	En 3HET de HOE en item en la columna de puntos criticos en el paso 3 se agrega nota , en la columna de imagenes se actualiza la imagen #2 y se agregan imagenes para paso #2 y para paso # 3.	18-jun-24	Ing. Procesos
M	En anexo 1 se completa tabla de juego de master ( se anexa modelo 29069-66M), en master de 11MIL	26-nov-24	Ing. Procesos

Figura 16 Revisión documentada

Este cambio se le da a conocer al personal por medio de un OCN (Cambio al Proceso) donde se recolectan firmas para tener control de que todas las personas certificadas están enteradas del cambio.

Número de empleado	Nombre del empleado	Fecha de entrada	Turno que queda la Firma	SET	Firma	Comentarios
A101076	Monseñor Alejandro Tovar	December 08 2024 12:11 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1008870	Milany Obando Tovar	December 07 2024 08:20 AM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1008827	Juliana Izuel Martinez	December 07 2024 08:20 AM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1008703	Silvana Yafra Jimenez	December 06 2024 12:02 PM	A100030, Agiles Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1013304	Claudia Angélica Pinar	December 06 2024 23:27 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1012888	Katrine Hernandez	December 06 2024 15:02 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1024214	Maira Guadalupe Garcia	December 06 2024 12:04 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1008716	Maria Margarita De Soria	December 06 2024 23:30 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1028142	Mercades Lara	December 05 2024 21:15 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A0320207	Concepcion Pina	December 05 2024 20:32 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1000301	Alejo Gonzalez Cabello	December 05 2024 12:03 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1008492	Juanita Maria Mendez	December 05 2024 23:31 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1042449	Rose Emma Ubar	December 05 2024 23:31 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1015134	Sandra Sordani	December 05 2024 16:13 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A1009803	Luismila Jacqueline Buitos	December 05 2024 12:08 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1000087	Rita Daniela Lopez	December 05 2024 12:03 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A0076492	Maria Aurora Flores	December 05 2024 16:16 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A1028154	Mia De La Luz Trujillo	December 05 2024 22:26 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A1004046	Mia Gabriela Perez	December 05 2024 12:04 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A0098737	Mirella Lopez	December 05 2024 23:28 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1008110	Aldana Marcelina Guerra	December 05 2024 16:03 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A1042421	Mirella Alejandra Jimenez	December 05 2024 12:01 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A0092681	Miriam Yuliana Rojas	December 05 2024 12:23 PM	A100030, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A10091016	Luisa Janyli Escobar	December 05 2024 12:03 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1018184	Martha Cecilia Morales	December 05 2024 23:24 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1003103	Rebeca Ramirez	December 05 2024 16:30 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A0092681	Maira Guadalupe Guerrero	December 05 2024 12:13 PM	A100030, Abasco Valor Lopez	CSE	[Firma]	
A1008802	Yelena Elizabeth Ortiz	December 05 2024 22:34 PM	A100030, Maribel Martinez	CSE	[Firma]	
A1015222	Veronica Gonzalez	December 05 2024 16:30 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	
A1003870	Patricia Cortez	December 05 2024 16:18 PM	A301952, Miriam Reyes Becan	CSE	[Firma]	

Figura 17 Firmas de OCN

### 12.2 Ayudas visuales claras y de fácil acceso

Se agregan ayudas visuales al documento donde se puede consultar la manera en la que la maquina AOI detecta las piezas con leak y las piezas buenas.

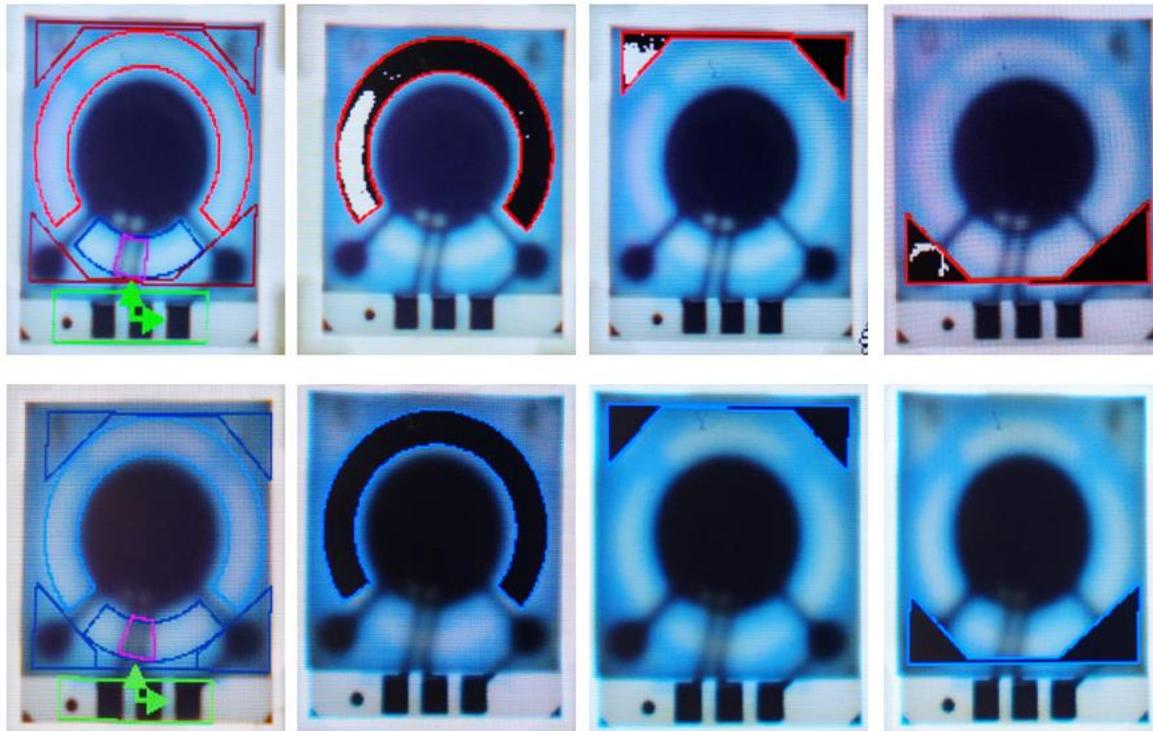


Figura 18 Ayudas visuales

### 12.3 Oportunidades de mejora en operación anterior MFG CSE 1850

Para lograr que el equipo haga una detección eficiente el nivel de dye por la determinación de brix deberá de estar entre 6.5 y 7, esto nos garantiza que las piezas que detecte el equipo están penetradas y tienen leak en alguno de los cuadrantes antes mencionados

Tabla 2 Piezas sin escape

3431	8120	2548	12401	3199	9673	8764	8749	1333	9893	2227	5790
Camara 2		Camara 2		Camara 2		Camara 2		Camara 2		Camara 2	
3346	9309	3212	11458	3845	9721	5639	9000	3698	9288	1906	7350
6668	4497	4480	6942	5102	5403	5321	5950	5884	4872	3767	3246
Camara 3		Camara 3		Camara 3		Camara 3		Camara 3		Camara 3	
6192	10749	5960	12563	6009	12122	5989	11007	6050	11997	5297	6819
5477	2449	5615	3469	5568	2318	5451	1467	5588	2136	5523	3251
Camara 4		Camara 4		Camara 4		Camara 4		Camara 4		Camara 4	
4413	7241	5218	6890	4656	7257	4627	7514	2793	7360	1017	6673
6185	8716	6058	8353	6257	9127	6094	9225	6561	9417	6568	7967
Tope 1		Tope 2		Tope 3		Tope 4		Tope 5		Tope 6	

Se realiza validación de piezas en rayos X para confirmar la capacidad del equipo ya que una vez controlado la concentración de dye, el aseguramiento del tiempo ciclo en tinas y el recubrimiento del 100% de las piezas, se tendría que validar el tamaño del leak (ancho, largo) con esto podríamos darnos una idea de la cantidad de dye que entraría a la pieza.



*Figura 19 Piezas validadas rayos x*

Con la mejora implementada y tomando como unidad de medida mensual 5 millones de piezas producidas en el equipo de AOI, se genera una ganacia de .12% en el aumento del yield del 97% al 99%, que en dólares es una cantidad de 2,100 mensuales.

## ***CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES***

### ***13. Conclusiones del Proyecto***

Durante la elaboración, realización de esta información documental y proyecto, se puede concluir que parte base de la gestión de algún proyecto debe ser, volverse parte del problema y del sistema en donde se desarrollan las actividades colindantes con este, parte fundamental fue realizar la toma de conciencia del impacto a causa de la problemática y el buscar cambiar la forma de pensar de las personas que habitualmente conviven con la problemática descrita sobre el sobre segregamiento de piezas buenas que por el enjuague mal realizado en la operación anterior se tiran, para que una vez que se tenga mente abierta abrir paso a la adecuaciones necesarias que se efectuaron con estos se efectuó un cambio positivo en la producción del material que se menciona además de imponer una forma diferente de ver las causas de esta problemática, donde, y como atacarlas.

Se adquirieron diferentes conocimientos en los cuales se destacan la manipulación de maquinaria y ajuste de esta, así como el rastreo de un defecto de manera sistemática, buscando causas raíz e implementando contenciones efectivas inmediatas, desarrollando estas actividades se pudo incrementar la facilidad de palabra y liderazgo para obtener los resultados mediante el personal.

Durante el desarrollo y desde el inicio de esta incursión profesional se tuvo un trato inmediato como personal de ingeniería, en donde se brindó capacitación y asistencia para poder desarrollar actividades importantes, se logró un acercamiento laboral prácticamente igual al de un empleado normal con la diferencia de horario pero en cuanto a las actividades y responsabilidades designadas era igual, entonces esto agrega un plus ya que básicamente se está trabajando de manera normal orientado a lo que se busca en la carrera.

## ***CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS***

#### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

En el transcurso del presente proyecto logre identificar las diferentes fases de la metodología de Deming de manera aplicada en el proceso en donde se adecue cada una de sus fases al desarrollo de este, buscando la coherencia y en donde se podía aplicar, es decir, no se siguió de forma puntual letra tras letra se buscó la flexibilidad del proyecto en donde se pudiera aplicar cada fase.

Aplice métodos estadísticos como apoyo para encontrar el defecto de mayor importancia crítica para que dentro de este proyecto se pudiera trabajar con lo más cercano a la causa raíz.

Gracias a la herramienta de captura de datos como lo es el SEE pude realizar el análisis en las variantes que arrojaba mes con mes, donde se me permitió tomar algunas decisiones con el equipo de ingeniería y me permitieron tratar de concientizar al personal que desarrolla la actividad en el equipo antes mencionado de producción con el enfoque lean para que estos mismo fueran consientes de actividades que no generaban valor al proceso y producían problemas al proceso continuo de producción, además de resaltarles que beneficios obtendrían al desarrollar sus actividades bajo este enfoque.

El enfoque a la calidad de este proyecto fue muy importante, ya que para cualquier movimiento o aplicación de algún procedimiento se buscó no afectar la calidad del material y siempre de la mano del equipo de calidad para no interferir con los requerimientos del cliente al momento de aplicar mejoras momentáneas y permanentes.

Por último, desarrolle liderazgo y trabajo en equipo, mediante el trato al personal se llevó a cabo el trato directo con el personal que producía en línea y se logró motivar y guiar para buscar la mejora en el proceso de producción, además que se buscó integrar perspectivas del equipo de trabajo colaborando con compañeros para darle enfoque claro a alguna mejora, prueba y análisis que se tuviera que implementar con el fin de desarrollar de manera correcta este proyecto.

## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **15. Fuentes de información**

## Bibliografía

EEE. (2020, julio 28). *¿En qué consiste el ciclo PDCA para la mejora continua? Escuela Europea de Excelencia.* <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2020/07/en-que-consiste-el-ciclo-pdca-para-la-mejora-continua/>

Ingenierizando. (2022, marzo 8). *Refractómetro.* Ingenierizando. <https://www.ingenierizando.com/laboratorio/refractometro/>

Isaac. (2022, septiembre 3). *Yield: qué es y cómo se calcula.* Professional Review; Miguel Ángel Navas. <https://www.profesionalreview.com/2022/09/03/yield>

*¿Qué es Inspección AOI y para qué sirve en la fabricación de circuitos impresos?* (2016, junio 10). Microensamble. <https://microensamble.com/inspeccion-aoi-sirve-la-fabricacion-circuitos-impresos/>

Sensores. (2021, junio 25). SDI Industrial. <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensores/>

*Sensores capacitivos y su impacto en la automoción moderna* . (2024, septiembre 10). InnovaciónDigital360. <https://www.innovaciondigital360.com/iot/sensores-capacitivos-que-son-y-cuantos-tipos-existen/>

(S/f). Magnaflux.mx. Recuperado el 11 de diciembre de 2024, de <https://magnaflux.mx/Productos/Ensayos-por-Liquidos-Penetrantes/Consumibles/SKL-4C.htm>

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

## 17. Anexos



**The World Depends on Sensors and Controls**  
Sensata Technologies de México, S. de R. L. de C. V.  
Av. Aguascalientes Sur 401  
Ex Ejido  
Ojo Caliente  
20190  
Aguascalientes, Ags.

Aguascalientes, Ags. 16 de Agosto de 2024.

**ASUNTO:** Carta de Aceptación  
de residencias.

**C. Jorge Ernesto Olvera Gonzalez**  
Director Del Instituto Tecnológico De Pabellón De Arteaga.

**Lic. Angie Johana Zamora Lopez.**  
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

P R E S E N T E.

Por este conducto, me permito informarle que **Patricia Santos Sandoval**. Con número de control **A191050487**, alumno de la carrera de **Ingeniería en Gestión Empresarial**, fue aceptado para realizar su Residencia Profesional en el proyecto "**Mejora de Yield en Inspección Automática de Luz.**", donde cubrirá un total de **500 horas**, durante el periodo del **Agosto- Diciembre 2024**.

**Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.**

ATENTAMENTE

A handwritten signature in blue ink and a circular stamp of Sensata Technologies. The stamp contains the text: "Sensata Technologies", "Sensata Technologies de México, S. de R.L. de C.V.", and "SEALFIRMADO".

**Lic. Diana Cedillo Torres**  
Staffing Specialist

## 18. Registros de Productos

(patentes, derechos de autor, compra-venta del proyecto, etc.).