



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de ingenierías

**PROYECTO DE TITULACIÓN**  
*[INCREMENTO DE CAPACIDAD EN MÁQUINA DE CO2]*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
*INGENIERO INDUSTRIAL*

**PRESENTA:**

*JUAN JOSE ESPINOZA CARREON*

**ASESOR:**

*ING. JAIME RODARTE MARTINEZ*



## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### 2. Agradecimientos.

Quisiera agradecer primeramente a mi asesor dentro de la empresa en Sensata Technologies de México el Ing. Víctor Jesús Saucedo Jiménez por guiarme en todo momento en el proyecto y resolver todas mis dudas, gracias por brindarme una oportunidad en un proyecto dentro de una de las líneas de producción donde trabajamos y brindamos soporte, yo bajo el cargo de Técnico de procesos y él Ingeniero de Mantenimiento.

De igual modo quisiera agradecer a mi asesor en la institución donde llevo mi educación, el Ing. Jaime Rodarte Martínez, quien me ha dado la oportunidad de llevar a cabo éste proyecto bajo su tutela, él ha sido de gran ayuda y guía en lo que llevo estudiando y en lo personal una de las mejores personas profesionistas que he conocido dentro del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

Quisiera agradecer por último a la persona más importante que está conmigo en las buenas y en las malas, en el trabajo y en la casa, mi esposa Gabriela Rivera Santillán, quien me ha ayudado y apoyado cuando en el trabajo y en el estudio me las he visto duras y siempre me ha dado buenos consejos de cómo llegar a las metas que me he propuesto hasta este momento en mi vida.

### 3. Resumen.

En el presente documento se expone la implementación de una mejora dentro de uno de los procesos en la empresa Sensata Technologies de México, en la línea de producción 17 que se encarga de la generación de sensores automotrices de acuerdo a los requerimientos de cada uno de sus clientes. La mejora está enfocada en la operación de CO2, la cual se encarga de la limpieza de sensores con este químico. A lo largo del documento se exponen herramientas de lean manufacturing y de la metodología de six sigma, las cuales ayudaron a que este proyecto se pudiera evaluar y así llegar a la mejora continua del proceso.

La problemática inicia cuando un equipo ya no puede abastecer los requerimientos por el cliente, ya que el proceso no es capaz de abastecer la cantidad de productos pedidos, la maquina solo tiene un PPH de 653 piezas y para alcanzar la meta se requiere 1030 piezas, se revisó el equipo y se pensó en realizar un rediseño, la operación tiene solo un fixture para colocar una pieza por ciclo y se convirtió en un fixture para poder colocar 4, esto haciendo que se aumentara la capacidad del proceso. De igual manera, se realizó un análisis de los desperdicios que se tienen en la operación encontrado 2 problemas: el primero un alto tiempo muerto entre cambios de modelo, para ese tiempo que es crucial en la producción se llevó a cabo la metodología como SMED; el segundo un problema que tiene el equipo cuando se para un tiempo prolongado se congela el dispensador de CO2 y por ende se tiene que abrir paro para el personal de equipo, para esto se pensó colocar un sensor de temperatura para que cuando detecte una acumulación de congelamiento y el dispensador sea auto-purgado, esto para que la maquina esté lista para producir.

#### 4. Índice.

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	2
2. Agradecimientos.....	2
3. Resumen.....	3
4. Índice.....	4
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	8
5.- Introducción.....	8
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente .....	9
Antecedente histórico .....	9
Misión .....	11
Visión.....	11
Política de calidad.....	12
Política de medio ambiente, seguridad e Higiene.....	12
Puesto del residente dentro de la empresa.....	12
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	13
8. Justificación.....	15
9. Objetivos (General y Específicos).....	15
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO .....	16
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	16
10.1 MSA (Measurement Systems Analysis).....	16
10.1.1 Ejemplo de MSA (Measurement Systems Analysis).....	160
10.2 Diarama de pareto.....	162
10.2.1 Ejemplo de diarama de pareto .....	165
10.3 Estratificacion.....	167
10.3.1 Ejemplo de estratificacion .....	169
10.4 SMED .....	165
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	400
11. Procedimiento y descripción de actividades realizadas.....	400
Tabla 5 Cronograma de actividades. FUENTE: Elaboración propia .....	400
11.1 Realización de cotización de dispensador de 4 vías .....	411
11.2 Realización de cotización de control de temperatura .....	422

CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	503
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	644
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	655
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACION .....	666
CAPÍTULO 9: ANEXOS.....	667

Lista de Tablas

Tabla 1. Ejemplo de Pareto.....	23
Tabla 2. Ejemplo de Pareto.....	25
Tabla 3. Ejemplo de datos para estratificación.....	30
Tabla 4. Ejemplo de datos para estratificación.....	31
Tabla 5. Cronograma de actividades.....	39
Tabla 6. Tiempos tomados entre un cambio de modelo.....	48
Tabla 7. Tiempos tomados entre un cambio de modelo.....	48
Tabla 8. Tiempos tomados entre un cambio de modelo.....	49
Tabla 9. Tiempos tomados entre un cambio de modelo.....	49
Tabla 10. Mejoría en los tiempos muertos .....	53
Tabla 11. Producción mensual del año en curso .....	63
Tabla 12. Producción mensual del año en curso .....	63

## Lista de figura

<i>Figura 1. Principales productos de Sensata.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Principales productos de Sensata.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. Diagrama de Pareto de principales defectos.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4. Ejemplo de Diagrama de Pareto .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5. Ejemplo de diagrama de Pareto.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6. Ejemplo de datos para estratificación .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7. Ejemplo de datos para estratificación .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8. Ejemplo de datos para estratificación .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9. Ejemplo de datos para estratificación. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10. Compra de dispensador de 4 vías .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 11. Compra de dispensador de 4 vías. ....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 12. Cotización y compra de controlador de temperatura.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 13. Cotización y compra de controlador de temperatura.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 14. Cotización y compra de controlador de temperatura.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 15. Cotización y compra de controlador de temperatura.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 16. Manifold de CO2 para válvula de 4 vías. ....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 17. Base para carga de sensores .....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 18. Base para carga de sensores... ..</i>	<i>45</i>
<i>Figura 19. Base para carga de sensores. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 20. Toma de paso a paso para SMED.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 21. Antes y el después de la primera actividad para el SMED.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 22. Cambio de modelo antes. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 23. Estandarización de herramental.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 24. Estandarización de herramental.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 25. Condensación de la máquina.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 26. Controlador de temperatura. ....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 27. PLC de la maquinaria.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 28. PLC de la maquinaria.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 29. Accionamiento de Autopurga de maquina.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 30. CPK Donde muestra el antes del proceso. ....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 31. Muestra el cambio de válvulas realizadas.....</i>	<i>57</i>

<i>Figura 32. CPK realizado después de la mejora del proceso.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 33. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 34. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 35. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 36. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 37. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 38. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 39. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 40. Resultado del MSA generado. ....</i>	<i>62</i>

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

### **5.- Introducción**

En el presente documento veremos un problema muy habitual en la industria automotriz, como lo es la falta de capacidad de producción para abastecer las necesidades de los clientes, ya que éstos requieren una cierta cantidad de sensores dentro de cada uno de sus pedidos, sin embargo a veces el proveedor no puede llegar a esta meta puesto que su proceso no es capaz de abastecer dichas necesidades, para ello el proveedor tiene que evaluar las problemáticas que existen dentro de sus operaciones y ver posibles soluciones, esto para no perder al cliente. Dichas soluciones son desarrolladas por medio de herramientas para la eliminación de los desperdicios, como lo son herramientas lean manufacturing, éstas juegan un papel importante si de eliminación de desperdicios se trata, ya que esto es muy habitual en las grandes empresas, como lo es en el caso de Sensata Technologies de México. Muchas de las ocasiones, los problemas los podemos resolver de una manera fácil y sin necesidad de costos elevados, solo es saber identificar de manera adecuada que le está afectando al proceso y de este modo llegar a la causa inicial del problema, pudiendo así realizar acciones de mejora y dar seguimiento continuo. Dentro del documento se expone un caso en la empresa Sensata Technologies de México, cuál fue su problemática implementando herramientas lean y algunas six sigma y como se llegó a la solución del problema para lograr el requerimiento de sensores esperado por el cliente.

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

### Antecedente histórico

El nombre Sensata viene de la palabra latina sensate, que significa "aquellos dotados con sentido". Como complemento a nuestro negocio y nombre, el logo está inspirado en el sistema Braille, el sistema de escritura basado en el tacto.

Sensata inicia operaciones en el año de 1984, y hoy en día es el principal proveedor del mundo de sensores y controles en una amplia gama de mercados y aplicaciones.

Entró a la protección para motores eléctricos en 1931. Más tarde, en 1959 fue comprada por Texas Instruments hasta que en el año 2006 toma el nombre de "Sensata Technologies de México".

Es una compañía respaldada por más de cien años de historia y cuenta con más de 20 plantas alrededor del mundo, entre ellas se destacan dentro de nuestro país: Aguascalientes, Mexicali y Matamoros. En el mundo: Brasil, República Dominicana, Estados Unidos (Arizona, Indiana, Maryland, Massachusetts, Minnesota, Tennessee, Virginia, Washington), China, India, Japón, Corea, Malasia, Bélgica, Bulgaria, Inglaterra, Francia, Alemania, Holanda, Irlanda del Norte y Polonia.

Actualmente tan solo en planta Aguascalientes cuenta con un aproximado de 4 700 personas laborando dentro de la industria.

### Principales clientes

Algunos de los clientes de sensata son:

- GM
- FORD
- NISSAN,
- AUDI
- VW
- BMW
- CONTINENTAL
- JOHN DEERE
- CATERPILLAR
- CHRYSLER,
- VOLVO
- HONDA
- KIA
- RENAULT
- LAND ROVER
- HYUNDAI

Principales productos de sensata

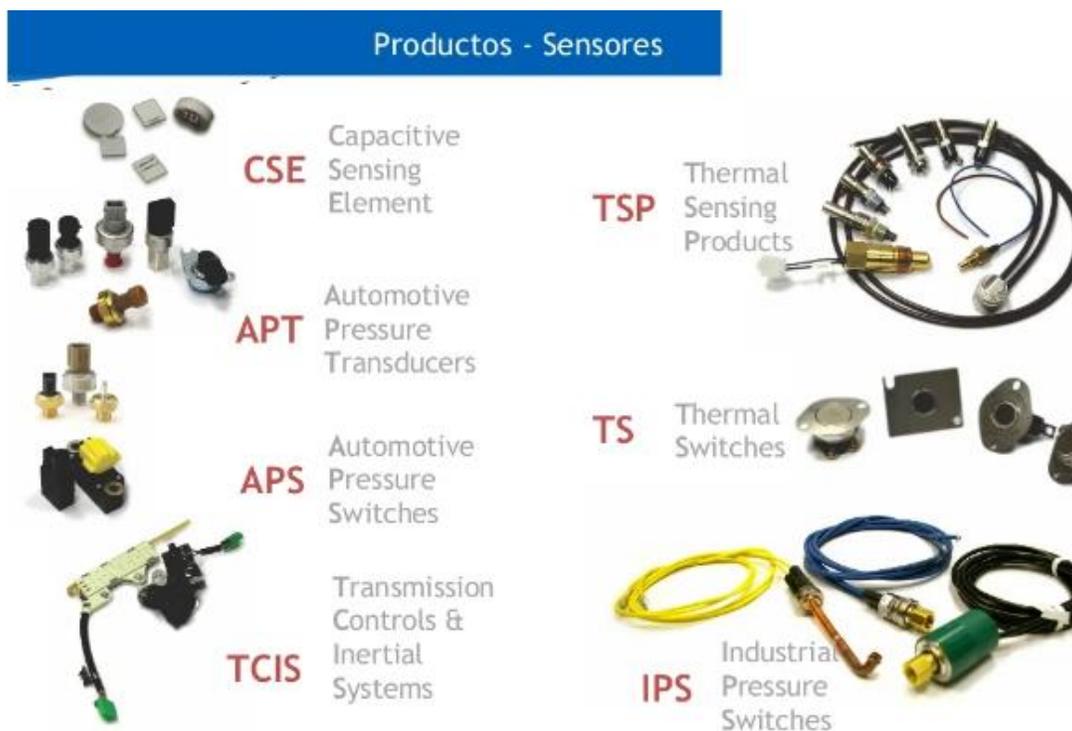


Figura 1: Principales productos Fuente: Sensata Technologies, 2022.



Figura 2: Principales productos Fuente: Sensata Technologies, 2022.

Misión

Generar el máximo valor posible para Sensata, nuestros clientes, nuestros socios y nuestra gente, alcanzando consistentemente resultados de excelencia en calidad, entrega y lanzamiento de nuevos productos, apoyados en un equipo ganador y respetuoso de nuestro medio ambiente.

Visión

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

### Política de calidad

Lograremos la excelencia en los negocios:

- ✓ Fomentando y requiriendo la participación activa de cada empleado de Sensata
- ✓ Entendiendo a nuestros clientes y cumpliendo con sus requerimientos
- ✓ Mejorando continuamente nuestros procesos, productos y servicios.

### Valores

- ✓ Integridad
- ✓ Inspirar y desarrollar a otros
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Pasión

### Política de medio ambiente, seguridad e Higiene

Las plantas de ensamble y prueba de sensores y controles de Sensata Technologies de México S. de R.L. de C.V., están comprometidas a conducir sus negocios de tal manera que aseguren la prevención de la contaminación, la protección al medio ambiente y a sus empleados.

### Puesto del residente dentro de la empresa

El C. Juan José Espinoza Carreón se encuentra en el área de procesos de manufactura en los negocios de APT PT1, APT PT2 y APT AC desempeñando el cargo de Técnico de procesos para solución de problemas, optimización de los procesos y aseguramiento de calidad de los productos de nuestros clientes.

## 7. Problemas a resolver, priorizándolos.

En la máquina de CO<sub>2</sub> (sistema de limpieza de dióxido de carbono) de la línea 17 de sensores automotrices del negocio APT2 de sensata, se tiene un problema con la capacidad de producción de los productos realizados en esta línea. Originalmente por la máquina se producían únicamente 3 modelos para algunos de los clientes que tiene la empresa, pero con el paso del tiempo se fueron incorporando nuevos productos, por lo que ahora se corre un total de 10 modelos por ésta operación, lo cual, complicó la producción y el abastecimiento ya que la máquina cuenta con la capacidad de una sola pieza por ciclo y fue hecha exclusivamente para los clientes que se tenían en su debido momento. La operación cuenta con un PPH de 653 piezas, pero ahora se requiere un PPH de 1030 piezas para proyectar la meta requerida por los clientes. Ya que es de suma importancia tener la cantidad requerida para los clientes para no parar su producción, la industria de sensores y controles se encuentra en una etapa de gran crecimiento debido al incremento en la demanda de sensores por sus aplicaciones en sistemas eléctricos automotrices. Por ello es necesaria la creación e innovación en nuevos sensores que satisfagan las demandas actuales, todo producto va mejorando día con día y los proveedores se tienen que ir adaptando a las circunstancias y demandas de sus clientes con el fin de brindarles un buen servicio de alta calidad cumpliendo sus expectativas.

En la máquina se han detectado algunas anomalías por exceso de tiempos muertos los cuales han estado afectando al no poder cumplir la meta esperada para los clientes requeridos, de acuerdo a los datos obtenidos mostrados en la Figura 3 de nuestro informe, se muestra que el mayor contribuidor es al cambio de modelo al tener tiempos muertos muy elevados, este es un problema que lleva como proceso revisar la documentación para verificar el modelo que se va procesar, realizar paro de notificación para cambio de modelo, dirigirse al área asignada de entrega de herramientas, cuya línea de producción se encuentra dentro de un cuarto limpio y el área de herramientas se encuentra fuera de éste.

Otro problema es que la máquina sufre una condensación, esto ocurre cuando se para el equipo y se deja de utilizar algunos minutos, esto normalmente pasa entre cambios de

turno, el operador para 5 minutos antes de finalizar su hora laboral y entrega al siguiente personal, al momento de iniciar la siguiente jornada la máquina cuenta con acumulación de hielo en la boquilla que dispensa el CO2, para esto, el operario tiene que abrir paro para personal técnico para que éste le realice la limpieza necesaria y así continuar produciendo.

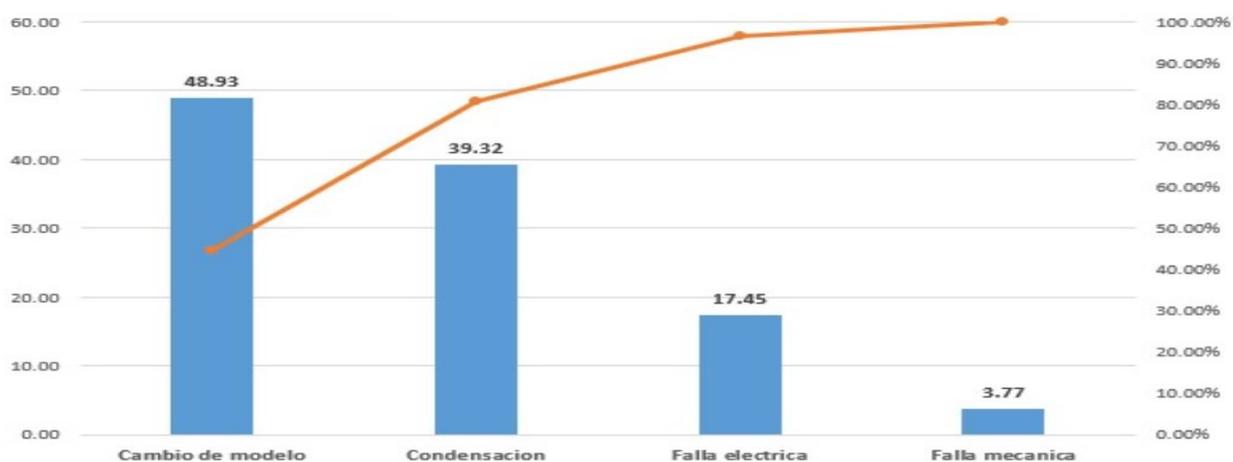


Figura 3 Diagrama de Pareto de principales defectos. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se puede observar, los factores que más contribuyen dentro de la problemática son “Cambio de modelo” y “Condensación”, por lo que se ha decidido enfocar el proyecto a minimizar estas dos variables, aumentando así la productividad dentro de la operación, ya que ésta es un punto muy importante dentro de la empresa para así poder satisfacer las necesidades de los clientes.

## 8. Justificación

La industria de sensores y controles se encuentra en una etapa de gran crecimiento debido al incremento en la demanda por sus aplicaciones en sistemas eléctricos automotrices. Por ello es necesaria la innovación en nuevos sensores que satisfagan las demandas actuales del mercado de manera que las maquinas se tienen que adaptar a las circunstancias para poder llegar a cumplir con la petición requerida por los clientes. Todo nueva mejora o adaptación de la maquina requiere ser validado para garantizar el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el comprador.

Para lograr la validación de esta nueva mejora, se utilizó la planeación avanzada de la calidad, con el propósito de cumplir con los requerimientos que el cliente solicitó.

La introducción de esta mejora aumentó la productividad de la línea 17, ya que se espera que la demanda anual de 600,000 unidades suba a 1, 500,000, esto quiere decir que su incremento es de 900,000 unidades anuales de acuerdo a los últimos estudios realizados por marketing interno, cada sensor cuesta un aproximado de 6.00 USD, por lo que se tendrá una ganancia de 5, 400,000 USD aproximadamente.

La empresa otorgó un financiamiento de 5,000 dólares para el requerimiento de herramientas y equipo necesario para mejorar la máquina y que pueda llegar a la meta requerida.

## 9. Objetivos (General y Específicos)

- Abastecer al 100% la cantidad de unidades requeridas por cada cliente.
- Reducir el tiempo de cambio de modelo a menos de 10 minutos.
- Eliminar los tiempos muertos por limpieza del dispensador y poder evitar la condensación de la maquinaria

## CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

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

#### 10.1 MSA (Measurement Systems Analysis)

Para el desarrollo de éste proyecto se llevó a cabo la investigación respecto a El Manual MSA desarrollado por la AIAG, el cual trabaja con sistemas de medición, siendo éstos el conjunto de instrumentos o gauges, operaciones, métodos, patrones, dispositivos, software, personal, medio ambiente, etc para cuantificar una unidad de medida y/o preparar la evaluación de una característica o propiedad a ser medida.

Dentro de la Industria de Manufactura, la variabilidad es inevitable en los Procesos y en los Productos.

Para garantizar que el proceso y el producto se ajusten a las especificaciones es importante el papel que cumple la calidad de Manufactura y así, asegurar que toda variabilidad se encuentre dentro de las tolerancias aceptables a través de la medición y la recopilación de datos

Esta herramienta es un estudio estadístico formal para determinar si sus sistemas de medición, conformado por dispositivos de medición y personal de producción de una área, este sistema también puede ser realizado de forma individual a cada uno de esos elementos, estos estudios son capaces de proporcionar datos confiables para así poder tomar una mejor decisión con base a datos. El estudio MSA es utilizado para datos continuos este estudio se le llama Gage R&R, esta herramienta es utilizada para la toma de datos discretos se denomina por atributos, esto quiere decir que no se manejan números solo bueno y malo.

Llevando a cabo una investigación respecto al tema se puede concluir, que, no se puede saber de manera directa si un sistema de medición proporciona una medición precisa y con exactitud. Cuando se realiza la medición de un objeto, el resultado que arroja el sistema de medición viene de la variación natural en el objeto más la variación en el sistema de medición, y algunas otras variables que afectan la toma de datos en menor medida.

A continuación, se presenta un ejemplo de un estudio MSA, de acuerdo a la investigación que se llevó a cabo. Tomando como ejemplo una báscula. Como se sabe, este instrumento funciona midiendo la variación del peso observado. Si la proporción de variación de la báscula es discriminativa, se puede concluir que la variación observada en el peso registrado se debe realmente al cambio de peso y no al rendimiento de la báscula. Si la proporción de la variación total debida a la báscula es alta, entonces se deberá comprar una nueva báscula.

Un estudio de MSA deberá evaluar la medición desde las siguientes perspectivas:

**Repetibilidad:** la cual nos dice que un sistema de medición es repetible cuando el mismo sujeto mide el mismo objeto varias veces con el mismo dispositivo y obtiene los mismos resultados.

**Reproducibilidad:** asegurando que un sistema de medición es reproducible cuando distintas personas realizan la medición del mismo objeto varias ocasiones con el mismo dispositivo obteniendo los mismos resultados.

**Estabilidad:** como su nombre lo dice, un sistema de medición llega a ser estable cuando la variación se mantiene constante a lo largo del tiempo.

**Sesgo:** éste ocurre cuando se tiene una tendencia unidireccional del sistema de medición.

**Linealidad:** esta variante señala que tanta exactitud tienen las mediciones de un instrumento en todo el rango esperado de las mediciones.

**Discriminación o resolución:** siendo éstas la cantidad de referencia que un instrumento es apto de detectar e indicar.

Un estudio de MSA tiene 3 beneficios:

- ✓ Se podrán tomar mejores decisiones basadas en datos confiables y de esta manera se tendrá la seguridad de comprensión hacia los clientes y los procesos llevados a cabo y de esta manera se podrán optimizar los resultados de la organización.
- ✓ Se percibirán las variaciones pequeñas durante el proceso. Y así poder intervenir si es necesario, y tomar medidas para eliminar los aspectos negativos o poner en práctica algo positivo.
- ✓ El estudio realiza una medición de desempeño del proceso validándolo tanto de forma científica como estadística. El MSA permite tener un cierto grado de confianza en su sistema de medición, llegando así a tener una conclusión de cualquier afirmación que tenga sobre los datos y poder tener un respaldo científico y estadístico comprobado.

Tomando como referencia el concepto del MSA determinándolo como fácil de entender, se puede decir que son más complicados y complejos de entender y aplicar Los Estudios Estadísticos actuales, los Gage R&R y los Análisis Conforme a Atributos.

El MSA otorga herramientas para evaluar el sistema de medición y mejorarlo si es necesario y llevar a cabo la toma de decisiones basadas en datos confiables.

Es necesario identificar a detalle cómo trabajan los procesos y tener confianza en los resultados que arrojan las mediciones. La empresa y sus respectivos Clientes necesitan tener sistemas de medición con capacidades similares en caso de medir el producto durante la inspección de recibo, para de esta manera descartar la posibilidad de que procesos entreguen productos defectuosos y lleguen al consumidor final.

Un estudio de MSA es una actividad científica y estructurada para la cual requiere disciplina y planificación. De acuerdo a la investigación realizada existen 3 mejores prácticas al realizar un MSA:

- ✓ Definir de forma correcta y clara los parámetros y resultados deseados del estudio.
- ✓ Eliminar cualquier sesgo externo que pueda afectar al estudio.
- ✓ El MSA nunca debe ser un evento único este debe de realizarse de forma planificada y periódicamente de acuerdo a un plan.

Los sistemas de medición con el tiempo deberán de presentar una variación de igual manera el equipo o la maquina se irá desgastando y existirán desplazamientos. Para esto existen las calibraciones de estos que también se deben de realizar periódicamente. Los equipos deben recalibrarse con una frecuencia determinada para garantizar que haya un nivel de confianza. El personal de producción también sufrirá un cambio con el tiempo, las personas están vulnerables a cansarse, en esto influyen varios factores del medio ambiente como lo es el ruido la iluminación, la vibración, también como algunos otros factores como lo es si el personal recién inicia su turno de trabajo o si regresa de tomar sus alimentos, el estado de ánimo del personal y las distracciones también influyen, o la rotación de personal también influye no es lo mismo realizar un estudio a un personal que es de nuevo ingreso a una persona que tiene más años en la empresa, ya que la persona que tiene más antigüedad conoce más criterios de aceptación que la de nuevo ingreso.

*Plexus international. (2020). Análisis de los sistemas de medición Recuperado el 17 de mayo de 2020, de <http://plexusintl.com/mx/blog/que-es-msa/>*

### 10.1.1 Ejemplo de MSA

A continuación en base a la investigación se da a conocer un ejemplo de un estudio en la industria, se dan a conocer puntos claves para la mejora del proceso y el resultado al que se llegó con la ayuda de esta metodología.

El estudio fue realizado en la industria DANA CV COMPONENTES empresa conocida, él estudio se realizó para certificar a la empresa en las normas internacionales de calidad área el sector automotriz. Para esto el personal elaboró una serie de pasos en donde realizó un estudio de MSA al personal involucrado de la empresa, realizando la evaluación a su personal de producción.

El proceso fue realizado en 4 etapas que son las siguientes:

- ✓ En la etapa 1 del proyecto, se realizó un análisis de cuestiones de grado de implementación para el MSA, para esto se tuvo que llevar una agencia auditora, de la cual se tomaron medidas. Se realizó una capacitación por parte de una consultoría en la implementación del MSA. También en esta etapa de la investigación se definió qué tipo de programa se iba a utilizar para poder llevar los datos estadísticos del proceso. Se realizó la investigación de los instrumentos que se encontraban declarados en los planes de control de la empresa esto para darle prioridad de estudios.
- ✓ En la etapa 2 En esta etapa se dio a conocer al personal de la planta se concientizo sobre la importancia de éste estudio y como es de gran utilidad. Se dio una capacitación al personal involucrado de la empresa por el personal de calidad, manufactura, y algunos analistas de laboratorio de calibración sobre la metodología del MSA e ISO/TS 16949-IATF 16949.
- ✓ En la etapa 3 Se realizaron procedimientos estandarizados para cada uno de los estudios, Además se definieron cuales iban hacer los criterios para los tipos de instrumento de medición correspondientes para cada estudio. De acuerdo a la revisión de diseños de los números de parte por cada cliente.

- ✓ En la tapa 4 se realizó la capacitación para la norma ISO/TS 16949-IATF 16949 En donde se le explicó al personal de producción punto a punto de la norma y lo que se debería de cumplir para ser acreedores de una certificación. La capacitación sirvió para saber que todos los instrumentos declarados en el plan de control debe ser sometidos a un análisis y deben de ser revisados periódicamente.

De acuerdo a la investigación se realizó el MSA, el cual fue por variables para poder medir los instrumentos de medición que arrojen como lo son vernieres, micrómetros de la empresa. El estudio fue realizado en varios pasos de los cuales son los siguientes:

- ✓ Se tomaron todos los instrumentos que requieren para el número de parte que se estaba produciendo en ese momento en la línea.
- ✓ Se realizó el formato para el registro de los datos.
- ✓ El personal procedió a notificar al supervisor que se tenía que hacer dicho estudio R&R.
- ✓ Se tomaron al personal de producción titular y se les informó que tenían que hacer un estudio para determinar si existe una variación entre su método de inspección y la variación del instrumento.
- ✓ Se realizó la selección de las piezas para realizar el estudio y se marcaron para tomar esa referencia de medición.
- ✓ Para llevar a cabo el estudio fue necesario que 2 operadores midieran 10 piezas en 3 repeticiones.
- ✓ Después se anotaron los datos en el formato para estudios de variables.
- ✓ Se procedió a realizar la captura de los datos obtenidos e hizo la evaluación de este.

La finalidad del proyecto fue la certificación de la empresa dentro de la norma automotriz ISO/TS 16949 por medio de los estudios de MSA, El resultado fue que se logró satisfactoriamente la certificación, evaluada por la empresa TUV de México.

La empresa obtuvo este certificado un 90% de confiabilidad en el estudio.

Los estudios de MSA en fábricas de manufactura son de suma importancia ya que si se tiene un sistema confiable se podría reducir de manera significativa la variación en los procesos de producción.

*Implementación de MSA. José Luis Guerrero Álvarez (2022). Recuperado el 29 de Noviembre de 2022, de <http://docplayer.es/17041052-Implementacion-de-msa-jose-luis-guerrero-alvarez.html>*

### 10.2 Diagrama de Pareto

Pareto dijo que el 80% de las consecuencias es el 20% de las causas de una organización, es decir, son cosas que pasan en el mismo proceso y que tenemos que atacar. Este diagrama ha sido de suma importancia para resolver problemas para priorizar cuales se tienen que atacar y así poder ir eliminando los problemas durante el proceso y hacer que no vuelvan a reincidir.

Algunas ventajas y desventajas pueden ser las siguientes:

Ventajas:

- ✓ Permite resaltar esos aspectos de mejora tendrán más impacto y optimizar el proceso.
- ✓ Da una visión hacia los problemas y así poderlos priorizar de forma más sencilla y rápida.
- ✓ El diagrama de Pareto nos ayuda a también ver las causas que no son tan relativas pero que pueden ayudar a disminuir los problemas más urgentes.
- ✓ Su método de gráficos controlados ayuda a que los miembros del equipo puedan distinguir los problemas y continuar con la mejora continua.

### Utilidades:

- ✓ Ayuda a detectar cual es la causa potencial del problema y también las menos importantes del problema para poder poner prioridades.
- ✓ Decir por medio del grupo multidisciplinario a llevar el objetivo en mente y optimizar los esfuerzos llevados para la mejora.
- ✓ Hacer énfasis en las mejoras obtenidas por medio de los datos obtenidos en diferentes momentos del proyecto.
- ✓ El diagrama es utilizado para investigar efectos, como analizar causas.
- ✓ Llegar a una solución por los miembros del equipo sus causas y efectos que puedan llevar durante el proyecto.

Para la elaboración de un diagrama de Pareto es indispensable realizar lo siguiente:

- ✓ Seleccionar los datos.
- ✓ Agrupar los datos.
- ✓ Agrupar por categorías
- ✓ Tabular los datos, comenzar por la categoría que contenga más elementos y siguiendo en orden descendente, realizar el cálculo de frecuencias, como lo muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Ejemplo de Pareto recuperado de: Rolandocabrerallibuy, P. (2021, abril 26). Diagrama de Pareto ejemplo. Herramientas Lean. <https://www.herramientaslean.com/diagrama-pareto/>

C1-T	C2	C3	C4-T	C5-T
Categoría	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa unitaria	Frecuencia relativa acumulada
Reponer papel	56	56	30,60	30,60
Requiere limpieza	35	91	19,13	49,73
Falta toner	25	116	13,66	63,39
Papel atascado	23	139	12,57	75,96
Maquina averiada	19	158	10,38	86,34
Reponer toner	16	174	8,74	95,08
Apoyo tecnico	9	183	4,92	100,00

- ✓ Realizar el diagrama de Pareto.
- ✓ Representar el gráfico de barras.
- ✓ Delinear la curva acumulativa.
- ✓ Identificar el diagrama. Con los datos del problema
- ✓ Realizar un análisis del diagrama de Pareto.

Por medio del análisis obtenido se puede ver cuáles son las posibles causas del problema y poderlas atacar como lo es mostrado en la figura 4.

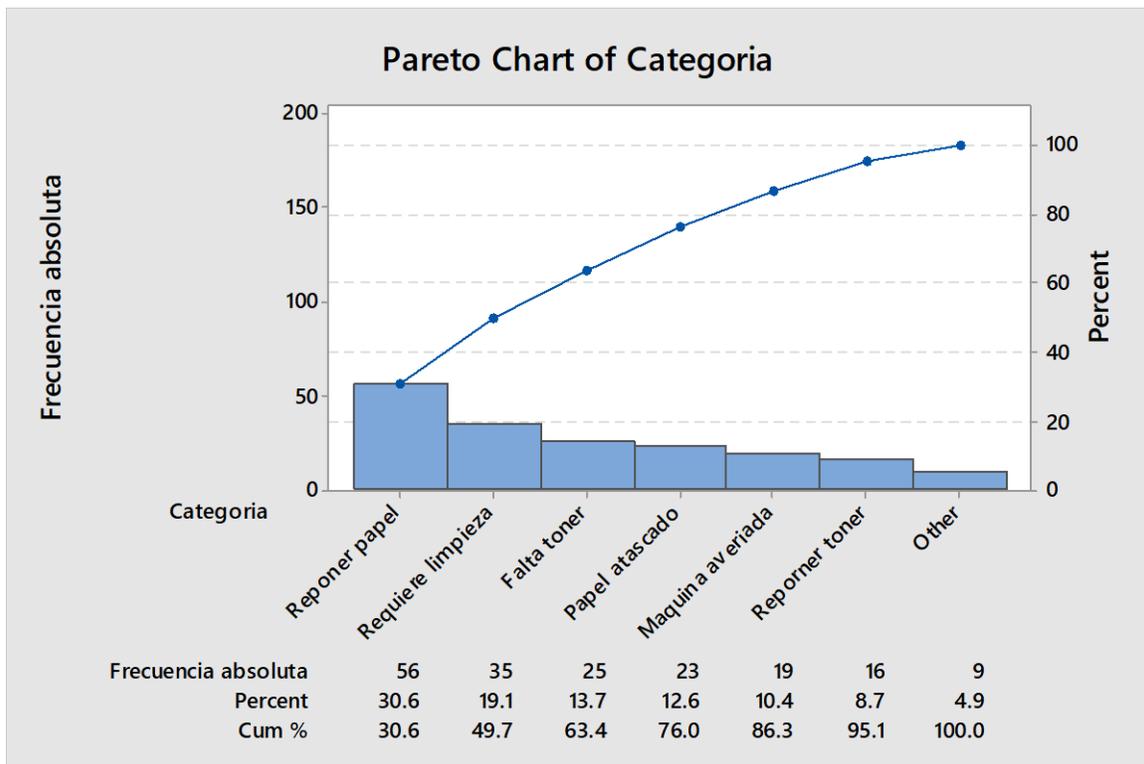


Figura 4 Ejemplo de Diagrama de Pareto. Recuperador de: Rolandocabrerallibuy, P. (2021, abril 26). Diagrama de Pareto ejemplo. Herramientas Lean. <https://www.herramientaslean.com/diagrama-pareto/>

En el anterior diagrama (Figura 4) se puede observar como los problemas reponer papel tiene un 30.6% y el mayor problema de ahí le sigue requiere limpieza tiene un 19.1% y el tercer problema la falta de tóner contiene un 13,7%.

### 10.2.1 Ejemplo de diagrama de Pareto

A continuación se da un ejemplo de un diagrama de Pareto de acuerdo a la investigación que se realizó.

Un inspector realiza trabajos para un fabricante de ropa, al hacer una investigación de las fuentes de defectos para definir las prioridades para la mejora continua del negocio. El inspector realiza una asignación de número y tipo de defectos en el proceso, como lo muestra en la siguiente tabla (Tabla 2).

Tabla 2 Ejemplo de Pareto recuperado de: Rolandocabreralibuy, P. (2021, abril 26). Diagrama de Pareto ejemplo. Herramientas Lean. <https://www.herramientaslean.com/diagrama-pareto/>

Defecto	Cantidad de veces que se repite	Costo unitario	Costo total del error
Falta de boton	217	0,17	36,89
Hilo flojo	67	0,89	59,63
Tejido mal alineado	18	5,12	92,16
Defecto de tejido	23	4,89	112,47
Error en puntadas	112	1,89	211,68
Error de dobladillo	43	4,23	181,89

Se realiza la evaluación del diagrama de Pareto obteniendo los siguientes datos, mostrados en la figura 5.

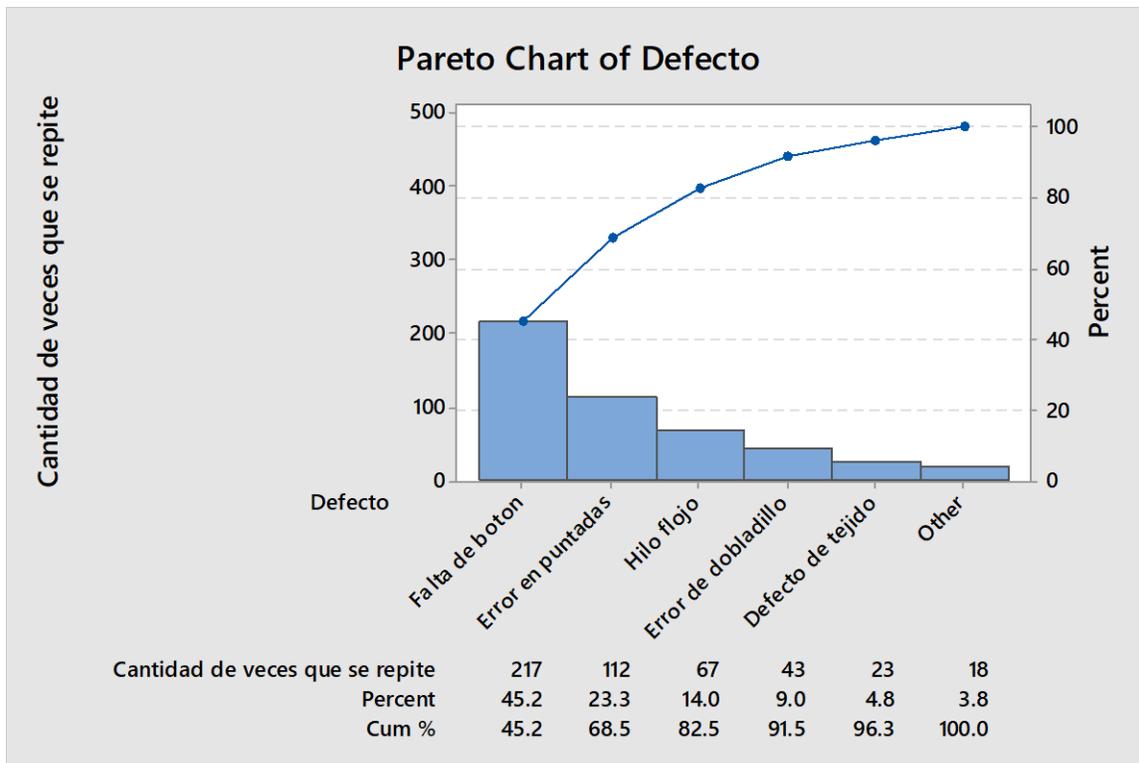


Figura 5 Ejemplo de Pareto. Recuperador de: Rolandocabrerallibuy, P. (2021, abril 26). Diagrama de Pareto ejemplo. Herramientas Lean. <https://www.herramientaslean.com/diagrama-pareto/>

En el análisis se observa como las columnas de defectos ordenadas de mayor a menor, y se observa el porcentaje de mayores contribuidores del problema que son los tres primeros problemas que absorben el 20% de las causa raíz.

Diagrama de Pareto ejemplo. Herramientas Lean.(2021). Recuperado el 26 de Abril de 2021, de <http://www.herramientaslean.com/diagrama-pareto/>

### 10.3 Estratificación

Para realizar la estratificación se requiere entender el principio del diagrama de Pareto, existen problemas vitales que son originados por causas específicas, para realizar esto es necesario identificarlos mediante análisis específico, analizar la estratificación o clasificación de datos. Estratificar es analizar los problemas, quejas, fallas o datos, clasificándolos de acuerdo con los factores que pueden ser los causantes del problema, con la finalidad de mejorar el proceso.

Esta herramienta estadística es muy común de que se aplique en las herramientas de Ishikawa y al mismo tiempo, tiene aplicaciones directas. Este método se realiza al dividir el conjunto de los datos que están en el problema contra el subconjuntos.

Se realiza la división de los datos de diversos factores que son identificados en el momento de obtener los datos.

Una ventaja de esta metodología es poder comparar las características de una población contra estas mismas, de no ser iguales, estas deben de ser encontradas, corregidas y eliminadas.

Este método es la base para que las herramientas de control de calidad como Pareto, sean de utilidad para las demás herramientas, como los histogramas gráficos de control y dispersión. Este método también se puede aplicar cuando se realiza un estudio de la relación entre dos variables a esto se le llama diagramas de correlación.

A continuación, se presentan algunos puntos que se deben de revisar para poder realizar el método.

- ✓ Cuando las variables provienen de varias fuentes o condiciones como proveedores turnos días de la semana turnos del personal.
- ✓ Revisar los datos antes de comenzar la captura.
- ✓ Para analizar los datos, se requiere que los datos sean separados para poder evaluarlos.
- ✓ Una vez que los datos son obtenidos con las herramientas, se deberá de revisar que los patrones obtenidos esto para tomar decisiones.

Existen tres tipos de técnicas de estratificado y de estratificación, estas son las siguientes:

- ✓ Muestreo estratificado optimo
- ✓ Muestreo estratificado uniforme proporcional
- ✓ Muestreo estratificado uniforme

A continuación, se presentan algunas de las ventajas de esta metodología:

- ✓ Permite separar la causa de un problema, e identifícala al grado de ver ciertos factores en el resultado.
- ✓ El método puede ser acompañada de varias herramientas de calidad, uno de las presentaciones de este método más usual es el histograma.
- ✓ Hace énfasis en la comprensión de un problema resulta más completa.

A continuación se muestran los pasos de la metodología.

1. Definir el problema o característica que se va revisar.
2. Representar los datos más relativos de dicho problema.
3. Seleccionar los datos con los que se van hacer evaluados.
4. Clasificar los datos en función que los factores que vayan a realizarse.
5. Realizar el grafico de cada grupo de datos. Se pueden utilizar histogramas o el análisis de Pareto.
6. Realizar la comparación de grupos de datos para observar si existen diferencias significativas entre grupos.

A continuación se presentan los pasos de la metodología.

- ✓ Realizar la identificación de las causas que tienen un mayor impacto de la variación.
- ✓ Realizar el análisis de manera más detallada de los resultados por grupos de datos, lo cual ayudara permitirá de una manera más eficiente encontrar las causas del problema y poder establecer acciones correctivas para el problema.
- ✓ Analizar las diferencias entre los promedios y la variación que existe entre estas, y tomar medidas contra la diferencia que pudiera afectar el problema.

Herramienta para el control de calidad. (2013). Recuperado el 28 de Octubre de 2013, De <http://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-controlcalidad/estratificación-herramienta-control-calidad>.

### 10.3.1 Ejemplo de estratificación dentro de la industria.

A continuación se presenta un ejemplo en base a la investigación que se realizó. En una empresa se requiere realizar la observación del comportamiento de unos ingresos de un negocio por un año de proceso. El personal del negocio realizo la recolección de datos En base a los ingresos anuales de los canales de comercialización en los cuales se presentan porcentajes de ingresos por cada canal y el acumulado de estos como es mostrado en la tabla 3.

Tabla 3 Ejemplo de estratificación. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

Canales de comercializacion	Ingresos	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Supermercados	265	17	17
Mayoristas	255	17	34
Tiendas propias	250	16	51
Tiendas de barrio	233	15	66
Persona a persona (kits)	186	12	78
Internet	154	10	89
Droguerías	99	7	95
Otros	75	5	100

Después se realizó el gráfico para verificar cuáles son los mayores contribuidores, como es mostrado en la figura 6.

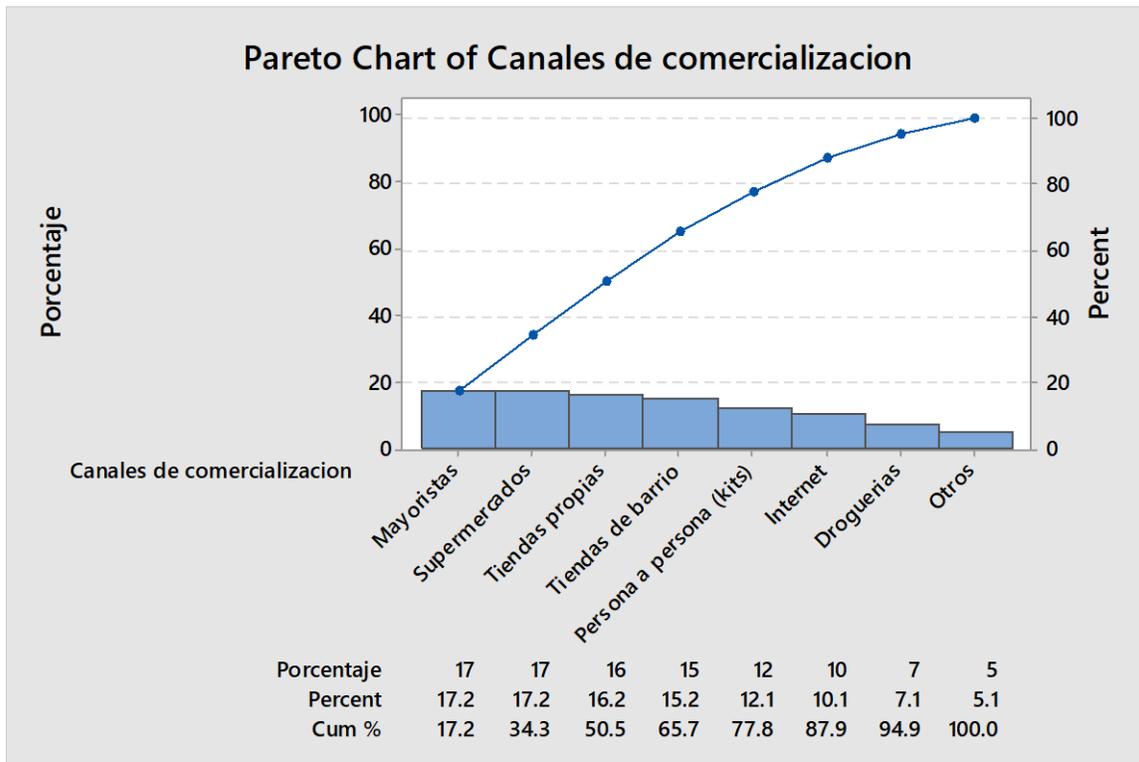


Figura 6 Ejemplo de datos para estratificación. Recuperador de: <https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

Realizando la revisión del diagrama se encontraron 3 mayores contribuidores del problema, Mayoristas, supermercados y tiendas propias.

Se realizó la clasificación de los datos obtenidos estratificados, en este caso las líneas de negocio. Como es mostrado en la tabla 4 no se tomó ningún dato, pues se ha trabajado con el 100% de los ingresos variable.

Tabla 4 Ejemplo de datos para estratificación. Recuperado de:

<https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

Canales de comercialización	Ingresos de salud	Porcentaje 1	Ingresos de higiene	Porcentaje 2	Ingresos de hogar	Porcentaje 3
Supermercados	186	35	52	9	27	6
Mayoristas	48	9	65	11	142	34
Tiendas propias	87	17	106	18	57	14
Tiendas de barrio	4	1	90	16	139	33
Persona a persona (kits)	41	8	123	21	22	5
Internet	97	18	31	5	26	6
Droguerías	50	10	49	9	0	0
Otros	12	2	57	10	6	1

Se realizó un diagrama de dispersión para revisar el comportamiento de los ingresos, pero ahora la evaluación de todos los canales para compararlos, donde vemos que todos los ingresos de los canales fueron en descenso como es mostrado en la figura 7.

A continuación se muestran los ingresos por separado entre cada uno de los canales con diagramas de Pareto (figura 7, figura 8 y figura 9).

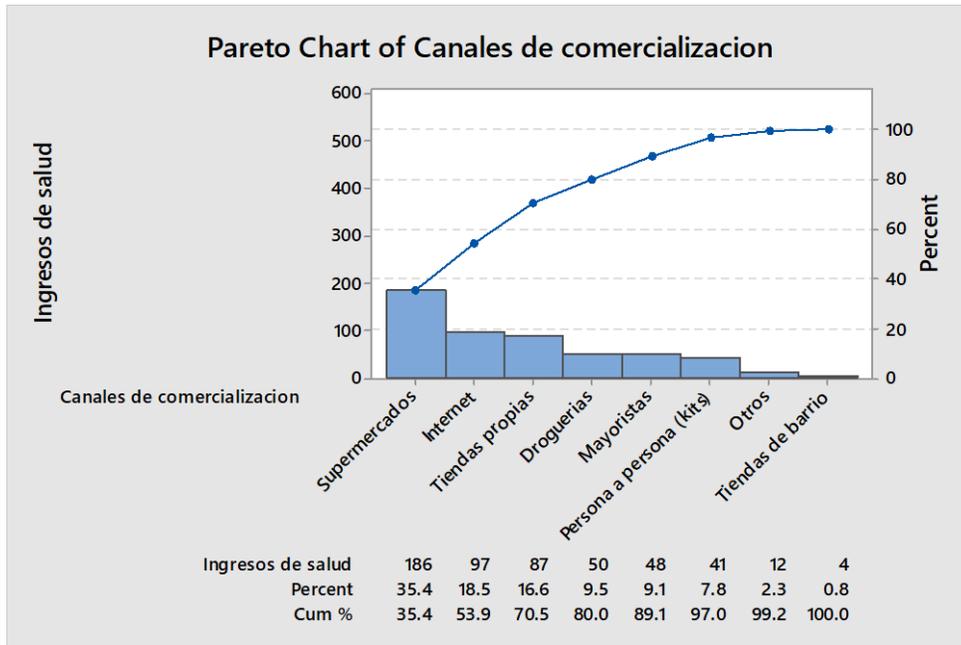


Figura 7 Ejemplo de datos para estratificación. Recuperador de:  
<https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

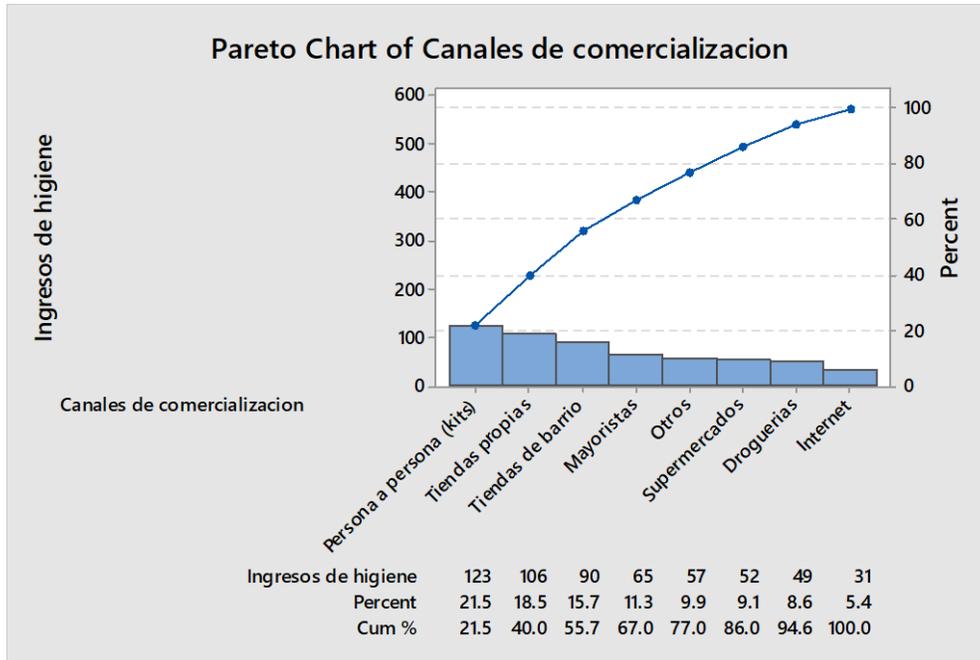


Figura 8 Ejemplo de datos para estratificación. Recuperado de:  
<https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

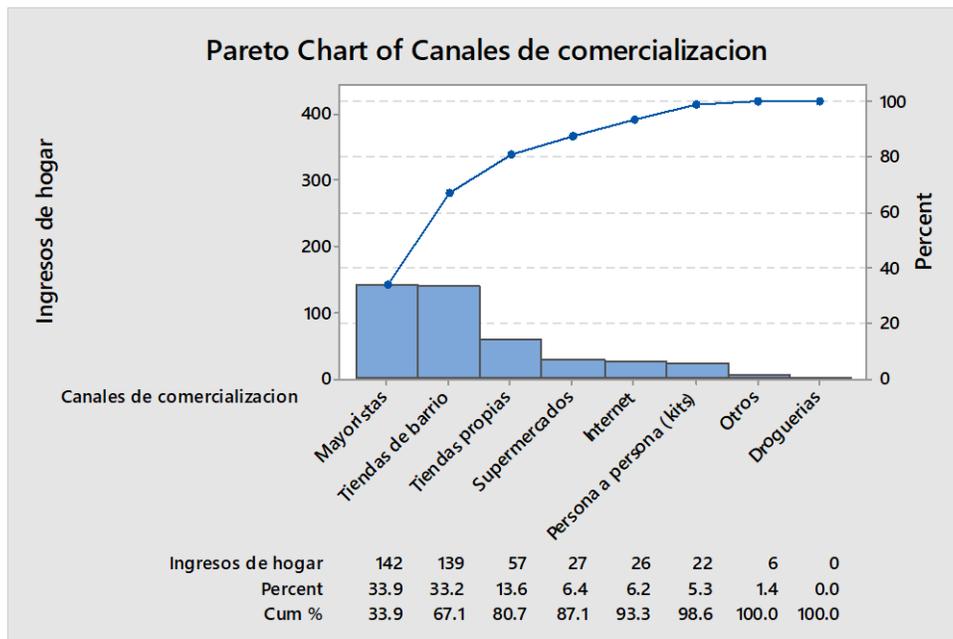


Figura 9 Ejemplo de datos para estratificación. Recuperador de:  
<https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

Se llegaron a tres conclusiones para este problema:

- ✓ El 70% de los ingresos en la línea de salud es llevado por internet, supermercados y tiendas propias.
- ✓ El 56% de los ingresos en la línea de higiene es realizado por persona a persona, tiendas propias y tiendas de barrio.
- ✓ El 47% de los ingresos para la línea de hogares realizado por mayoristas tiendas de barrio y tiendas propias.

En conclusión se da a entender que estas son las más utilizadas por las personas de la comunidad, y se concentran los ingresos.

Ejemplo de Estratificación. Recuperador de: <https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>

#### 10.4 SMED

Se realizó la investigación de la metodología SMED esta fue creada por el pionero Shigeo Shingo, el definió que ésta gran herramienta utilizada por años de generaciones en la industria se tenía que hacer en 7 pasos, los cuales mostrados a continuación:

- ✓ Preparación Previa
- ✓ Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.
- ✓ Separar lo interno de lo externo.
- ✓ Organizar actividades externas.
- ✓ Convertir lo interno en externo.
- ✓ Reducir los tiempos de actividades internas.
- ✓ Realizar el seguimiento.

El sistema SMED fue creado por la necesidad de lograr la producción justo a tiempo (JIT), Toyota creó esta herramienta para acortar los tiempos entre cada cambio de modelo en las máquinas de las industrias, el intento hacer lotes de menor tamaño (esto para satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y a bajo costo, con entregas rápidas sin costos excesivos).

SMED es una herramienta que ayuda a preparación de equipos para cambios de modelos más eficientes, no sólo se enfoca en el efecto que se tiene en los costos con dichas acciones específicas, los tiempos muertos en la producción, los excesos de inventarios de productos en procesos, el tamaño de los lotes, y productos terminados, los plazos de entrega y tiempo del ciclo, sino que también este sistema ayuda a prestar mejores servicios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad de producción. La compañía Toyota tuvo un gran éxito de conseguir una reducción en los tiempos de cambios de modelo de una hora y cuarenta minutos a tres minutos. Esta necesidad surge cuando los compradores de Toyota realizan una gran demanda de productos y los lotes de producción deben ser menores; para esto Toyota se enfocó en mantener un nivel adecuado de competitividad, poniendo dos cosas sobre la mesa o se realiza una disminución entre los cambios de modelos o se realizan grandes lotes de producción para los clientes y realizar un aumento del tamaño de stock en los

almacenes de la empresa de producto terminado, esto significó un incremento de los costos de sus productos.

Este método de herramienta permite disminuir el tiempo que se pierde entre los cambios de modelo de las máquinas e instalaciones para poder producir productos para otro cliente.

A continuación, se presentan los beneficios de esta metodología:

- ✓ Reducir el tiempo de preparación entre un modelo a otro y cambiarlo a tiempo de productividad.
- ✓ Reducir los inventarios.
- ✓ Reducir los lotes de producción.
- ✓ Realizar varios cambios de modelo en la misma línea de producción y cumplir con la meta del día.

A continuación se presenta las herramientas para poder llegar a la implementación de un SMED:

- ✓ Se debe de utilizar un cronómetro, para medir el tiempo con fracciones más pequeñas.
- ✓ Cursógrama / fluxograma: Este es un gráfico donde se muestra el flujo de las operaciones secuenciales de un proceso.
- ✓ Planilla de relevamiento: Esta es una encuesta de liberación de la carga de trabajo de un proceso.
- ✓ Planilla de análisis y mejora: Este es una encuesta de eventos de un proceso para llevar un análisis y así poder realizar mejoras continuas del mismo.
- ✓ Diagrama de Pareto: Esta es una herramienta gráfica en la cual se puede apreciar cuales son los mayores contribuidores y los menores de los problemas del proceso su frecuencia.
- ✓ Camino Crítico: Esta es una secuencia de actividades sucesivas, que conduce desde el principio del problema al final del mismo, por lo que esta herramienta se requiere mayor trabajo.

- ✓ Control Estadístico de Procesos (SPC): Este es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar datos del problema que se va estar revisando y así poder analizar la información de los procesos repetitivos para llegar a una toma de decisiones encaminadas al control de los procesos y mejora de los mismos.
- ✓ Histograma: Es un gráfico de una variable se compara con otra, esta herramienta tiene forma de barras, donde la altura o eje vertical de estas es proporcional a los valores que se producen, y la anchura o eje horizontal a los intervalos o valores de la clasificación.
  
- ✓ Diagrama de Ishikawa: Esta es una técnica de análisis de causa y efectos que ayuda a llegar a la solución de problemas, relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan, hasta encontrar la causa raíz del problema investigado.
- ✓ Análisis Inverso: Esta es herramienta de gestión donde se obtiene un resultado u objetivo al cual se quiere llegar, se procede a realizar un análisis de los factores o problemas principales para llegar al resultado esperado.
- ✓ Diagrama del Proceso de Operación: En los diagramas se emplean símbolos para representar el flujo del proceso.
- ✓ Benchmarking: Esta herramienta se define como el proceso continuo de mejora de productos, servicios y métodos con respecto a la competencia más fuerte o aquellas compañías consideradas líderes dentro de la industria, donde comparten ideas sobre las mejoras de sus procesos.

En base a la investigación que fue realizada para la implantación del proyecto SMED se realizan cuatro etapas.

Etapas para la realización de la metodología:

- ✓ Etapa inicial: Estudio de la operación de cambio.
- ✓ Primera etapa: Realizar la separación de tareas internas y externas.
- ✓ Segunda etapa: Convertir las tareas internas en externas.
- ✓ Tercera etapa: Realizar la perfección de las tareas internas y externas.

A continuación, se menciona de manera más exacta como se debe de realizar en cada etapa:

1.- Etapa inicial:

En esta etapa se debe de realizar las siguientes actividades:

- Estudiar las condiciones actuales del proceso:
- Tomar un cronómetro y realizar la toma de tiempos del proceso.
- Realizar entrevistas al personal de producción.
- Realizar un vídeo del proceso actual.
- Mostrar el video al personal de producción.
- Realizar toma de fotografías al proceso actual.

Esto para tener una visión de lo que se está realizando el proceso actual y dárselo a conocer al personal de producción.}

2.- Primera etapa:

Realizar la separación de actividades internas y externas, de esta manera se puede realizar una lista de comprobación de todo el proceso con los pasos necesarios. Las tareas internas son las que se llevan a cabo cuando el equipo esta completamente detenido o el proceso es intervenido con una velocidad menor de lo normal y las tareas externas son las actividades que se realizan cuando el proceso está en marcha y por tanto su tiempo no afecta en el ciclo total de proceso.

### 3.- Segunda etapa:

Se realiza la transformación de tareas internas en externas, lo que se tiene como idea es que al tiempo en el cual el sistema no está produciendo sea eliminado.

### 4.- Tercera etapa:

Realizar una perfección de las tareas internas y externas, el objetivo de esta etapa es que los aspectos del proceso de preparación de herramental, incluyendo cada uno los elementos (tareas externas e internas).

El sistema SMED. (2022). Recuperado el 29 de Noviembre de 2022, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21920/Capitulo3.pdf>.

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

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

Tabla 5 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Actividades	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Realizar cotización de dispensador para 4 piezas						
Realizar cotización de control de temperatura						
Aprobación de compras						
Realizar diseño en Solid Works para nidos de carga						
Realización de SMED						
Recableado de sistema de control de temperatura						
Reprogramación de PLC						
Validación y evaluación de actividades (Resultados de SMED, MSA, Resultados de estratificación por medio de un CPK)						
Realización de reporte de residencias						

### 11.1 Realización de cotización de dispensador de 4 vías

Se realizó la cotización para el dispensador de 4 vías, mismo que se utilizó para incrementar la capacidad de producción de sensores y de esta manera abastecer los requerimientos y necesidades de nuestros clientes, la compra fue realizada en mercado libre y fue pagada por el centro de costos del BIT de APTPT2, que es a donde pertenece la línea 17 dentro de la empresa.

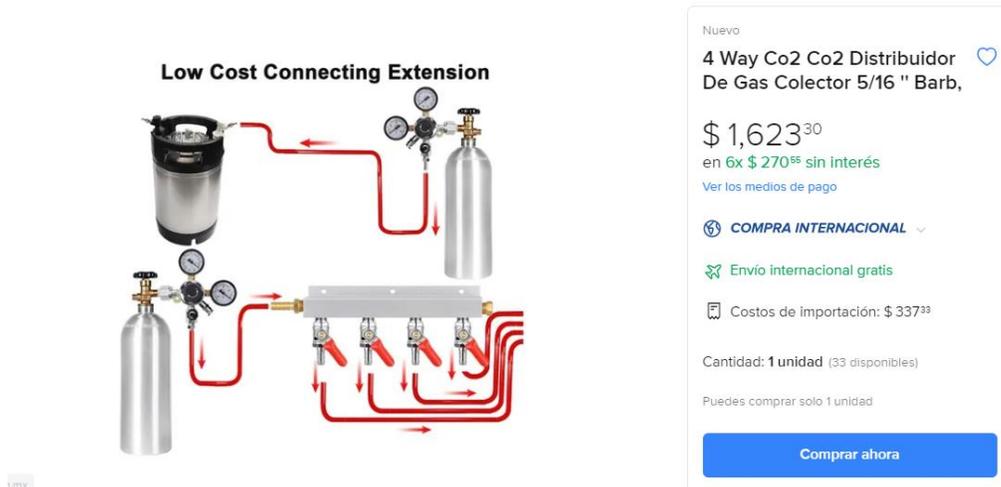


Figura 10 Compra de dispensador de 4 vías. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

### Características principales

Fabricante	Generic
Marca	Generic
Modelo	grifo de cerveza,barril de cerveza,dispensador de cerveza,dispensador de cerveza,tritones cerveza,dispensador cerveza de barril

### Otras características

Material: Plástico

Tipo de acción: Doble

Tipo de grifo: Americana

Incluye compensador de espuma: No

Figura 11 Compra de dispensador de 4 vías. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

## 11.2 Realización de cotización de control de temperatura

Se realizó la cotización y la compra del controlador de temperatura, esto fue de gran ayuda para detectar el exceso de condensación en la máquina y de esta manera evitar que se congele. Además, nos ayudó con el desperdicio de los tiempos muertos.

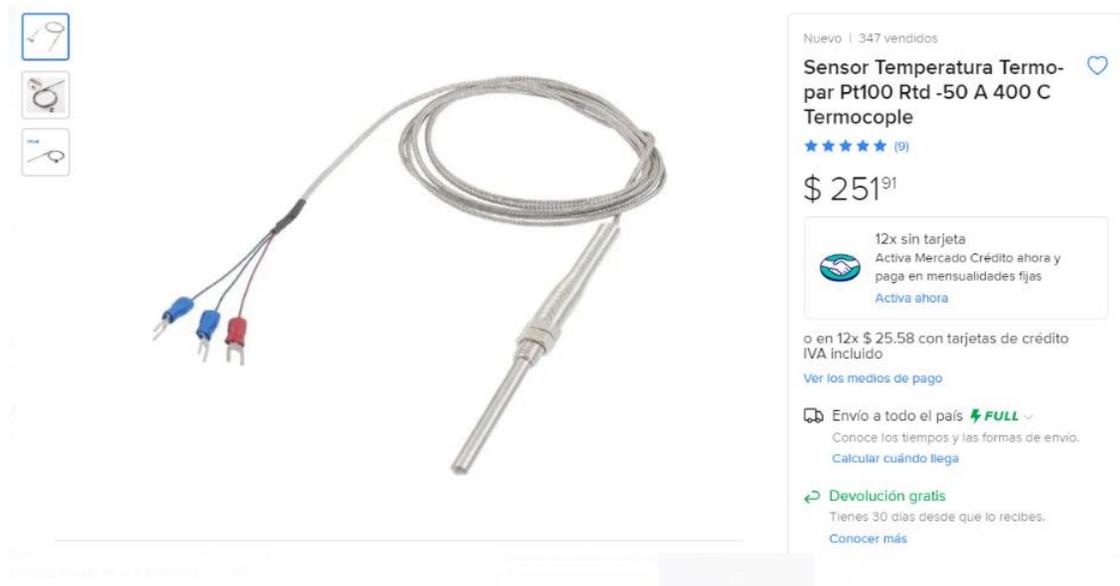


Figura 12 Cotización y compra de controlador de temperatura. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

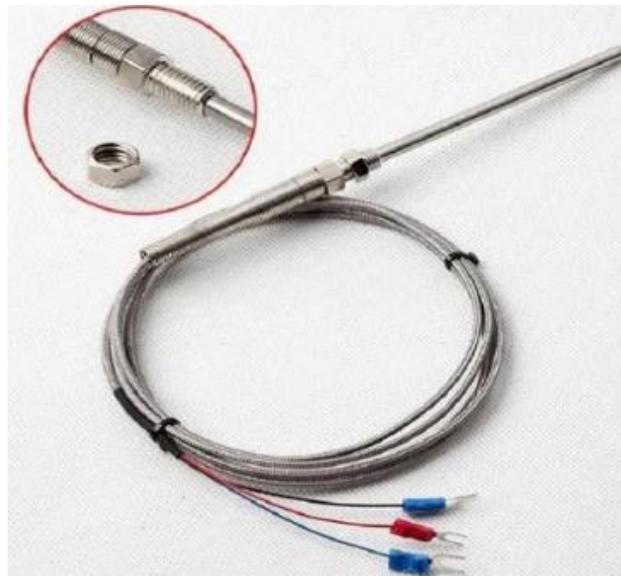


Figura 13 Cotización y compra de controlador de temperatura. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

### Características principales

Marca	Ipower Electronics
Modelo	Pt100 Rtd -50 A 400 C

### Otras características

Microcontrolador: WZP-187

Voltaje de funcionamiento: 0

Voltaje mínimo de entrada recomendado - Voltaje máximo de entrada recomendado: 0V - 0V

Voltaje mínimo de entrada límite - Voltaje máximo de entrada límite: 0V - 0V

Capacidad de la memoria flash: 0 kB

Figura 14 Cotización y compra de controlador de temperatura. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

### Descripción

WZP-187

Longitud : 2 Metros

Diámetro de Punta: 5mm

Largo de Punta: 10cm

Temperatura: -50 a 400°C

-- Es compatible con sensor Thermo-Resistencia: PT100

Figura 15 Cotización y compra de controlador de temperatura. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

### 11.4 Realizar diseño en Solid Works para nidos de carga:

A continuación, se presenta los diseños elaborados en Solid Works de los nidos de carga realizados y el bloque de acero para el dispensador de 4 vías para el CO2:

Se realizó un bloque de acero para sostener la válvula de 4 vías, el diseño se efectuó a la media de cada válvula, de lo cual se sacó cada medida especificada en el dibujo, la unidad de medida está en pulgadas, este dibujo fue llevado al área del taller para que el personal técnico diera soporte para este trabajo.

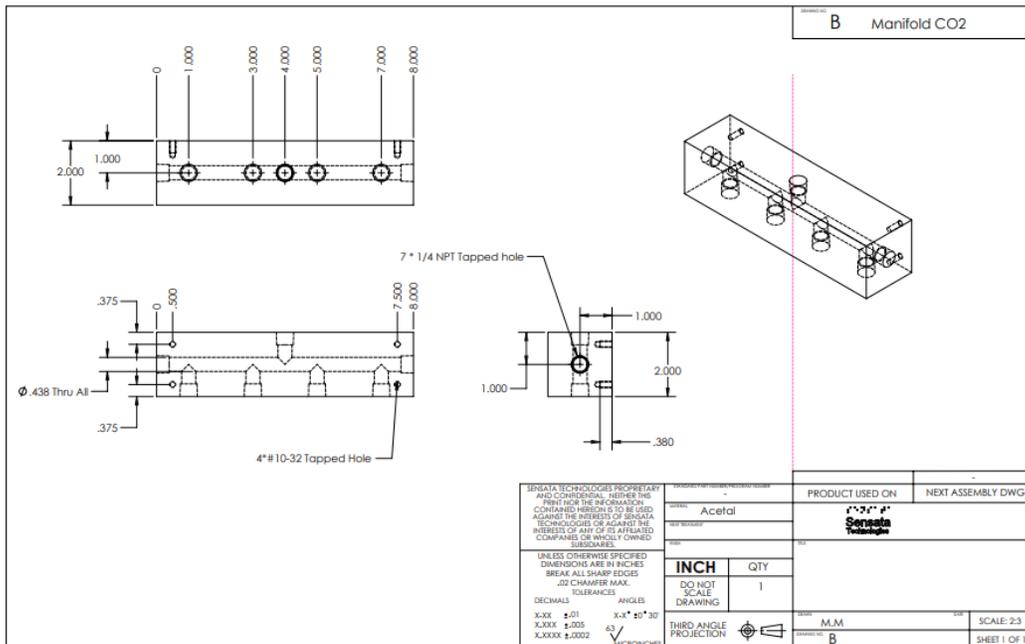


Figura 16 Manifold de CO2 para válvula de 4 vías. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se realizaron nidos de carga (Figura 17, 18 y 19) para cada uno de los modelos que se producen en este proceso, los nidos de carga están hechos de material acetel, el dibujo fue elaborado en base a las medidas de cada sensor, el dibujo fue llevado al taller para que el personal técnico nos ayudara para este trabajo.

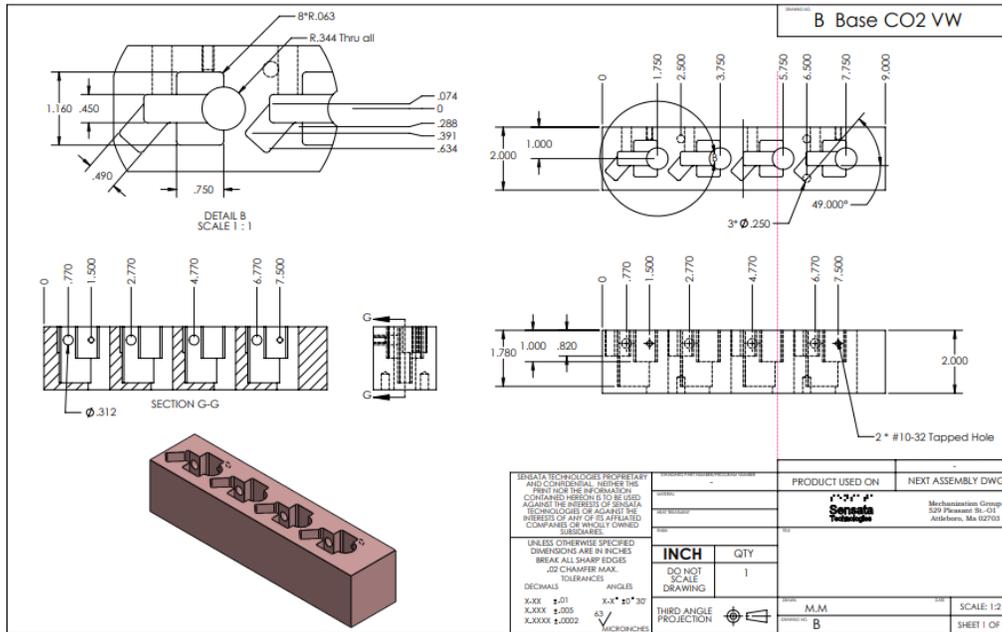


Figura 17 Base para carga de sensores. Fuente: Elaboración propia, 2022.

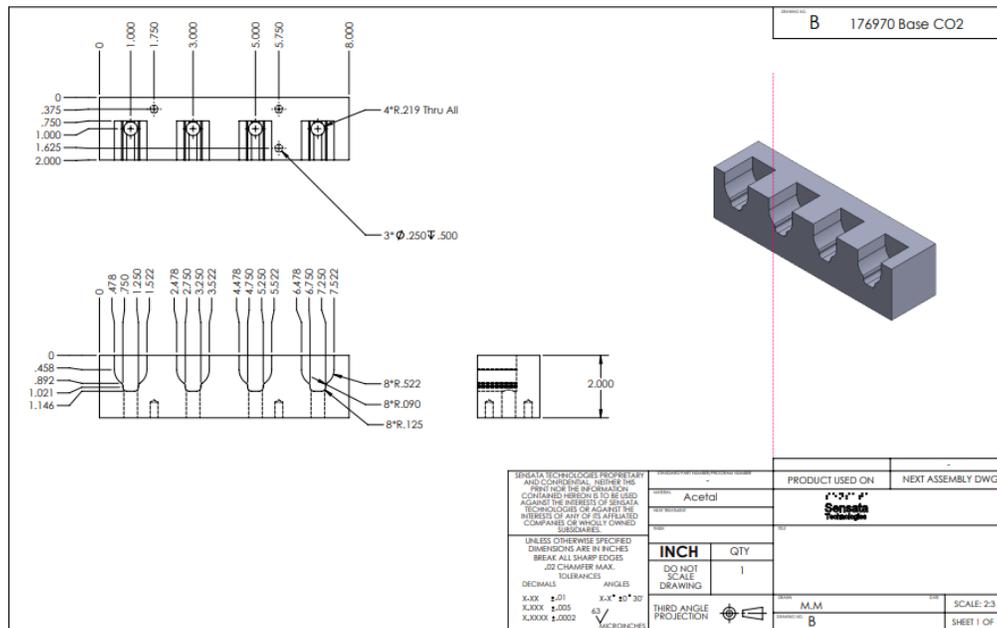


Figura 18 Base para carga de sensores. Fuente: Elaboración propia, 2022.



## 11.4 SMED:

### Paso 1 para creación de SMED

Se toma evidencia de los pasos a seguir por parte del operador, esto para saber qué factores intervienen entre un cambio de modelo a otro. A continuación, se presentan las acciones encontradas:

ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN	Símbolo	Nº	PASOS PRINCIPALES (QUE)	Tiempo (Min.)	PUNTOS CRÍTICOS (COMO)	RAZONES DE PUNTOS CRÍTICOS (POR QUE)	ILUSTRACION
Realizar paro por cambio de modelo		1	Cambio de herramienta	0.3	Ir al computadora de la línea para cerrarlo	Para notificar que hay un cambio de modelo en curso	
Acercar carro de herramientas		2	Operador debe de acercarse al carro donde se debe de transportar el herramienta	2.35	Ir al área de carros y llevarlo a la operación	Para seguridad del operador	
Quitar herramienta		3	El operador debe de quitar el herramienta de la operación	3.40	Utilizar llaves estándar para sustraer el herramienta	Para poder cambiar al herramienta requerido	
Colocar el herramienta anterior en el carro	+	4	El operador debe de colocar el herramienta en el carro	0.35	El operador debe de colocar el en el carrito con el cuidado posible	Para que sea más fácil la transportación	
Ir a herramienta por nuevo herramienta		5	Entrega herramienta al personal del área	20.35	Esperar a que el personal del área entregue el herramienta nuevo	Para que el personal del área entregue el herramienta correcto	
Regresar a línea de producción		6	Para realizar el cambio de herramienta	10.05	El operador debe de colocar el nuevo herramienta	Para poder realizar el cambio de modelo	
Colocar el nuevo herramienta		7	El operador debe de colocar el nuevo herramienta	3.30	Utilizar llaves estándar para colocar el herramienta	Para asegurar que el nido este bien colocado	
Cerrar paro por cambio de modelo en sistema		8	El operador debe de cerrar el paro	0.45	Ir al computadora de la línea para cerrarlo	Para notificar que el cambio fue terminado	

Figura 20 Toma de paso a paso para SMED. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

## Pasó 2: Identificar las operaciones.

Se realizó una toma de tiempos aproximado entre un cambio de modelo dando los siguientes resultados:

Tabla 6. Tiempos tomados entre un cambio de modelo. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Actividad	Responsable	Tiempo
Realizar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.30
Acercar carro de herramientas	Operador de mfg	2.35
Quitar herramental	Operador de mfg	3.40
Colocar el herramental anterior al carro	Operador de mfg	0.35
Ir a herramientas por nuevo herramental	Operador de mfg	20.35
Regresar a linea de produccion	Operador de mfg	10.05
Colocar el nuevo herramental	Operador de mfg	3.30
Cerrar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.45

## Paso 3: Se establecieron cuales actividades son internas y cuales son externas.

Tabla 7 Tiempos tomados entre un cambio de modelo. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Actividad	Responsable	Tiempo	EXT/INT
Realizar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.30	INT
Acercar carro de herramientas	Operador de mfg	2.35	INT
Quitar herramental	Operador de mfg	3.40	INT
Colocar el herramental anterior al carro	Operador de mfg	0.35	INT
Ir a herramientas por nuevo herramental	Operador de mfg	20.35	INT
Regresar a linea de produccion	Operador de mfg	10.05	INT
Colocar el nuevo herramental	Operador de mfg	3.30	INT
Cerrar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.45	INT

Paso 4: Se verificó que actividades internas se podían convertir en actividades externas dando lo siguiente:

Tabla 8 Tiempos tomados entre un cambio de modelo. Fuente: Elaboración propia.2022.

Actividad	Responsable	Tiempo	EXT/INT	CAMBIAR A:
Realizar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.30	INT	INT
Acercar carro de herramientas	Operador de mfg	2.35	INT	EXT
Quitar herramental	Operador de mfg	3.40	INT	INT
Colocar el herramental anterior al carro	Operador de mfg	0.35	INT	EXT
Ir a herramientas por nuevo herramental	Operador de mfg	20.35	INT	EXT
Regresar a línea de producción	Operador de mfg	10.05	INT	EXT
Colocar el nuevo herramental	Operador de mfg	3.30	INT	INT
Cerrar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.45	INT	INT

Obteniendo que 4 operaciones podemos convertirlas a externas, estos tiempos pueden ser eliminados para obtener una posible mejora de tiempo en los cambios de modelo en esta operación. Estos serían los posibles resultados de nuestro SMED.

Tabla 9 Tiempos tomados entre un cambio de modelo. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Actividad	Responsable	Tiempo	EXT/INT	CAMBIAR A:
Realizar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.30	INT	INT
Acercar carro de herramientas	Operador de mfg	2.35	INT	EXT
Quitar herramental	Operador de mfg	3.40	INT	INT
Colocar el herramental anterior al carro	Operador de mfg	0.35	INT	EXT
Ir a herramientas por nuevo herramental	Operador de mfg	20.35	INT	EXT
Regresar a línea de producción	Operador de mfg	10.05	INT	EXT
Colocar el nuevo herramental	Operador de mfg	3.30	INT	INT
Cerrar paro por cambio de modelo en computadora	Operador de mfg	0.45	INT	INT
	Tiempo aprox entre cambio de modelo antes	40.55		
	Tiempo aprox entre cambio de modelo despues	7.45		

Se tiene un tiempo estimado de 40 minutos aproximadamente entre cambio de modelo, si se llegara a implementar el SMED llegaríamos a solo 7.45 entre cambios de modelo.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Cambio de herramienta

Fue cambiada la parte de herramienta de 1 fix a 4 fix, esto para aumentar la capacidad del proceso y de esta manera poder abastecer las necesidades y requerimientos de los clientes.

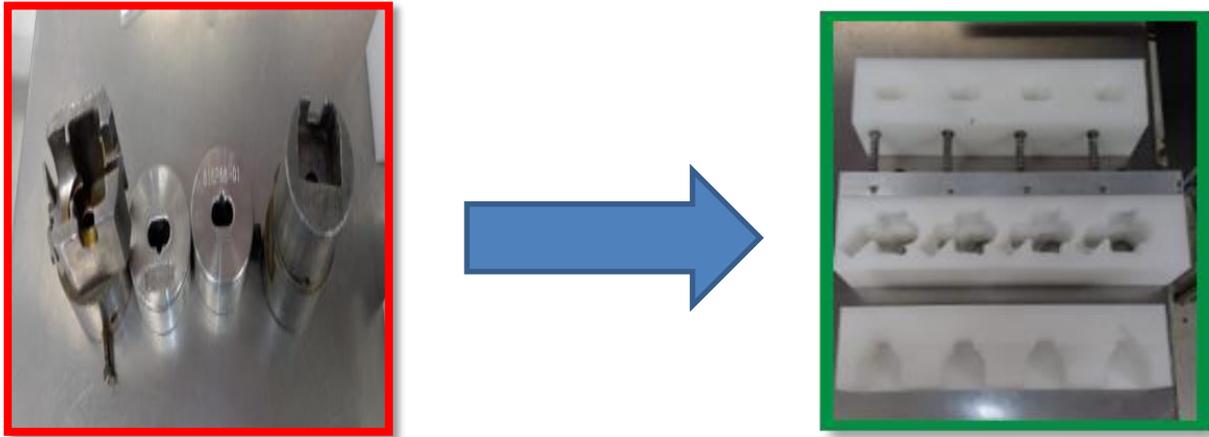


Figura 21 Antes y el después de la primera actividad para el SMED. Fuente: Elaboración propia, 2022.

## 12.2 Resultados de SMED

Se realizó la estandarización de herramientas a un costado de la máquina, esto para evitar la pérdida de tiempo en los cambios de modelo, ya no es necesario que el operador vaya hasta el área de herramientas, ahora el operador ya tiene todos sus herramientas a un costado de la operación.

A continuación, se muestra como se realizaba el cambio de herramientas antes de la implementación, se puede apreciar en la figura 22 que el operador tenía que llevar el herramienta a un área específica.



Figura 22 Cambio de modelo antes. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

La mejora se realizó al rediseñar el fixture de carga, ya que antes era de acero templado y pesado, ahora el fixture es de acetal y su transportación es más fácil y segura, también se estandarizó que se debe dejar a un costado de la máquina y ya no es necesario regresarlo al área de herramientas, como se muestra en la figura 23, esto para que el operador tenga menos tiempo muerto entre cada cambio de modelo, dicha acción fue estandarizada en la ITE (Instrucción de Trabajo Estandarizada) como se puede apreciar en la figura 24.

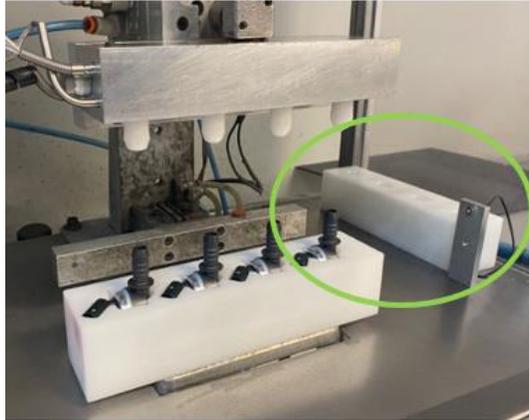


Figura 23 Estandarización de herramienta. Fuente: Elaboración propia, 2022.

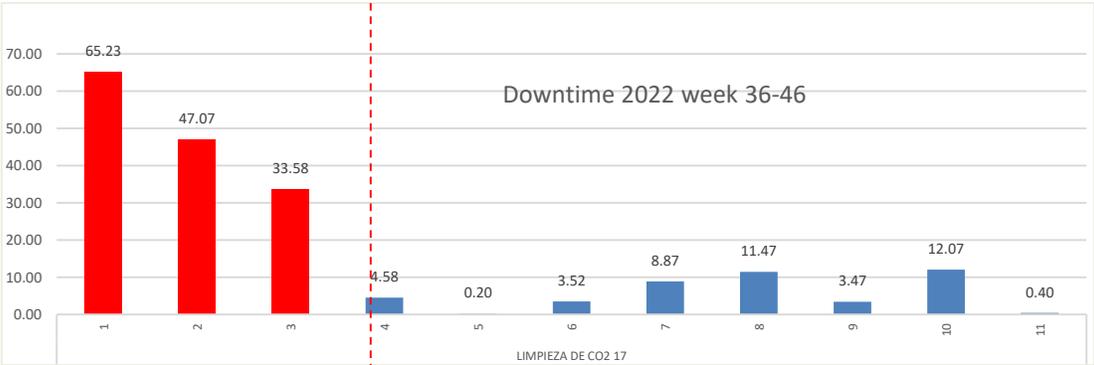
Sensata Technologies		HOJA DE ELEMENTO DE TRABAJO (HET)		ELABORO		Fecha de creación:		REVISION: N	
				QA-MFG-ING-PROC-OPER		03-mar-11		Fecha: 03-Feb-22	
LÍNEA	AFT 10M	HERRAMIENTA Y EQUIPO:			EQUIPO DE SEGURIDAD:				
NOMBRE DE LA OPERACION	MFG APT17 4200A - QMS01202885	-Guantes de Nitrilo			1.- Lentes de seguridad 2.- Orejeras de seguridad				
NUMERO DE LA OPERACION	MFG APT17 4200A - QMS01202885	NO. DE MAQUINA		CO2		Tiempo ciclo operación:		Tiempo ciclo del Cliente (Tack Time):	
TAREA	2.- Puesta a punto de la operación	Kanban en el proceso		Verificación de Calidad		400.00 Segundos		7.2 Segundos	
				Verificación de Calidad		Actividad Crítica: CC o FF		ESH	

Verificación de la alimentación principal de la maquina	Tarea	Duración	Descripción de la Tarea	Justificación	Evidencia
-Realizar la verificación de valvulas -Realizar el cambio de nido -Realizar la verificación del nido	10	15.00	1.- Revisar que la alimentación principal de CO2 esté abierta, en caso contrario se procede a abrirla, una vez abierta revisar que el manómetro de la línea este en 1000 PSI, si no ajustar con el regulador de presión	1.- Porque es importante cumplir con las especificaciones.	Manómetro Regulador CERRADO ABIERTO
	11	14.00	1.- Verificar que las válvulas de Purificador de Co2 estén completamente abiertas y que la presión de Co2 sea de 1000 +/- 50PSI	1.- Porque se requiere mantener la presión constante del CO2	 
	12	5.00	1.- Verificar que el nido sea el correcto si no es así, colocar el nido de acuerdo al producto que se va procesar. 2.- Colocar el nido en la base superior hasta que sienta por completo el nido.	1.- Porque se requiere para cada cambio de modelo	

Figura 24 Estandarización de herramienta. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Esto nos dio una disminución del 70% en los tiempos muertos. A continuación, se presenta un gráfico de cómo se comportan los cambios de modelo en semanas de haber implementado la mejora:

Tabla 10 Mejoría en los tiempos muertos. Fuente: Elaboración propia, 2022.



Como se puede apreciar en el grafico antes mencionado, se obtuvo una disminución de los tiempos muertos de aproximadamente un 80%, como se muestra en la semana 36 que es la primera en evaluación, se tiene un tiempo muerto de 65.23 horas vs la semana 45, que fue la que más tiempos muertos contiene después de la mejora (12.07 horas). Esto hace un total 53.16 horas, lo cual es equivalente a un 81.49% menos de horas.

## 12.2 Sistema de Auto purga

En la figura 21 se puede observar como el fixture del equipo se congela y no permite realizar ciclo, este problema hace que el operador tenga que llamar al personal técnico para quitar el hielo y poder continuar con su proceso.



Figura 25 Condensación de la máquina. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

El Sistema de autopurga fue implementado para que cada vez que el personal no esta operando la maquina sea accionado y no se almacene el CO2 en los dispensadores y termine haciendo una acumulación de congelación en la maquina, como se puede ver en la figura 29. Este sistema es accionado cuando el personal no da un ciclo por mas de 5 min, llegando a este tiempo de espera el sistema se acciona y libera el CO2 retenido en el conducto que se encontraba en ese momento, haciendo que no haya una acumulación. Para esto se re-programo el PLC (Controlado logico programable), el cual fue diseñado para que cuando el controlador de temperatura (Ver figuras 27 y 28) detecte hielo en los dispensadores de CO2 mande una señal al PLC y se active la purga automatica en la maquina y evite la condensacion de los dispensadores (Ver figura 29).

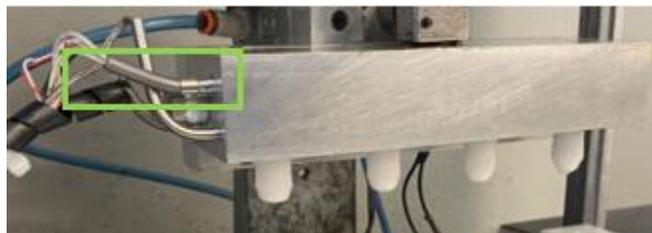


Figura 26 Controlador de temperatura. Fuente: Sensata Technologies, 2022.



Figura 27 PLC de la maquinaria. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

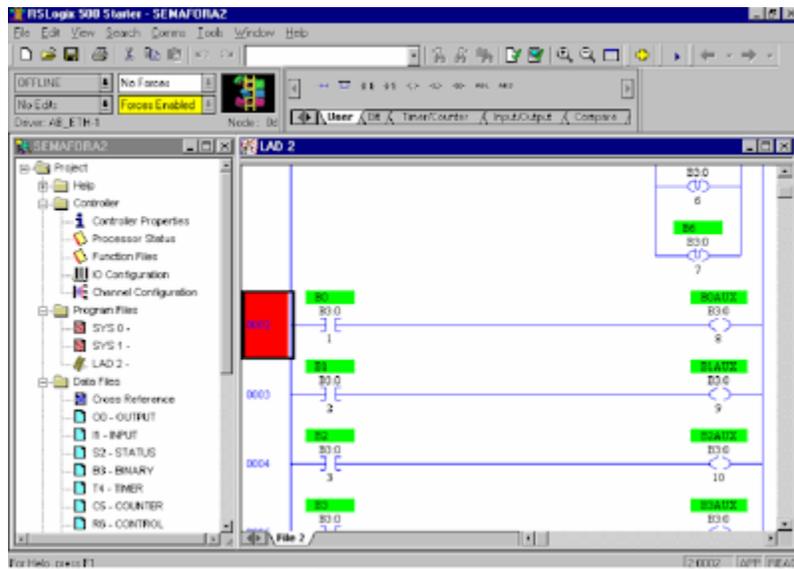


Figura 28 PLC de la maquinaria. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

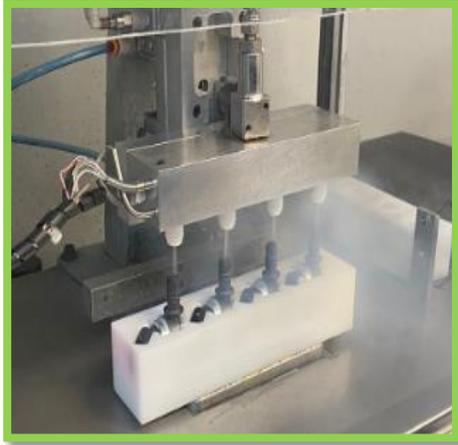


Figura 29 PLC Accionamiento de Autopurga de maquina. Fuente: Sensata Technologies, 2022.

### Estratificación

Un monitoreo del proceso que se revisa es que la cantidad que se colocó de CO<sub>2</sub> sea la correcta, de esta manera, revisando el proceso se tiene que la cantidad de CO<sub>2</sub> se encontraba en el límite superior, haciendo que se le colocara más de lo necesario al sensor, esto fue debido a que el sistema de válvulas ya se hallaba en malas condiciones. En la figura 30 podemos encontrar un histograma el cual nos muestra los siguientes resultados:

- El CPK está a un 0.10, esto es muy bajo de acuerdo al estándar para industrias automotrices que es de 1.33.
- El CP se encuentra a 2.61 cuando el estándar a nivel automotriz debe ser de 1.67, esto quiere decir que el proceso es capaz, pero se está produciendo hacia el límite superior los productos y algunos están fuera.
- Los PPMs están a 420000 piezas por millón que pueden irse a cliente con la especificación fuera.

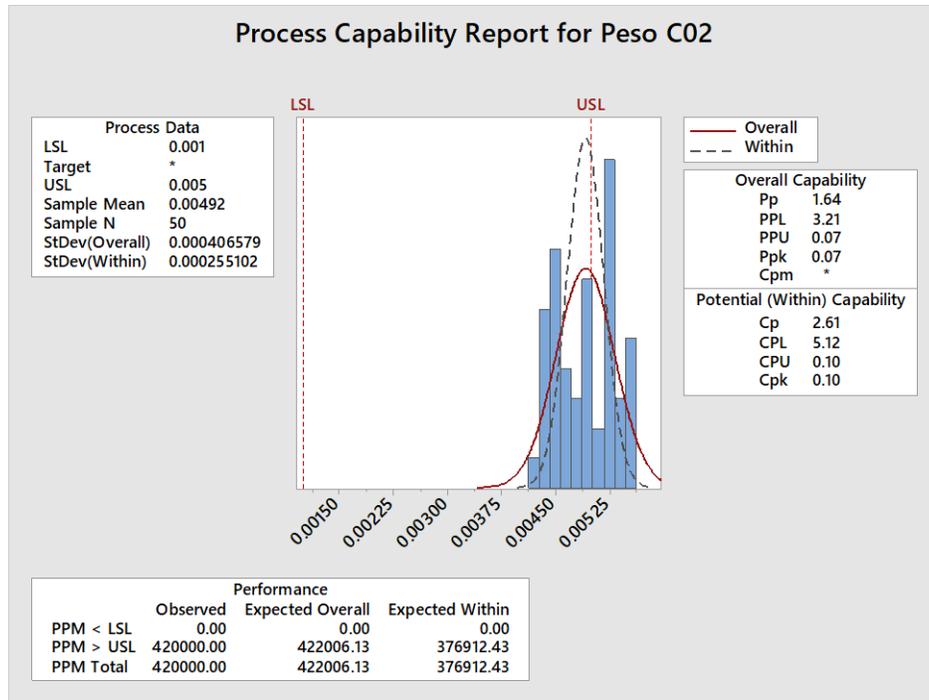


Figura 30 CPK Donde muestra el antes del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Al momento de rediseñar la máquina se metieron nuevas válvulas haciendo que estas puedan controlar la cantidad de CO2 que debe de ir suministrada en cada sensor y de esta manera sea la correcta. Estas válvulas son las que se muestran la siguiente imagen.

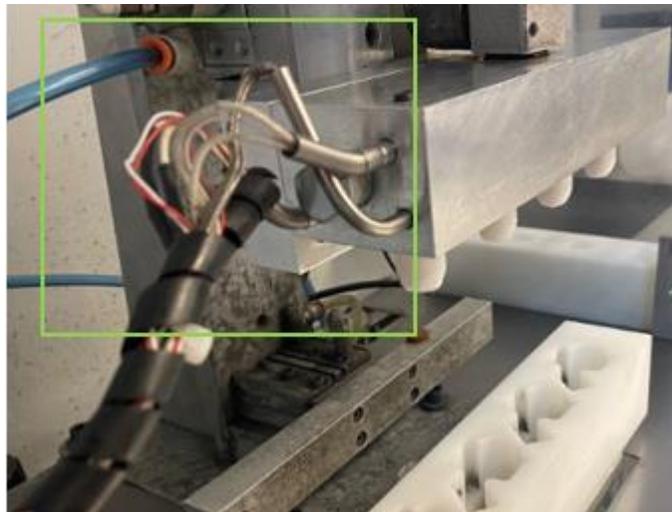


Figura 31 Cambio de válvulas realizadas. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Con el cambio de válvulas se obtuvo un proceso de dispensado más exacto con solo la cantidad de CO2 necesario aplicado para cada sensor, nuevamente se realizó un estudio obteniendo los siguientes resultados al volver a realizar la evaluación del CPK.

El CPK está a un 2.77 que es mayor al estándar para industrias automotrices el cual es de 1.33.

El CP se encuentra a 4.01, cuando el estándar a nivel automotriz debe ser de 1.67, esto quiere decir que el proceso es capaz y está centrado, lo que significa que se está produciendo dentro de los límites.

Los PPMs se encuentran a 0 piezas por millón, lo que quiere decir que al cliente le llegarán productos sin fallas.

De acuerdo a los resultados obtenidos el proceso fue mejorado, pero aun así se tiene que estar monitoreando durante más tiempo ya que ningún proceso es perfecto y pueden presentar problemas a futuro como se aprecia en la figura 32.

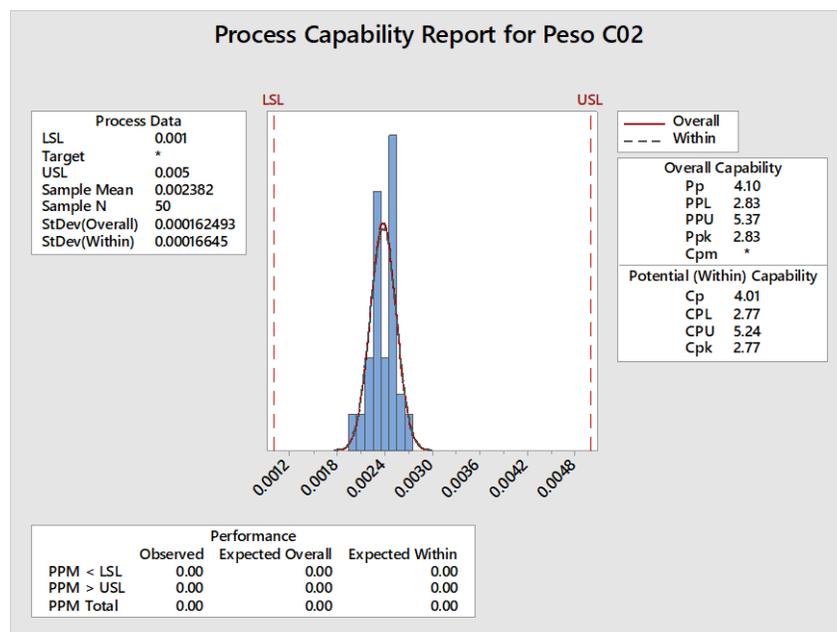


Figura 32 CPK realizado después de la mejora del proceso. Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 12.3 MSA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el estudio GR&R de la operación de C02, para asegurar que la colocación de CO2 sea la correcta y que cumpla los requisitos de reproducibilidad y respetabilidad. De esta manera aseguramos la calidad del producto.

En la siguiente imagen podemos apreciar como el estudio fue aceptable a un 100% de efectividad.

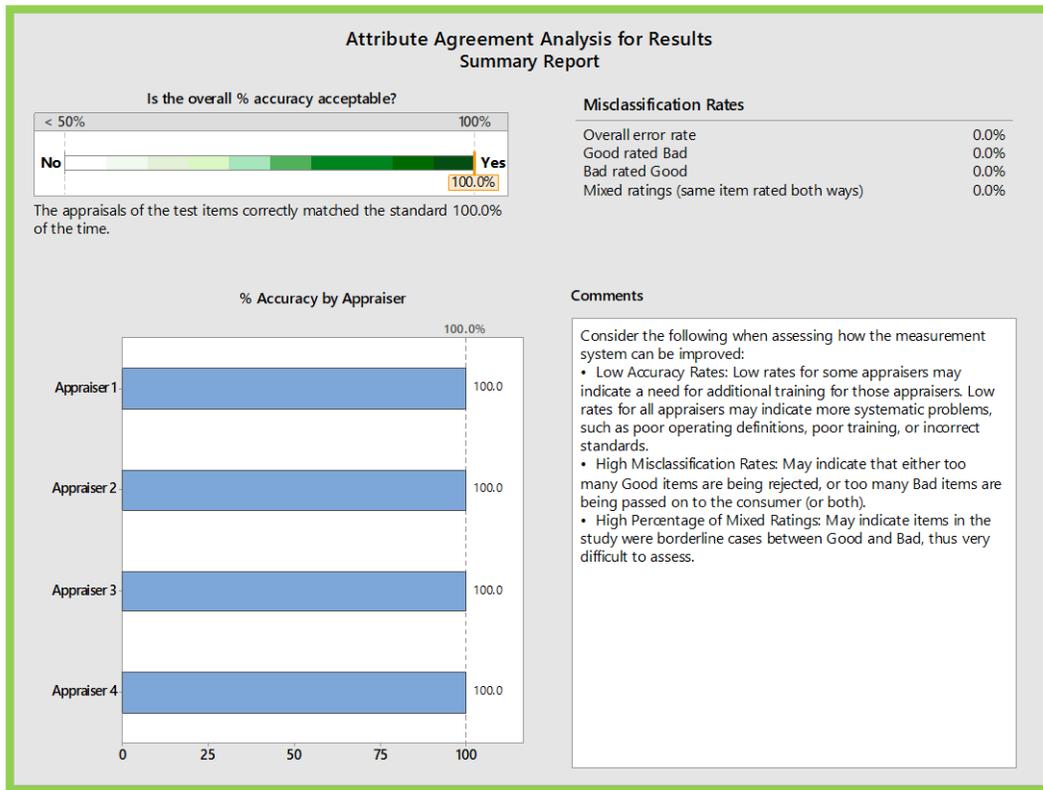


Figura 33 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

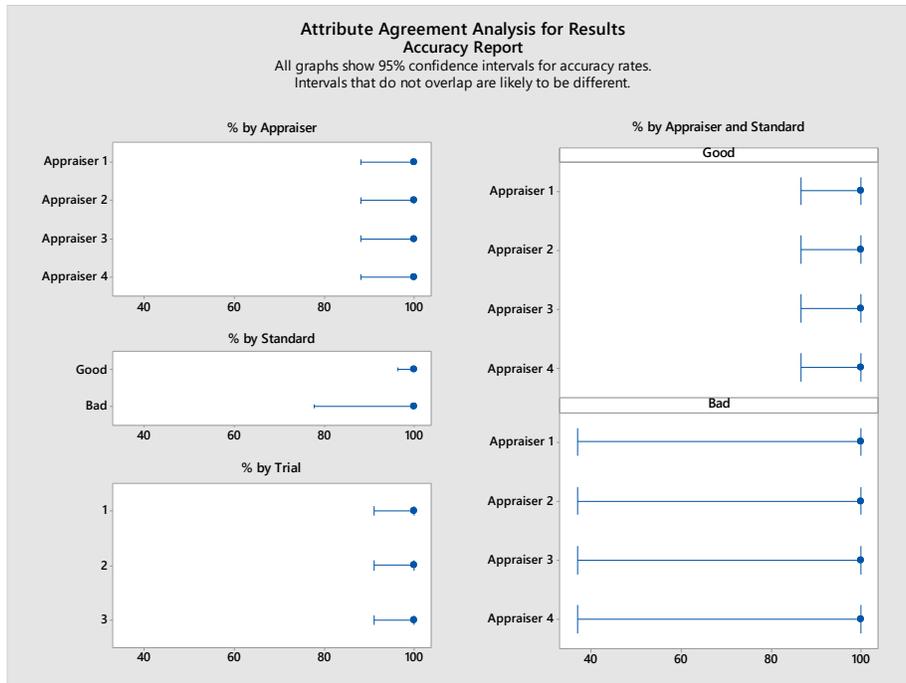


Figura 34 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

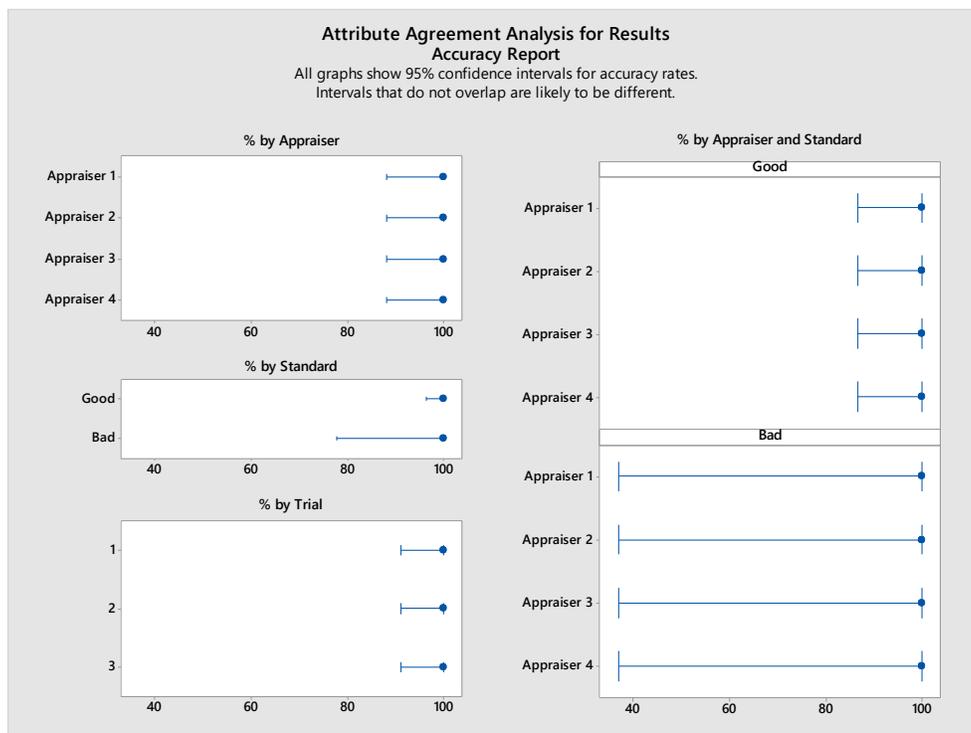


Figura 35 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Attribute Agreement Analysis for Results Report Card		
Check	Status	Description
Mix of Items		It is good practice to have a fairly balanced mix of Good and Bad items. Your data shows that you have 88% Good items and 13% Bad items. If you have a small percentage of items of one type, you reduce your ability to assess how well the appraisers rate that type of item.
Accuracy and Error Rates		<p>The accuracy and error rates are calculated across all appraisals. Suppose you test 50 items, 25 Good and 25 Bad, and 3 appraisers test each item 2 times.</p> <p>To calculate the accuracy and error rates, you need to determine the total number of appraisals:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Overall accuracy and error rates: (50 items x 3 appraisers x 2 trials) = 300 appraisals</li> <li>Good items rated as Bad: (25 items x 3 appraisers x 2 trials) = 150 appraisals</li> <li>Bad items rated as Good: (25 items x 3 appraisers x 2 trials) = 150 appraisals</li> <li>Items rated both ways: (50 items x 3 appraisers) = 150 appraisals</li> </ul> <p>Overall % Accuracy: If 240 appraisals match the standard, the accuracy rate is:  <math>(240/300) \times 100 = 80\%</math></p> <p>Overall Error Rate: If 60 appraisals do not match the standard, the error rate is:  <math>(60/300) \times 100 = 20\%</math></p> <p>Good rated Bad: If appraisers rate a Good item as Bad 30 times, the misclassification rate is:  <math>(30/150) \times 100 = 20\%</math></p> <p>Bad rated Good: If appraisers rate a Bad item as Good 15 times, the misclassification rate is:  <math>(15/150) \times 100 = 10\%</math></p> <p>Rated both ways: If appraisers rate 15 items inconsistently across trials, the misclassification rate is:  <math>(15/150) \times 100 = 10\%</math></p>

Figura 36 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

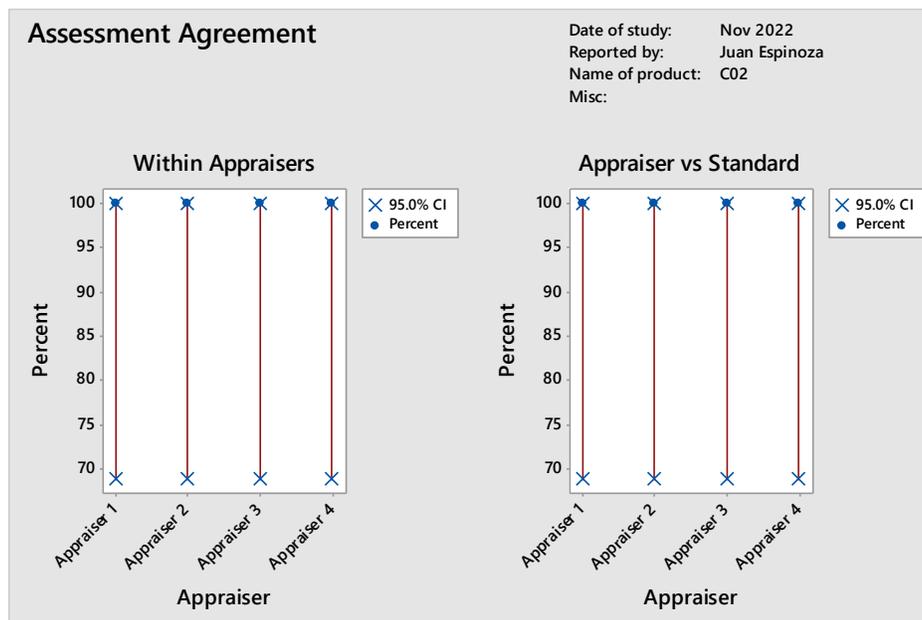


Figura 37 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

### Attribute Agreement Analysis for Results

Date of study: Nov 2022  
 Reported by: Juan Espinoza  
 Name of product: C02  
 Misc:

#### Within Appraisers

```

Assessment Agreement
|
Appraiser # Inspected # Matched Percent 95% CI
Appraiser 1 8 8 100.00 (68.77, 100.00)
Appraiser 2 8 8 100.00 (68.77, 100.00)
Appraiser 3 8 8 100.00 (68.77, 100.00)
Appraiser 4 8 8 100.00 (68.77, 100.00)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.
    
```

Figura 38 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

A continuación, se presenta el resultado del Kappa obtenido en nuestro estudio, el resultado fue igual a 1, que significa que tiene concordancia perfecta entre cada operador, lo que quiere decir que el estudio es completamente aceptable, de acuerdo al grupo AIAG sugiere que el valor Kappa sea al menos del 0.75 con esto se indica que hay una concordancia adecuada.

```

Fleiss' Kappa Statistics
Appraiser Response Kappa SE Kappa Z P(vs > 0)
Appraiser 1 Good 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 1 Bad 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 2 Good 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 2 Bad 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 3 Good 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 3 Bad 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 4 Good 1 0.204124 4.89898 0.0000
Appraiser 4 Bad 1 0.204124 4.89898 0.0000
    
```

Figura 39 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

```

Each Appraiser vs Standard
Assessment Agreement
Appraiser # Inspected # Matched Percent 95% CI
Appraiser 1 8 8 100.00 (68.77, 100.00)
Appraiser 2 8 8 100.00 (68.77, 100.00)
Appraiser 3 8 8 100.00 (68.77, 100.00)
Appraiser 4 8 8 100.00 (68.77, 100.00)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Assessment Disagreement
Appraiser # Bad / Good Percent # Good / Bad Percent # Mixed Percent
Appraiser 1 0 0.00 0 0.00 0 0.00
Appraiser 2 0 0.00 0 0.00 0 0.00
Appraiser 3 0 0.00 0 0.00 0 0.00
Appraiser 4 0 0.00 0 0.00 0 0.00

# Bad / Good: Assessments across trials = Bad / standard = Good.
# Good / Bad: Assessments across trials = Good / standard = Bad.
# Mixed: Assessments across trials are not identical.
    
```

Figura 40 Resultado del MSA generado. Fuente: Elaboración propia, 2022.

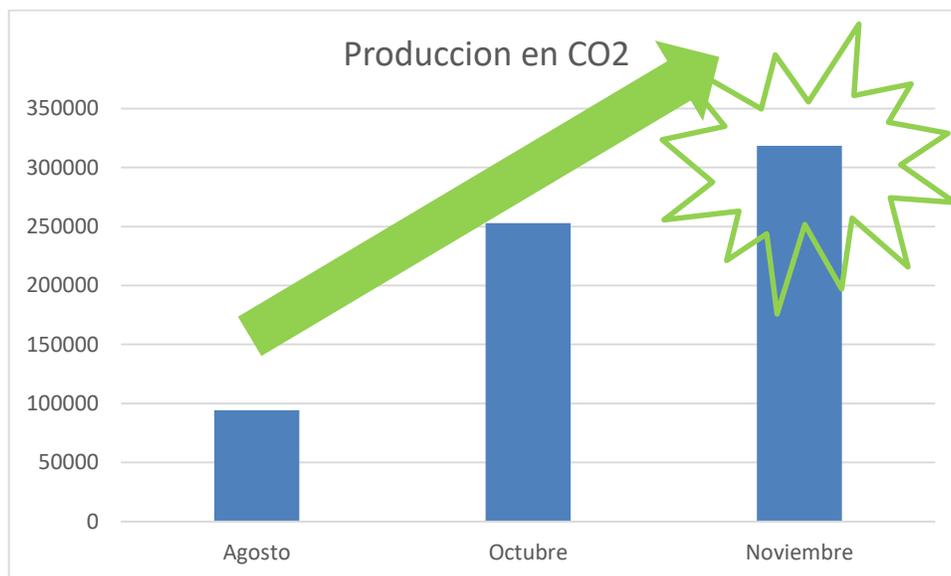
#### 12.4 Mejora de producción

Para medir la capacidad después de la implementación se tomaron las producciones de la maquina obtenidas en el mes de agosto-noviembre. A continuación, se muestran las producciones en los meses antes mencionados y su grafico correspondiente de estas cifras como se puede apreciar en la tabla 12.

Tabla 11 Producción mensual del año en curso. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Mes	Producción
Agosto	94353
Octubre	252982
Noviembre	318400

Tabla 12 Producción mensual del año en curso. Fuente: Elaboración propia, 2022.



Como se puede apreciar en el gráfico, los resultados han ido en aumento de 94K unidades al mes a 318K unidades al mes, sin embargo, el presente proyecto continuará y se seguirá dando seguimiento a la mejora continua implementada en el proceso.

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13. Conclusión del proyecto

Todos jugamos un lugar importante dentro nuestro trabajo, todos somos piezas importantes, tanto uno que opera una máquina, así como dirección, pero es de suma importancia que se lleve un control y buen manejo organizacional desde los altos mandos y de esta manera poder ir avanzado con éxito en la empresa, o por el contrario acercarse cada vez más al fracaso de la misma. Es por ello que los socios dirigen toda responsabilidad y confianza al director general, teniendo en cuenta su capacidad y un buen desempeño como administrador, capaz de resolver cualquier tipo de inconveniente que se pueda presentar y lograr satisfactoriamente el éxito de la compañía. Hoy en día, para muchas empresas la palabra calidad representa un factor muy importante para el logro de los objetivos trazados. Es necesario llevar a cabo un análisis detallado de la organización, para tomar la decisión de implantar un estudio de necesidades, si así la empresa lo requiere.

Resulta importante mencionar que, para el éxito del proceso de mejoramiento, va a depender directamente del alto grado de respaldo aportado por el equipo que conforma la dirección de la empresa, por ello el director general está en el deber de solicitar las opiniones de cada uno de sus miembros del equipo de administración y de los jefes de departamento que conforman la organización.

El mejoramiento y validación de procesos proporciona un alto grado de seguridad en un proceso específico, consistentemente produce un producto que cumple las especificaciones y características de calidad predeterminados. En el presente documento que implementó las herramientas más usuales para evitar los desperdicios se pudo mejorar un proceso y llegar a lo pactado por los requerimientos de los clientes.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### 14. Competencias desarrolladas durante el proyecto

1. Realicé análisis, diseñé e implementé estrategias para ayudar a la empresa Sensata Technologies de México para alcanzar sus objetivos.
2. Reforcé mis conocimientos en la carrera de ingeniería industrial y apliqué las habilidades desarrolladas: creación, gestión, desarrollo, fortalecimiento e innovación de las organizaciones, con una orientación sistémica y sustentable para la toma de decisiones en forma efectiva.
3. Compartí con ingenieros de alto nivel mi proyecto dentro de la industria, conocí nuevos métodos y técnicas de aprendizaje, y pude concluir y reafirmar que en esta etapa de mi vida tuve muy buenos maestros en la enseñanza.
4. Aprendí nuevas herramientas como lo es SMED, en lo personal no sabía aplicar esta metodología, mi asesor fue quien me la asignó y creo que fue de gran ayuda con la mejora en el proyecto, creo que nunca se termina de aprender nuevas cosas y de mejorar continuamente.
5. Terminé el proyecto con muy buenas expectativas del mismo, creo que se alcanzaron los logros que se plantearon a un principio del proyecto.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACION

### 15. Fuentes de información para realización del proyecto

1. Astros, I. J. T. (2013, octubre 28). *Estratificación: herramienta para el control de calidad*. Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos98/estratificacion-herramienta-control-calidad/estratificacion-herramienta-control-calidad>
2. Betancourt, D. (2016, agosto 11). Muestreo estratificado como herramienta de calidad. *Ingenio Empresa*. <https://www.ingenioempresa.com/muestreo-estratificado/>
3. *Capítulo 3.-El SISTEMA SMED*. (s/f). Uson.mx. Recuperado el 29 de noviembre de 2022, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21920/Capitulo3.pdf>
4. Consultores, A. (2012, enero 26). *Diagrama de Pareto - Herramientas de la Calidad* -. Aiteco.com; Aiteco Consultores. <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>
5. *Implementación de MSA*. José Luis Guerrero Álvarez. (s/f). Docplayer.Es. Recuperado el 29 de noviembre de 2022, de <https://docplayer.es/17041052-Implementacion-de-msa-jose-luis-guerrero-alvarez.html>
6. Rolandocabrerallibuy, P. (2021, abril 26). Diagrama de Pareto ejemplo. *Herramientas Lean*. <https://www.herramientaslean.com/diagrama-pareto/>
7. (S/f). Wordpress.com. Recuperado el 17 de noviembre de 2022, de <https://todoproyecto.files.wordpress.com/2020/08/lean-manufacturing-paso-a-paso-socconini-1ed.pdf-c2b7-version-1.pdf>

## CAPÍTULO 9: 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 15 Noviembre 2022

**ASUNTO:** Carta de terminación de residencias

**C. José Ernesto Olvera González**  
Director Del Instituto Tecnológico De Pabellón De Arteaga.

**Dra. Julissa Elayne Cosme Castorena**  
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

**PRESENTE.**

Por este conducto, me permito informarle que **Juan Jose Espinoza Carreón** con número de control **A181050718**, alumno de la carrera de **Ingeniería industrial**, fue aceptado para realizar su **Residencia Profesional** en el proyecto **"Aumento de capacidad de producción en maquina CO2"**, donde cubrió un total de **500 horas**, durante el periodo **Agosto-Noviembre 2022**.

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

**ATENTAMENTE**

The signature of Lic. Berenice Guzman Rivas is written over a horizontal line. To the right of the signature is a circular stamp containing the Sensata Technologies logo and the text "Sensata Technologies de Mexico, S. de R.L. de C.V.". Below the signature, the text "Lic. Berenice Guzman Rivas" and "Recursos Humanos." is printed. A diagonal stamp with the word "RECLUTAMIENTO" is also visible over the signature area.

Lic. Berenice Guzman Rivas  
Recursos Humanos.

