



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

# REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA AGOSTO-DICIEMBRE 2023

OMAR SALINAS MARES

INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA

“Mejora de productividad con la disminución de tiempo tacto en la línea 8 del área de ensamble III”.

Remora Automation S.A. de C.V.



**Nombre del asesor externo.**  
MTRO. Benito Rodríguez Cabrera.

**Nombre del asesor interno.**  
Ing. Ricardo Clapes Castro

Pabellón de Arteaga, Ags. 09 de diciembre 2023

## **2. AGRADECIMIENTOS.**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar esta nueva etapa como profesionista.

Así, quiero mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para mí, agradecer todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Agradezco a la empresa Remora Automation por llevar a cabo mi proyecto con gran éxito.

A mis compañeros, quienes a través de tiempo fuimos fortaleciendo una amistad y creando una familia, muchas gracias por toda su colaboración, por convivir todo este tiempo conmigo, por compartir experiencias, alegrías, frustraciones, llantos, tristezas, peleas, celebraciones y múltiples factores que ayudaron a que hoy seamos como una familia, por aportarme confianza y por crecer juntos en este proyecto, muchas gracias.

Quiero agradecer a mi asesor interno al Ing. Ricardo Clapes Castro por brindarme su apoyo y asesoría a lo largo de este proyecto y así permitirme seguir superándome. Así mismo quiero expresar mi gratitud al Mtro. Benito Rodríguez Cabrera quien es mi asesor externo por todo el apoyo y paciencia no solo en este proyecto si no a lo largo de toda la carrera.

Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mis padres esposa e hija, que fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

¡Muchas gracias por todo!

### **3. RESUMEN.**

En la empresa Remora Automation periódicamente se analizan las líneas de cada área para llevar un control de cada línea y de esta manera saber que se está cumpliendo con el requerimiento de material que el cliente requiere, por esta razón se analizó la línea número ocho del área de ensamble SUS, en donde se observó que dentro de esta línea el material que requería el cliente no se cumplía. Para diagnosticar cual era el principal problema se determinó realizar un análisis de toma de tiempos y movimientos para poder identificar en donde se estaba generando el problema.

Para tener un mejor análisis del problema que se tenía en la línea 8, se utilizarán técnicas de análisis como el VSM (Value Stream Mapping) y toma de tiempos con la finalidad de dar resultados y acciones correctivas adecuadas a las necesidades de la línea.

Se decidió realizar modificación en el lay out de la línea 8, para integrar robots a una misma celda, ya que los recorridos que se realizan por parte de los operadores son más largos y ocasionan que el material se tarde más tiempo en producirse del necesario. Con esta mejora se pretende que el operador al tener más cercas las máquinas y los robots, ya no realice tanto recorrido ya que quedarán eliminados algunos pasos innecesarios que se realizaban al tener más lejos las máquinas y los robots.

# ÍNDICE.

<b>1. PORTADA</b> .....	<b>0</b>
<b>2. AGRADECIMIENTOS.</b> .....	<b>1</b>
<b>3. RESUMEN.</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.</b> .....	<b>8</b>
2.1 <i>Introducción.</i> .....	8
2.2 <i>Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.</i> .....	8
2.3 <i>Caracterización de la empresa.</i> .....	8
2.4 <i>Lay out de la empresa.</i> .....	9
2.5 <i>Caracterización del área.</i> .....	10
2.6 <i>Estructura organizacional.</i> .....	12
2.7 <i>Problemas a resolver, priorizándolos.</i> .....	13
2.8 <i>Justificación.</i> .....	14
2.9 <i>Objetivos (general y específicos).</i> .....	14
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.</b> .....	<b>15</b>
3.1 <i>Marco teórico (fundamentos teóricos).</i> .....	15
3.1.1 <i>VSM (value stream mapping).</i> .....	15
3.1.2 <i>Estudio de Tiempos y Movimientos.</i> .....	18
3.1.3 <i>Teoría de restricciones.</i> .....	19
3.1.4 <i>Mejora de la línea de producción.</i> .....	21
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO.</b> .....	<b>23</b>
11. <i>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.</i> .....	23
4.1 <i>Diseño de lay out de unificación de celdas.</i> .....	24
4.2 <i>Unificación de celdas.</i> .....	25
4.3 <i>Programación de plc y robots.</i> .....	27
4.4 <i>Estudio de tiempos y movimientos.</i> .....	28
4.5 <i>Diseño de lay out de componentes a ensamblar.</i> .....	30
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
5.1 <i>Modificación del lay out.</i> .....	32

5.2	<i>Resultado de la mejora de tiempo tacto.</i>	33
5.3	<i>VSM a futuro.</i>	36
5.4	<i>Acomodo de componentes.</i>	37
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.</b>		<b>38</b>
6.1	<i>Conclusiones del proyecto.</i>	38
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.</b>		<b>40</b>
7.1	<i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas.</i>	40
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.</b>		<b>41</b>
8.1	<i>Fuentes de información.</i>	41
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS.</b>		<b>42</b>
	<i>Anexo 1. Carta de aceptacion.</i>	42
	<i>Anexo 2. Carta de terminación.</i>	43

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 Lay out de la empresa Remora Automation S.A de C.V. Fuente: propia.....	9
Figura 2 Lay out del área de Ensamble III (SUS). Fuente: propia. ....	10
Figura 3 Oil Pan. Fuente: propia.....	11
Figura 4 Neck Filler. Fuente: propia. ....	11
Figura 5 Strg mbr. Fuente: propia.....	11
Figura 6 Clasificación de esfuerzo por color. Fuente: propia.....	11
Figura 7 Panel de muestra de un automóvil. Fuente: propia. ....	12
Figura 8 Clasificación por color. Fuente: propia. ....	12
Figura 9 Organigrama Remora Automation S.A de C.V. Fuente: propia. ....	13
Figura 10 Selección de productos por familia. Fuente: (CARRERAS, 2021) .....	16
Figura 11 Pasos para la implementación del mapeo de cadena de valor (VSM). Fuente: (CARRERAS, 2021). ....	16
Figura 12 Símbolos del flujo de materiales. Fuente: (CARRERAS, 2021) .....	17
Figura 13 Simbología del flujo de información. Fuente: (CARRERAS, 2021).....	17
Figura 14 Propuesta de lay out de línea 8. Fuente: propia. ....	24
Figura 15 Formato estandarizado para toma de tiempos en Remora Automation S.A de C.V. Fuente: propia. ....	25
Figura 16 Propuesta de unificación de celdas de procesos de soldadura MIG y BRAZING. Fuente: propia. ....	26
Figura 17 Propuesta de unificación de JIG. Fuente: propia.....	27
Figura 18 Propuesta de unificación de JIG. Fuente: propia.....	28
Figura 19 Formato estandarizado de la empresa Remora Automation de estudio de tiempos. Fuente: propia. ....	29
Figura 20 Mapa de Flujo de Valor actual de línea 8 en la empresa Remora Automation. .....	30
Figura 21 Componentes a ensamblar en línea 8.....	31
Figura 22 Lay out después de mejora línea 8 ensamble SUS. Fuente: propia.....	32
Figura 23 Lay out después de mejora línea 8 ensamble SUS. Fuente: propia.....	33
Figura 24 Formato de toma de tiempos antes de mejora. Fuente: propia. ....	34
Figura 25 Formato de toma de tiempos después de mejora. Fuente: propia. ....	34
Figura 26 Acoplamiento de base para bracket. Fuente: propia. ....	35
Figura 27 Mapa de Flujo de Valor propuesto de la línea 8. Fuente: propia. ....	36
Figura 28 Acomodo de componentes después de mejora línea 8 ensamble SUS. Fuente: propia. ....	37
Figura 29 Gráfico de mejora de tiempos en línea 8. Fuente: propia.....	39

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1 Cronograma de actividades. Fuente: propia. ....	23
Tabla 2 Racionalizacion de tiempo extra (ahorro anual). Fuente: propia. ....	39

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

### **2.1 Introducción.**

En este proyecto se hablará de la mejora de línea 8 de ensamble SUS en la empresa de Remora Automation.

Esta mejora consiste en modificar lay out de maquinaria y estantes de componentes a ensamblar, con el objetivo de que las piezas se produzcan a un menor tiempo tacto y por lo tanto la empresa tenga una mejor rentabilidad al reducir el costo de fabricación, se utilizaron diferentes herramientas para el análisis y desarrollo de las actividades.

Se desarrollarán las técnicas de estudio de tiempos y movimientos para hacer más eficiente la productividad en línea 8, analizando los principales problemas de productividad como pasos innecesarios del operador, caminado, abasto de componentes, tiempo ciclo y tiempo máquina.

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

Antecedentes de la empresa.

Remora Automation, ubicada en Aguascalientes, México, se dedica a la fabricación de partes ensambladas para carrocerías (tales como chasises, tubos para gasolina, poleas y engranes para transmisiones, así como diferentes partes del motor y carrocería).

### **2.3 Caracterización de la empresa.**

#### **Misión:**

Ser el número uno de los proveedores con la especialidad en ensamble para la industria automotriz en América Latina.

### Visión:

Hacer productos con valor para la industria automotriz con el fin de contribuir al beneficio para el país, sociedad, accionistas, y empleados.

### Valores:

- Contribuir a la sociedad por las actividades de la empresa.
- Fomenta un ambiente de trabajo confortable para obtener un buen clima laboral.
- Asumir las necesidades del cliente, y Responderle inmediatamente.
- Ejecutar renovación y creatividad constantes en el manejo y tecnología.

## 2.4 Lay out de la empresa.

A continuación en la Figura 1 se muestra el lay out de la planta en general, en donde se observa cada una de las áreas y departamentos con los que se cuenta, el departamento en cual se realizaran las residencias profesionales se encuentra marcado en rojo, departamento el cual es llamado oficinas de ensamble de producción, el cual se encarga de realizar actividades de actualización de documentos, captura de reportes de producción, captura de toma de tiempos y movimientos y documentación de las líneas de producción.



Figura 1 Lay out de la empresa Remora Automation S.A de C.V. Fuente: propia.

## 2.5 Caracterización del área.

Para el proyecto de mejora se enfocó en el área de Producción Ensamble III en la línea número ocho de ensamble SUS ver Figura 2.

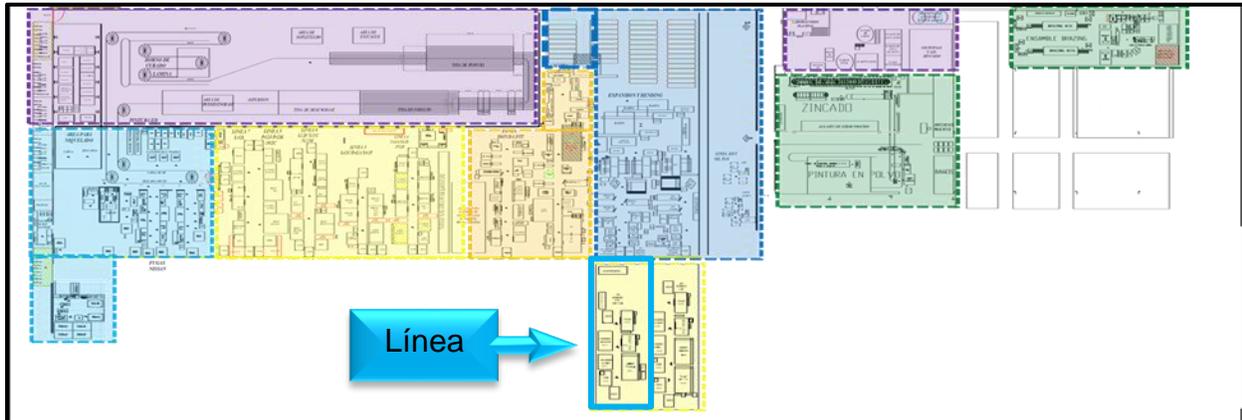


Figura 2 Lay out del área de Ensamble III (SUS). Fuente: propia.

Se hace uso de los colores para identificar claramente las áreas de Remora Automation quedando como color amarillo el área donde se realizó la mejora.

- **Zona morada:** Pintura ED, Fugas SUS Nissan, Fugas Honda, Fugas Mazda y Jacto ED.
- **Zona amarilla:** Ensamble SUS (Acero Inoxidable) Líneas 3, 4, 5, 6, 8 y 9 (Área donde se realiza residencias profesionales).
- **Zona naranja:** Mazda & Honda, Ensamble, Corte y Expansión.
- **Zona azul:** Corte y Expansión de Acero Inoxidable, líneas 1, 2, 3 y 4.
- **Zona morada:** Acero al Carbón, donde se encuentran los procesos de ZINCADO, Pintura ET, Fugas, Ensamble línea 1 y 2, para finalizar Ensamble BRAZING.

Remora Automation cuenta con el área de Ensamble I, Ensamble II y Ensamble III donde el área de ensamble III es el área que más utilidad genera a la empresa, ya que una sola pieza tiene un costo mayor a las otras dos áreas de producción ya que Ensamble I y Ensamble II tienen un costo más bajo por pieza, Es por eso, que se realizó el estudio a

la línea número cuatro de ensamble SUS para así poder aumentar cada vez más las ganancias.

A continuación, se muestran algunos de los principales productos (partes) que se fabrican dentro de Remora Automation, siendo proveedor directo de ensambladoras internacionales como NISSAN, HONDA y MAZDA. Ver Figura 4 , Figura 5 y Figura 3.



Figura 5 Strg mbr. Fuente: propia.



Figura 4 Neck Filler. Fuente: propia.



Figura 3 Oil Pan. Fuente: propia.

A continuación, se muestra la clasificación de las piezas de acuerdo con el esfuerzo que se les realiza en las pruebas de tensión y en seguida en la Figura 7 y Figura 8 se muestran 2 automóviles muestra con las partes pintadas de acuerdo con la clasificación de esfuerzos.

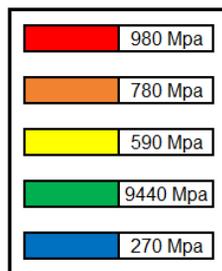


Figura 6 Clasificación de esfuerzo por color. Fuente: propia.



Figura 7 Panel de muestra de un automóvil. Fuente: propia.



Figura 8 Clasificación por color. Fuente: propia.

## 2.6 Estructura organizacional.

A continuación, se muestra el organigrama general de la empresa en donde se muestran las ramificaciones de los puestos de trabajo en los diferentes departamentos en la empresa Remora Automation Figura 9.

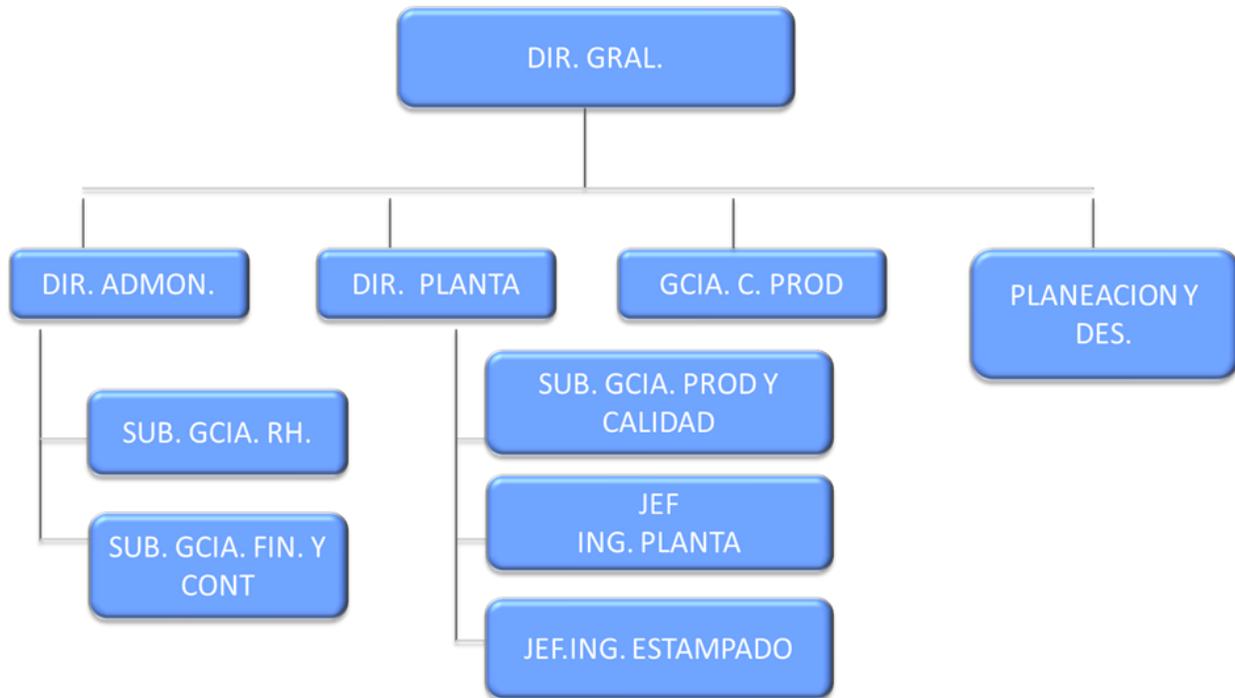


Figura 9 Organigrama Remora Automation S.A de C.V. Fuente: propia.

## 2.7 Problemas a resolver, priorizándolos.

La empresa Remora Automation está en constante crecimiento e integración de nuevos modelos, esto genera que las líneas deben de ser lo suficientemente eficientes para producir en tiempo y forma los requerimientos del cliente, para ello es necesario tener los modelos que se producen en cada línea el menor tiempo tacto posible.

El departamento de ensamble tres, donde se realizó las residencias se identifica la problemática en el área de ensamble SUS de la línea ocho se tiene los siguientes problemas:

- Retraso de producción.
- Distancia entre un proceso a otro continuo.
- Ensamble de componentes en estaciones separadas.

## **2.8 Justificación.**

Dentro de la Empresa Remora Automation se encuentra en departamento de ensamble 3, donde se producen 28 modelos que se producen en 9 líneas de ensamble para ello es necesario cumplir con las entregas a cliente en tiempo y forma.

De acuerdo con la demanda del cliente, es necesario llevar a cabo este proyecto con objetivo de incrementar la productividad en un 2% para tener a la línea 8 dentro de los objetivos internos de la empresa, en el modelo 5RL0A, ya que actualmente se tiene un bajo cumplimiento y por ende un retraso de entrega al cliente.

## **2.9 Objetivos (general y específicos).**

### ***Objetivo general:***

Mejorar la productividad en un 2% más en la línea 8 del área de ensamble SUS.

### **Objetivos específicos:**

- Incrementar el número de piezas por hora en un 2%.
- Disminuir la distancia de recorrido del operador en la línea de trabajo a un máximo de 2 metros.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.**

### **3.1 Marco teórico (fundamentos teóricos).**

El análisis de la problemática en este proyecto fue apoyado en las siguientes herramientas:

- VSM.
- Toma de tiempos y movimientos.
- Teoría de restricciones.

#### **3.1.1 VSM (value stream mapping).**

¿Qué es un VSM?

Un VSM (Value Stream Mapping).

El mapeo de la cadena de valor VSM es una técnica que permite visualizar gráficamente el estado actual y futuro del sistema de producción completo, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas con el fin de tener una visión general del sistema de producción que se tiene en una planta de procesamiento de cualquier producto.

De acuerdo con Vendan & K. (2010) “Un sistema de manufactura opera con sincronización de las actividades paso por paso”. (Cuevas, 2013).

Selección del producto. Se debe de elegir el producto por medio de intereses y en las necesidades que tenga el proceso hasta ese momento, para ello es necesario clasificarlo por familias de productos como lo muestra el ejemplo.

		PROCESOS							Familia de productos
		1	2	3	4	5	6	7	
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X	X	Familia de productos
	B	X	X	X	X	X	X	X	
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X		X	X		
	E		X	X				X	
	F	X		X		X		X	

Figura 10 Selección de productos por familia. Fuente: (CARRERAS, 2021)

Los pasos de implementación del mapeo de la cadena de valor (VSM) son mostrados en la siguiente figura.

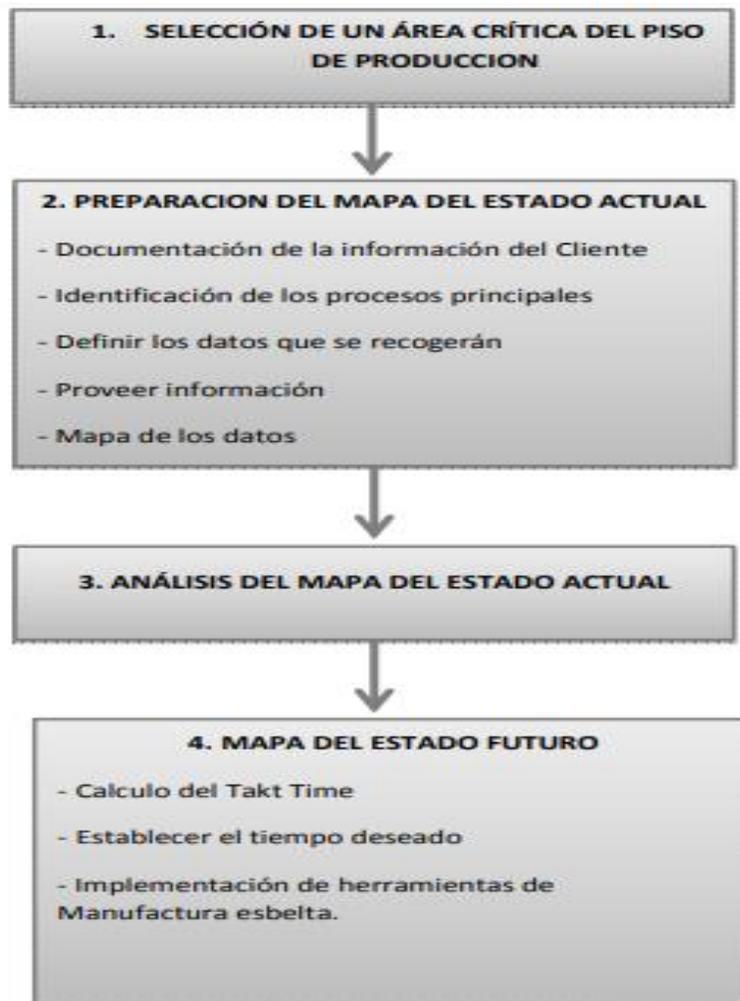


Figura 11 Pasos para la implementación del mapeo de cadena de valor (VSM). Fuente: (CARRERAS, 2021).

Para establecer el VSM se tiene que utilizar la simbología en materiales y flujo de información.

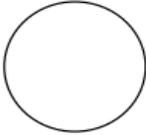
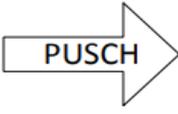
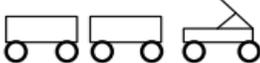
 <b>Operación de Valor Añadido</b>	 <b>Operación de Control</b>	 <b>1000 piezas días Material Parado</b>	 <b>Movimiento de Materiales Empujado</b>				
 <b>Movimiento de Material Tirado</b>	<table border="1" data-bbox="532 634 717 772"> <tr><td>T/C: 6.5 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> <b>Datos de Proceso</b>	T/C: 6.5 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<u>Máx. 30 Piezas</u> — FIFO — <b>Movimiento de Material Tirado</b>	 <b>Localizaciones Externas</b>
T/C: 6.5 seg.							
C/S: 400 seg.							
2 Turnos							
OEE: 60%							
 <b>Transporte Camión</b>	 <b>Transporte interno</b>	 <b>Supermercado</b>					

Figura 12 Símbolos del flujo de materiales. Fuente: (CARRERAS, 2021)

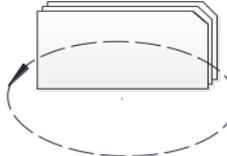
 <b>Flujo de información manual</b>	 <b>Flujo de información electrónico</b>	 <b>Plan de producción</b>	 <b>Caja de nivelado</b>
 <b>Kanban Lote de producción</b>	 <b>Kanban de movimiento</b>	 <b>Kanban de producción</b>	 <b>Movimiento de kanban en lote</b>
 <b>Secuenciador</b>	 <b>Ajustes «informales» del plan de producción</b>		

Figura 13 Simbología del flujo de información. Fuente: (CARRERAS, 2021)

A continuación, se presentan los pasos para la elaboración del VSM:

1. Flujo de materiales a partir del cliente.
2. Se representan las operaciones apuntadas en la hoja "Análisis del flujo del proceso.
3. Se representa el flujo de información.
4. Se calcula y representa el lead time.
5. Se dispone del mapa completo.

### **3.1.2 Estudio de Tiempos y Movimientos.**

El estudio de tiempos es el procedimiento usado para medir el tiempo requerido por un operario calificado quien se encuentra trabajando a un nivel normal de desempeño desarrollando una operación conforme a un método establecido, generalmente el estudio de tiempos incluye el estudio de métodos.

El estudio de tiempos fundado por Taylor, contribuyó en determinar los tiempos estándar para que un individuo realice una actividad a un método normal.

Los motivos que necesitan tener estimaciones de tiempo son:

- Las organizaciones deben cotizar un precio competitivo.
- Para realizar una oferta se debe estimar el tiempo y costo de manufactura.
- Establecer programas de fabricación.
- Evitar tiempos ociosos de máquinas y operarios.
- Cumplir las fechas de entrega a los clientes.
- Planificar la llegada de materias primas.
- Realizar mantenimiento de equipos, instalaciones, orden y aseo de la organización.
- Pronosticar las necesidades de equipo y mano de obra, es decir las horas-hombre y horas máquina.

El estudio de movimientos, analizados por los Gilbreth, con la finalidad del perfeccionamiento de los métodos, en la actualidad se utilizan los métodos, los movimientos y los tiempos juntos, como herramienta de análisis con la finalidad de:

- Encontrar la forma más económica de hacer el trabajo.
- Normalizar los métodos, movimientos, materiales, herramientas e instalaciones.
- Establecer tiempos estándar.
- Capacitar a los operarios con el método nuevo.

El estudio de movimientos sirve para reducir los costos, los estudios de tiempos, para el control. Los primeros son la actividad creadora, la de diseño, en tanto que los segundos añaden la medición.

### **3.1.3 Teoría de restricciones.**

La teoría de las restricciones (TOC o theory of constraints) es una metodología de resolución de problemas que te ayuda a identificar los obstáculos más importantes o el factor limitante que se interpone en el camino de los objetivos y metas de tu proyecto.

#### **¿Qué es una restricción?**

Según la teoría de las restricciones, una restricción es el principal factor limitante que impide que un proyecto tenga éxito. Usar la teoría de las restricciones no significa que se debe encontrar cualquier restricción aleatoria de un proyecto, se trata de encontrar el mayor obstáculo o cuello de botella en todo el sistema y resolver esa restricción.

Una vez que identificas la restricción más grande, puedes trabajar para eliminarla o resolverla, y mejorar el proceso del proyecto. Al hacerlo, los equipos de tu proyecto pueden alcanzar sus objetivos de forma más rápida, más eficaz y mejor (Martins, Qué es la teoría de las restricciones y cuáles son sus principios, 2022).

## **Los cinco pasos de focalización.**

Los cinco pasos de focalización pueden ayudarte a identificar y abordar una restricción. Esta es la forma más básica y sencilla de utilizar la teoría de las restricciones.

### **1. Identifica la principal restricción del proyecto.**

Como introducción a los cinco pasos de focalización, el punto de partida es comenzar por buscar el cuello de botella. Este puede ser el proceso que lleve más tiempo. Podría ser la persona o el proceso que está obstaculizando tu proyecto o el mayor riesgo para el éxito de tu proyecto.

### **2. Aprovecha la restricción.**

Durante el paso dos, aprovecharás la restricción mientras usas los recursos que ya tienes. Uno de los beneficios de utilizar la teoría de las restricciones es que te ayuda a minimizar cualquier inversión o necesidad adicional. En esta etapa, pregúntate: ¿cómo puedo maximizar la restricción con lo que ya tengo disponible? Si resuelves con éxito la restricción para que ya no sea el factor limitante principal, eso se llama “romper” la restricción.

### **3. Subordina todo a la restricción.**

Durante este paso, eleva la restricción para asegurarte de que todas las partes del proyecto respalden la solución que propones para la restricción. Subordinar significa asegurarte de sincronizar todos los recursos que no son una restricción al ritmo de la restricción del sistema. Ten en cuenta que la restricción que estás resolviendo es el mayor cuello de botella u obstáculo, por lo que todo lo demás en el proyecto es, por definición, menos importante.

### **4. Atenúa la restricción (opcional).**

Este paso solo es necesario si aún tienes que corregir la restricción. En este punto, si la restricción es un obstáculo grave, considera agregar más recursos para solucionar el problema.

## **5. Repite según sea necesario.**

A estas alturas, habrás resuelto el factor limitante más grande para tu proyecto. ¡Felicitaciones! Ahora que has resuelto la principal restricción, el segundo factor limitante más importante es ahora la principal restricción. Si es necesario, habrá que volver al paso 1 y repetir el proceso nuevamente para resolver esa restricción, y así sucesivamente (Martins, Qué es la teoría de las restricciones y cuáles son sus principios, 2022).

### **3.1.4 Mejora de la línea de producción.**

#### **Línea de producción.**

Se define a la línea de producción aquellos sistemas de manufactura como diferentes estaciones y un sistema estable de trayectoria, pueden ser manuales, automáticas o híbridas. Por esta razón, las operaciones de desarrollan en forma secuencial dentro de cada estación de trabajo y el tipo de producto es similar.

Generalmente las líneas de producción son utilizadas en operaciones de procesos o ensamble de materiales o productos elaborados, es poco usual que en las mismas operaciones de ejecuten en la misma línea.

La línea de producción se constituye por un grupo de productos destinados a usos esencialmente similares, con propiedades físicas muy parecidas. Las líneas de producción requieren estrategias de marketing y debe ser controlada por un experto para tomar decisiones en cuanto a la extensión de la línea y sus características.

#### **Procesos productivos.**

Se definen como un conjunto de actividades en las cuales varios factores productivos se transforman en productos, la transformación genera riqueza, es decir, añade valor a los elementos o entradas que son adquiridos por la empresa. Los materiales adquiridos tienen un mayor valor y un aumento de posibilidad en satisfacer la demanda de los clientes a medida que avanzan en el proceso de producción, lo necesario es tener definidos las entradas para obtener la salida del producto final (Matos Alegre, 2023).

### **Etapas del proceso productivo.**

El proceso productivo está constituido por fases, tanto si se fabrican productos como servicios.

Etapas del proceso de producción:

- Diseño.
- Producción.
- Distribución.

### **Clasificación del proceso productivo.**

Se encuentran diferentes tipos de procesos productivos:

Lineal o por producto.

- Producción de un determinado bien o servicio.
- La maquinaria y materia prima se basa en los requerimientos del producto a elaborar.

Intermitente o por proyecto.

- Proceso de producción se realiza en lotes o intervalos intermitentes.
- Son organizados en centros de trabajo agrupando la maquinas que presentan características similares (Matos Alegre, 2023).

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO.

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

En la Tabla 1 se muestran las actividades que se realizaron dentro de la empresa para la elaboración y desarrollo del proyecto para mejorar del tiempo tacto en el modelo 5RL0A, para la eliminación de la saturación del flujo de las piezas en la línea 8 del área de ensamble SUS de Remora Automation.

Como antecedente, se dan a conocer los resultados logrados del mes anterior (julio) en junta de productividad que se realiza los lunes de cada semana para ver los hallazgos y seguimiento de los modelos con menos cantidad de piezas producidas, teniendo como resultado de línea 8 se encuentra con necesidad de mejorar la productividad en un 2% para lograr el objetivo de no generar tiempo extra y así la empresa tenga una mayor utilidad.

#### Actividades por mes:

Tabla 1 Cronograma de actividades. Fuente: propia.

<b>Actividades</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
4.1 Diseño de lay out de unificación de celdas.					
4.2 Unificación de celdas.					
4.3 Adaptación de JIG.					
4.4 Programación de PLC y robots.					
4.5 Estudio de tiempos y movimientos.					
4.6 Diseño de lay out de componentes a ensamblar.					
4.7 Elaboración de reporte final.					
4.8 Entrega de reporte final.					

#### 4.1 Diseño de lay out de unificación de celdas.

A continuación, se muestra lay out de línea 8 para la producción de modelo 5RL0A, se marca de color rojo los procesos de soldadura MIG y BRAZING, en estos procesos se tiene una celda y un JIG para cada proceso, lo que nos genera más tiempo de producción por la distancia recorrida por el operador con esta forma de trabajo se tiene problema para cumplir el objetivo de productividad marcado por la empresa.

Se diseña la siguiente propuesta para tener como resultado una línea más compacta donde el operador tenga menos recorrido.

1. Cambiar robot MIG a celda de robot BRAZING.
2. Eliminar celda de robot MIG.

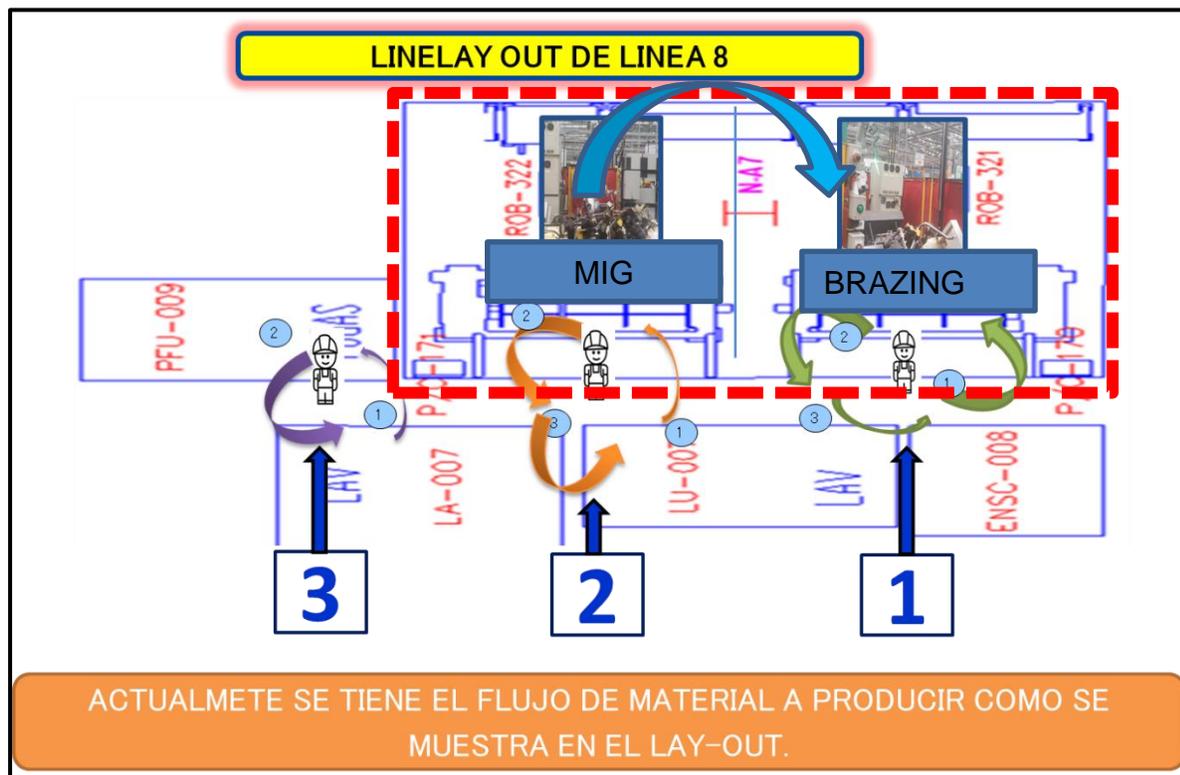


Figura 14 Propuesta de lay out de línea 8. Fuente: propia.

## Elaboración del diagnóstico.

Para diagnosticar cual era el principal problema que se tenía dentro de la línea 8 se determinó realizar un análisis de toma de tiempos y movimientos que se registraron el formato estandarizado para toma de tiempos (ver Figura 15) para poder identificar en donde se estaba generando el problema.

LINEA		NUMERO DE PARTE		NOMBRE DE OPERARIO		FECHA		ELABORO																	
Proceso	PUNTOS	CAMINADO	H/T	M/T	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	
1	ENSC-008																								
2	ROB-321 ROB-322																								
3	LU-007																								
	OPERARIO 1																								
6	PFU-009																								
	OPERADOR 2																								

Figura 15 Formato estandarizado para toma de tiempos en Remora Automation S.A de C.V. Fuente: propia.

## 4.2 Unificación de celdas.

Se diseña celda de manufactura con ambos robots de soldadura con el fin de unificar el proceso y tener un tiempo menor de recorrido por el operador.

A continuación, se muestra cómo es la celda actual y la propuesta de mejora para la unificación de celdas.

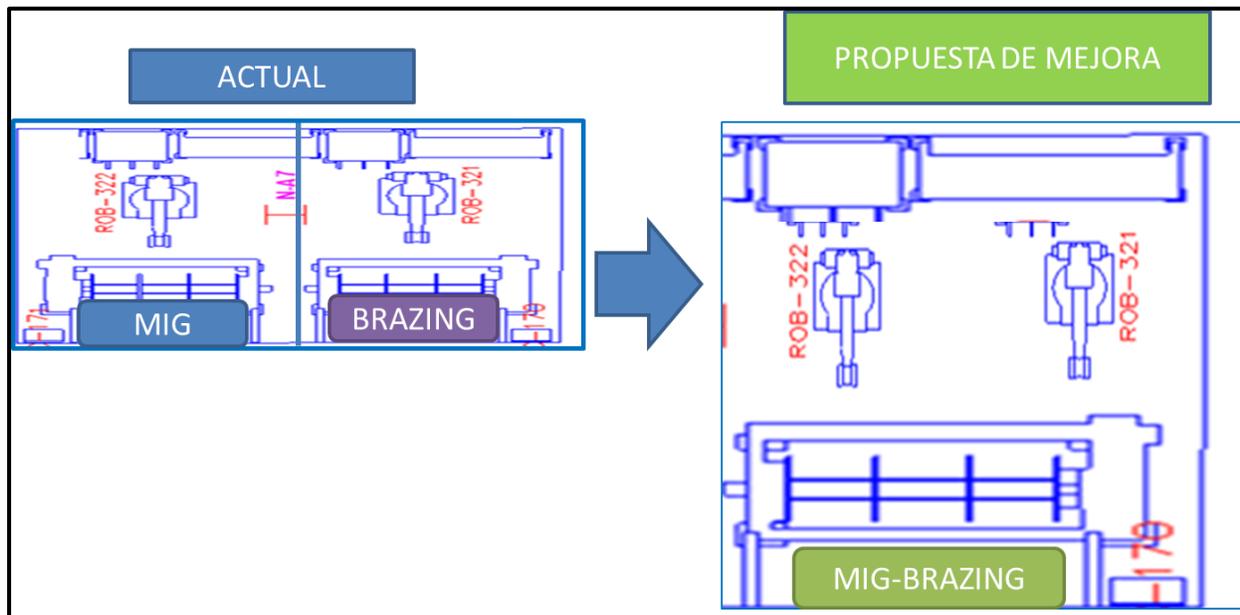


Figura 16 Propuesta de unificación de celdas de procesos de soldadura MIG y BRAZING. Fuente: propia.

### **Adaptación de jig.**

Para realizar la integración de las celdas de MIG y BRAZING es necesario considerar los acoplamientos necesarios para que la pieza quede fija y tenga los 2 componentes necesarios para hacer el correcto ensamble de ambos componentes.

Se desensamblarán las bases que se tenían en el JIG de MIG para acoplarlas en el JIG de BRAZING.

## ACOPLAMIENTO DE JIGS

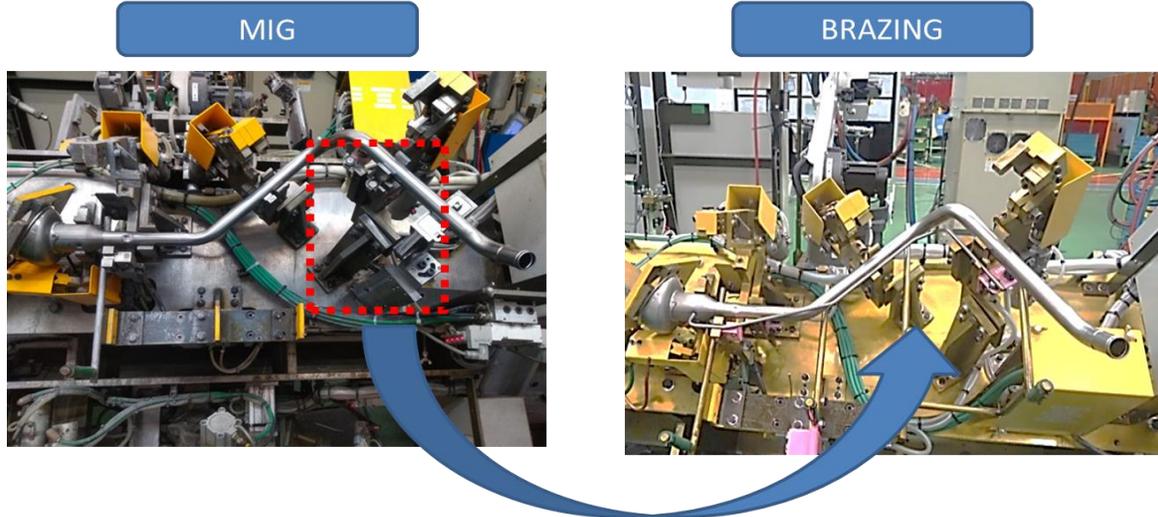


Figura 17 Propuesta de unificación de JIG. Fuente: propia.

### 4.3 Programación de plc y robots.

Parte importante es la sincronización de los robots y PLC para tener un buen resultado de esta mejora es necesario programar de acuerdo con las necesidades de celda unificada.

Factores necesarios para considerar en la programación de PLC y ROBOTS:

- Robots deben entrar a la vez para reducir tiempo de procesamiento.
- Dar de alta robot MIG en PLC de celda MIG para que responda a los controles generales de la celda.
- Conexión de robots adecuada para evitar interferencia de ambos robots.
- Programar ruta de robots para que no choquen entre sí.
- Desarrollar programa desde cero a robot MIG pues el cambio de posición afectará sus movimientos.

A continuación, se muestra las partes de Modelo, Bracket Brazing y soldadura Mig.

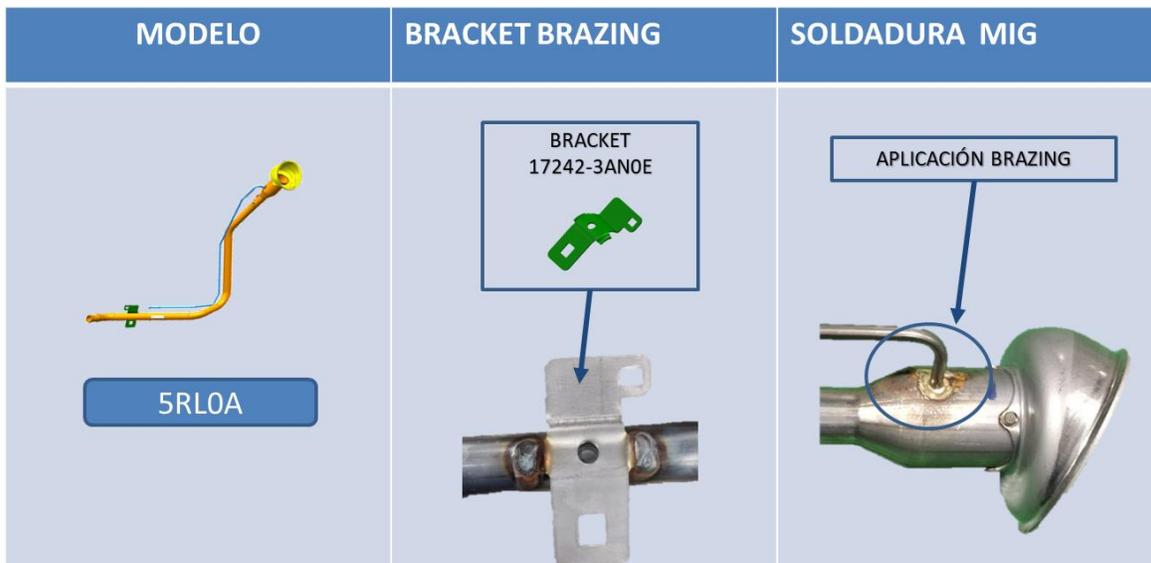


Figura 18 Propuesta de unificación de JIG. Fuente: propia.

#### 4.4 Estudio de tiempos y movimientos.

Se realiza la toma de tiempos en línea 8 en el área de Ensamble SUS para detectar oportunidades de mejora en línea de producción y se arrojan los siguientes tiempos de acuerdo con el formato estandarizado de la empresa.

A continuación, se muestran los resultados de los tiempos obtenidos de la toma de tiempos en línea 8.

LINEA		NUMERO DE PARTE	NOMBRE DE OPERARIO	FECHA	ELABORO																				
Proceso	PUNTOS	CAMINADO	H/T	M/T	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	
1	ENSC-008																								
2	ROB-321 ROB-322																								
3	LU-007																								
	OPERARIO 1																								
6	PFU-009																								
	OPERADOR 2																								

Figura 19 Formato estandarizado de la empresa Remora Automation de estudio de tiempos. Fuente: propia.

Se realiza VSM para plasmar la condición actual de línea 8 de Ensamble SUS con los datos obtenidos de la toma de tiempos y así generar una idea más clara de lo que se necesita realizar para las contramedidas del proyecto.

A continuación, se presenta el VSM actual de línea 8 de Ensamble SUS:

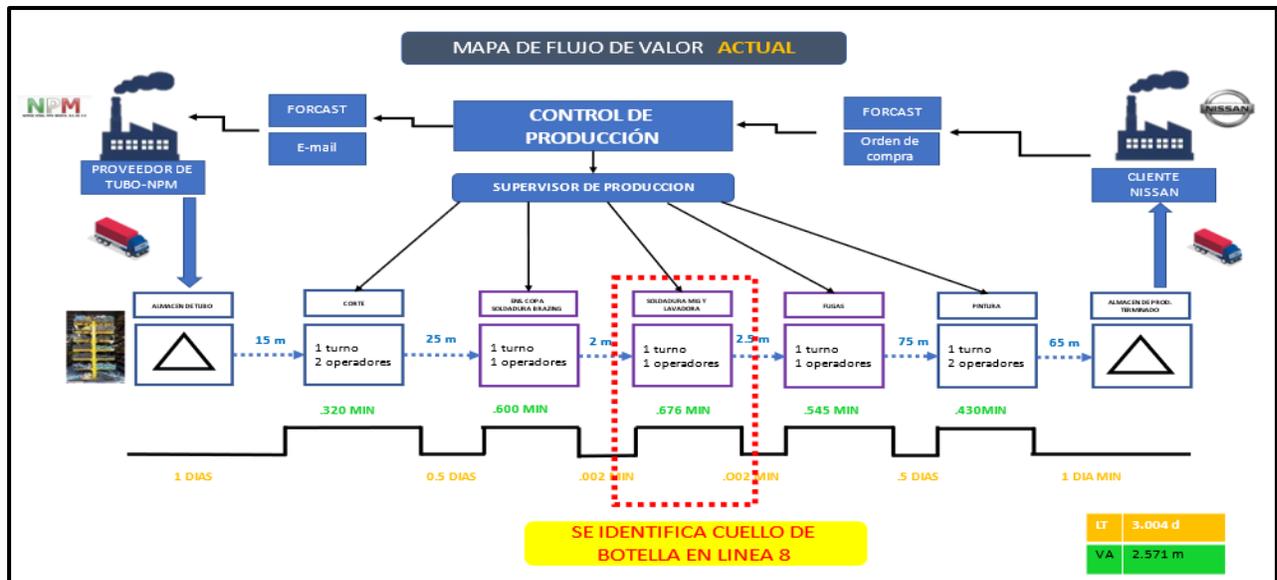


Figura 20 Mapa de Flujo de Valor actual de línea 8 en la empresa Remora Automation.

Para la fabricación de los tubos de llenado de gasolina se tiene el proceso antes expuesto en el VSM actual.

Proceso:

1. Corte y expansión. Se secciona el tubo de acuerdo con la medida del tubo según modelo a producir.
2. Ensamble SUS. Se ensambla componentes metálicos con 2 diferentes tipos de soldadura MIG y BRAZING.
3. Pintura por electrodeposición (ED). Se pintan de color negro todas las piezas y se les colocan componentes plásticos para su ensamblaje posterior en la unidad.

#### 4.5 Diseño de lay out de componentes a ensamblar.

Se considera colocar componentes a ensamblar cerca del operador para realizar el ensamble en menos tiempo y así reducir aún más el tiempo ciclo del operador.

En la siguiente figura se muestra de color rojo la ubicación de los componentes a ensamblar lo más cerca del operador.

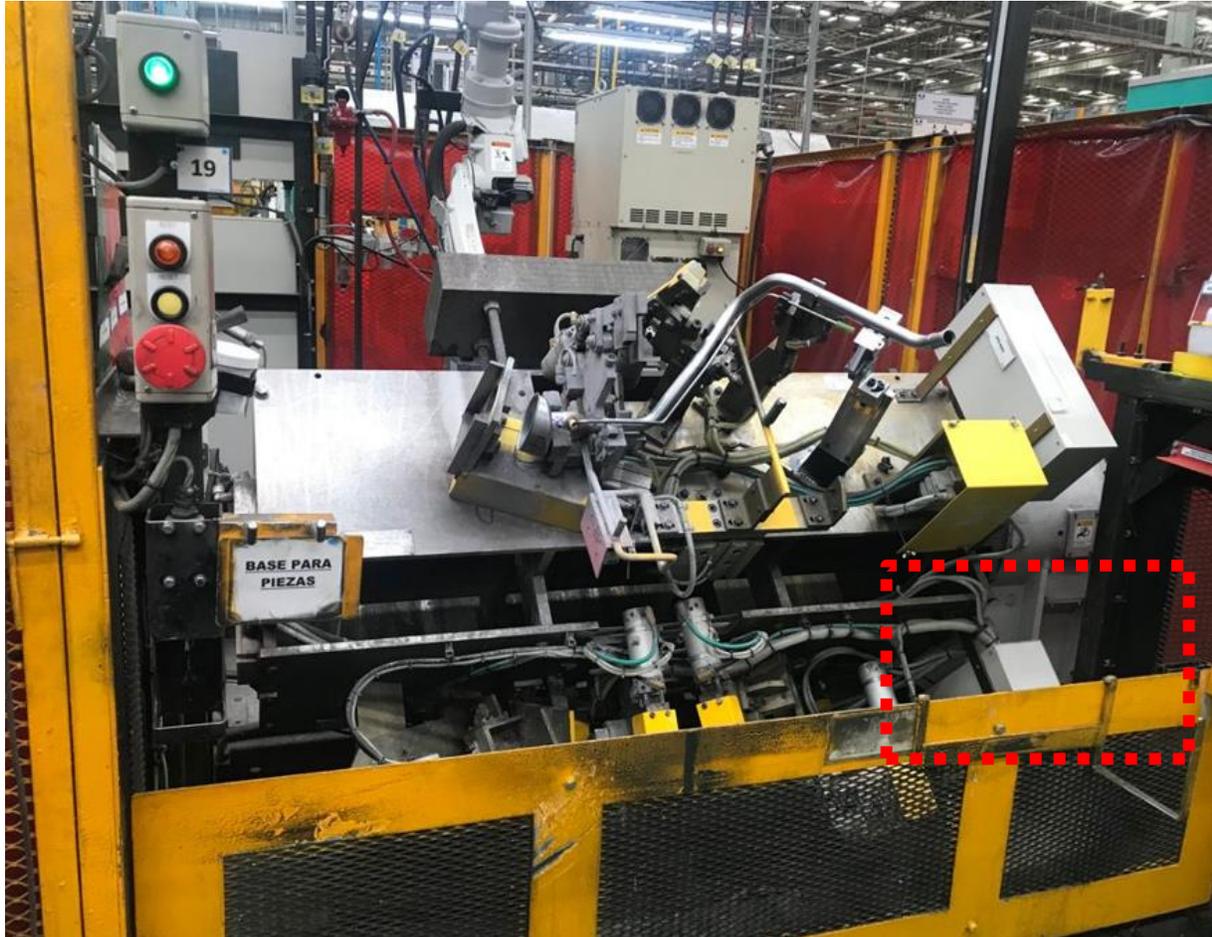


Figura 21 Componentes a ensamblar en línea 8.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS.

### 5.1 Modificación del lay out.

Se realizan las modificaciones de la línea 8 quedando como resultado el siguiente lay out como se observan las celdas de soldadura MIG y Brazing estan en una unificadas.

La distancia recorrida por el operador uno de se elimina por completo pues antes recorria 4 metros de la estacion de soldadura de brazing ala de mig.

Se realizo cambio de lay out unificando celdas de soldadura MIG y BRAZING para realizar ambas soldaduras a un mismo tiempo por lo que nos da un proceso mas rapido.

A continuacion se muestra linea 8 de Ensamble SUS con la modificacion de lay out (ver Figura 22y Figura 23).

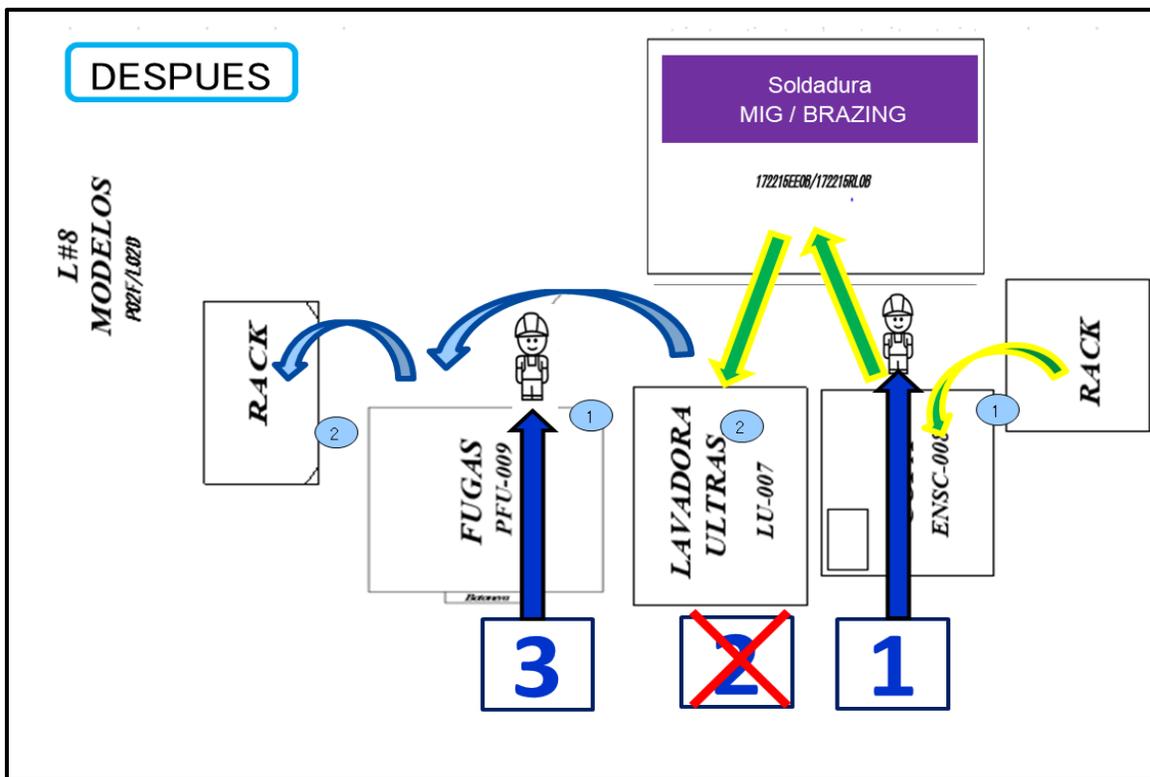


Figura 22 Lay out después de mejora línea 8 ensamble SUS. Fuente: propia.



Figura 23 Lay out después de mejora línea 8 ensamble SUS. Fuente: propia.

## 5.2 Resultado de la mejora de tiempo tacto.

Se realiza la toma de tiempos para confirmar resultados obtenidos de la mejora en el proceso de ensamble de tubo de llenado de gasolina modelo 5RL0A.

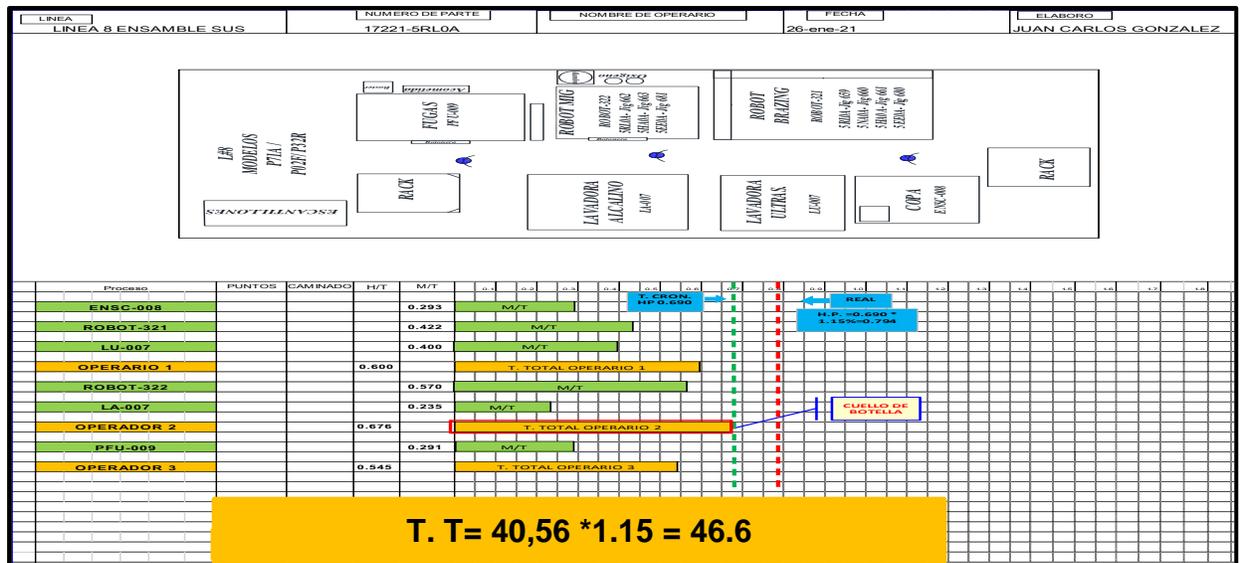


Figura 24 Formato de toma de tiempos antes de mejora. Fuente: propia.

El tiempo anterior era de 46.6 segundos y la condición después de la mejora es de 39.06 segundos.

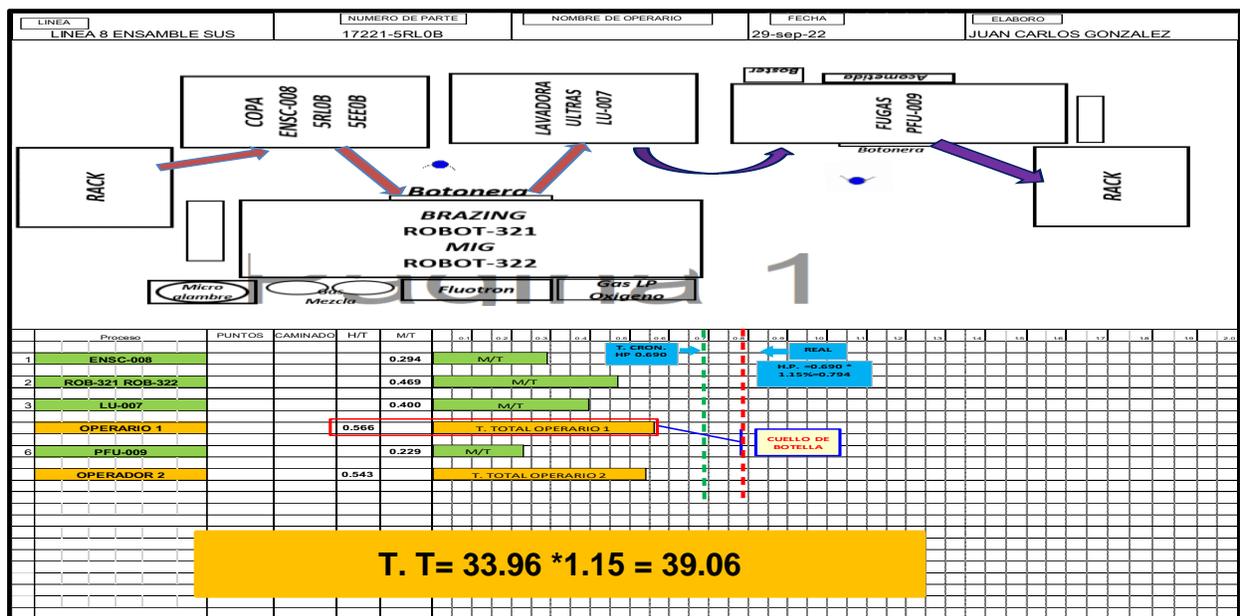


Figura 25 Formato de toma de tiempos después de mejora. Fuente: propia.

## Acoplamiento de jigs.

Se acopla base en jig para el ensamble de BRACKET de soldadura MIG se tiene base en la correcta posición dimensional del modelo 5RL0A (ver Figura 26).

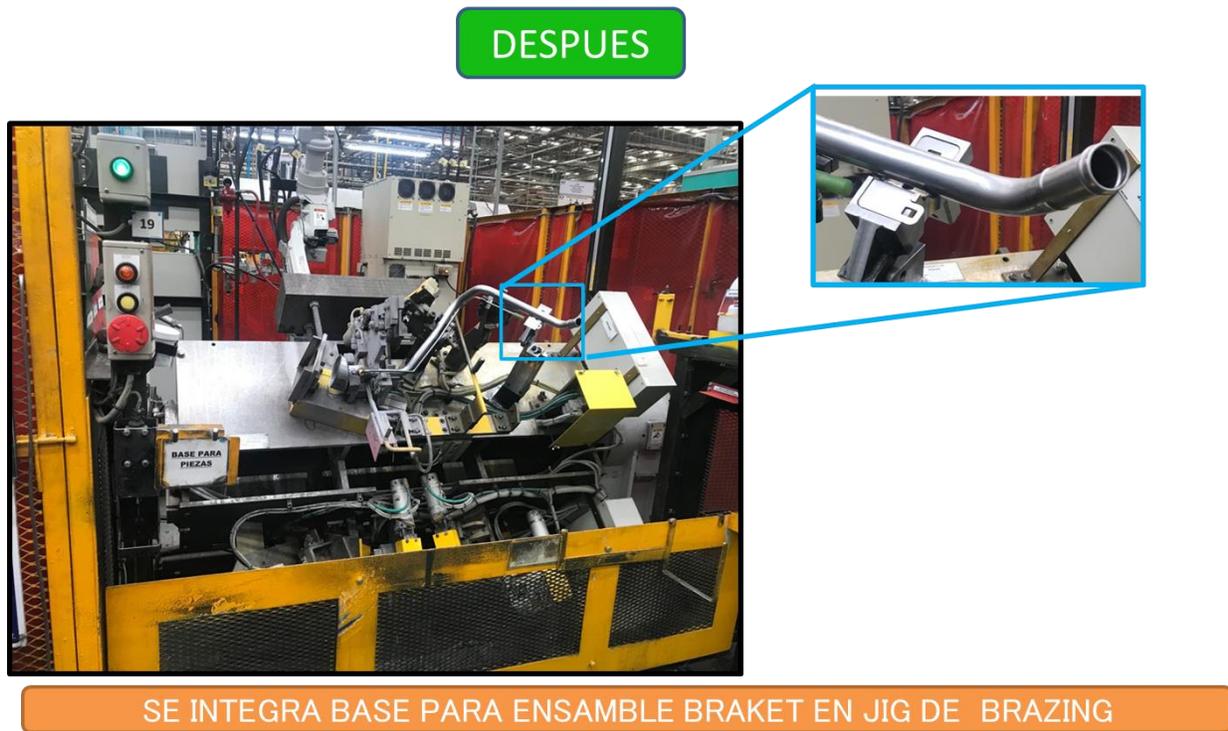


Figura 26 Acoplamiento de base para bracket. Fuente: propia.

### 5.3 VSM a futuro.

A continuación, se muestra el VSM a futuro de línea 8 en donde se incorpora la mejora obtenida (ver Figura 27).

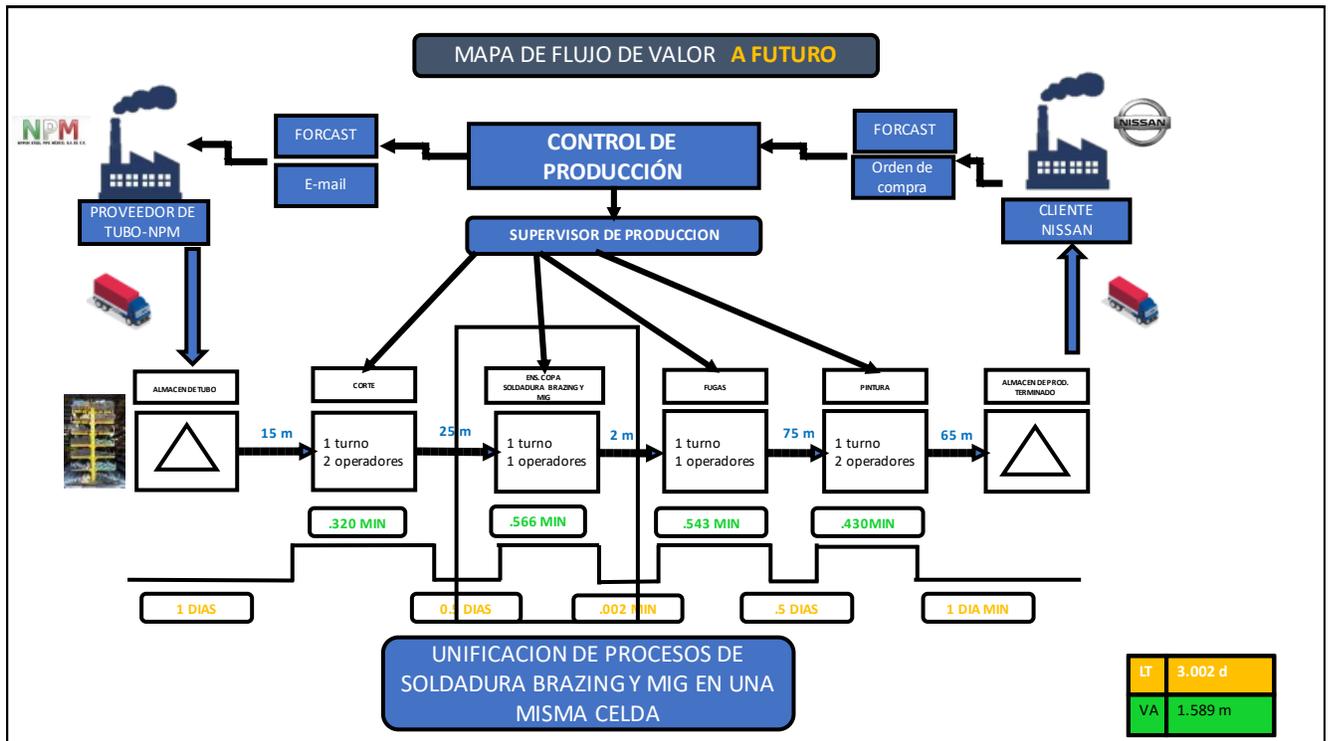


Figura 27 Mapa de Flujo de Valor propuesto de la línea 8. Fuente: propia.

Descripción de VSM proyectado:

- Se unificarán las celdas de soldadura MIG y BRAZING en el mismo JIG de trabajo.
- Los dos robots soldaran al mismo tiempo, con esto unificaremos tiempos.
- Operador dará menos pasos de una celda a otra.
- Operador reducirá pasos para abastecer componentes.

#### 5.4 Acomodo de componentes.

Se reacomodan componentes cerca de operador con la finalidad que lo tenga ala mano y asi reducir el tiempo de preparacion de el ensamble de componentes (ver Figura 28).



Figura 28 Acomodo de componentes después de mejora línea 8 ensamble SUS.  
Fuente: propia.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.**

### **6.1 Conclusiones del proyecto.**

En el análisis de este proyecto se utilizaron las herramientas vistas en la carrera, se pusieron en práctica las enseñanzas vistas en clase.

El proyecto realizado en la empresa Remora Automation tiene un buen resultado pues superamos el objetivo de mejorar la productividad en un 2% alcanzando un mejor resultado del 3.8% lo que nos deja una buena enseñanza para tomar nuevos proyectos en nuestra vida profesional.

Los resultados obtenidos por la integración de las celdas de soldadura MIG Y BRAZING se realizaron con la ayuda de varias personas involucradas como el supervisor de ingeniería y calidad con el fin de realizarlas con el mejor impacto y seguridad hacia la calidad y seguridad de las personas.

El aprendizaje que se logró en la realización de este proyecto me deja una buena satisfacción y conocimiento en el desarrollo de proyectos de mejora pues se mejoran los procesos en campo con un análisis de tiempos y se realizan las mejoras de acuerdo con las necesidades de la línea.



Figura 29 Gráfico de mejora de tiempos en línea 8. Fuente: propia.

Se genera un ahorro monetario por la disminución de tiempo tacto en modelo 5RL0A Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2 Racionalización de tiempo extra (ahorro anual). Fuente: propia.

VOLUMEN X PIEZAS	TIEMPO TACTO	TIEMPO REQUERIDO	TIEMPO DISPONIBLE	DIFERENCIA	HORAS	CANTIDAD DE OPERADORES	COSTO POR OPERADOR	COSTO TOTAL
15800	0.676	10680.8	10400	-280.8	-4.68	3	1800	-25272
15800	0.651	10285.8	10400	114.2	1.9	2	1800	6852

ANTES   
 DESPUES

**AHORRO TOTAL \$303,264.00 ANUAL**

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

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

1. Apliqué habilidades de ingeniería en el diseño y reacomodo de lay out.
2. Apliqué mecanismos que ayudaron a facilitar la toma de decisiones por medio de herramientas vistas en la carrera.
3. Apliqué eficientemente los datos que fueron analizados para que la mejora continua cumpliera con el objetivo esperado.
4. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos de tiempos y movimientos.
5. Se coordinaron equipos de trabajo para la ejecución de la mejora continua (producción, ingeniería y calidad).
6. Se utilizaron las nuevas tecnologías de información y comunicación para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.
7. Cree el VSM del antes y después, así como el lay out de propuesta de la mejora de línea 8.
8. Apliqué métodos para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de línea ocho.
9. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas enfocado a la mejora de esta.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.

### 8.1 Fuentes de información.

CARRERAS, M. R. (2021 de 2021). LEAN MANUFACTURING. Herramientas para producir mejor. Madrid.

Control group. (16 de 10 de 2017). *blog.controlgroup.es*. Recuperado el 10 de 10 de 2021, de <https://blog.controlgroup.es/consejos-disenar-layout-del-almacen/>

Espinoza, J. (2011). *Implementación de hoja de operación estándar*. Santiago de Queretaro, QRO.: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERETARO.

ISOTools. (19 de 05 de 2021). *isotools.org*. Recuperado el 17 de 10 de 2021, de <https://www.isotools.org/2021/05/19/indicadores-y-cuellos-de-botella-para-la-aplicacion-de-la-teoria-de-restricciones-toc/>

Meyers, F. E. (s.f.). Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil. En F. E. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil* (pág. 55). Pearson educación .

MTMingenieros. (2021). *mtmingenieros.com*. Recuperado el 15 de 10 de 2021, de <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-el-mtm/>

Moreno, M. (2012). *CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)*. Buenos Aires . Argentina: Automación Micromecánica s.a.i.c.

Nueva iso 9001: 2015. (25 de 06 de 2019). *nueva-iso-9001-2015.com*. Recuperado el 25 de 10 de 2021, de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2019/06/checklist-para-controlar-sistema-gestion-de-calidad-sector-industrial/>

Serrano, H. (01 de 04 de 2014). *http://admproduccionuba.blogspot.com/*. Recuperado el 18 de 10 de 2021, de <http://admproduccionuba.blogspot.com/2014/04/layout-disposicion-de-instalaciones.html>

Vergara, M. E. (29 de 01 de 2021). *Anáhuac México* . Recuperado el 16 de 09 de 2021, de <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/El-cronometro-mide-mas-que-solo-el-tiempo>

RAJADELL, Manuel y José., Sanchez. 2010. Lean Manufacturing La evidencia una necesidad. España : Ediciones Diaz Santos, 2010. 978-84-7978-967-1.

## CAPÍTULO 9: ANEXOS.

### Anexo 1. Carta de aceptacion.



Aguascalientes, Ags., a 11 de agosto de 2023

**Asunto: Carta de Aceptación.**

**Atn:** Dra. Julissa Elayne Cosme Castorena.

Jefa del depto. Gestión Tecnológica y Vinculación.

**Atn:** Dr. José Ernesto Olvera González.

Director del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

Por medio de la presente le comunico que el C. **Omar Salinas Mares**, alumno (a) del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, de la carrera de **Ingeniería industrial modalidad mixta** con número de control **A191050626**, fue aceptado para realizar sus residencias profesionales con el proyecto "**Mejora de productividad con la disminución de tiempo tacto en la línea 8 del área de ensamble III**" en la empresa **Remora Automation S.A de C.V.** en el periodo de agosto-diciembre 2023, teniendo como asesor externo al director de la empresa **Ricardo Clapes Castro**.

Sin otro particular por el momento, agradezco su atención prestada a la presente.

ATENTAMENTE.

Ing. Ricardo Clapes Castro

DIRECTOR



## Anexo 2. Carta de terminación.



Aguascalientes, Ags., a 09 de diciembre de 2023

**Asunto: Carta de terminación de residencias profesionales.**

**Atn:** Dra. Julissa Elayne Cosme Castorena.

Jefa del depto. Gestión Tecnológica y Vinculación.

**Atn:** Dr. José Ernesto Olvera González.

Director del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga.

Por medio de la presente le comunico que el C. **Omar Salinas Mares**, alumno (a) del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, de la carrera de **Ingeniería Industrial modalidad mixta** con número de control **A191050626**, concluyo sus residencias profesionales con el proyecto "**Mejora de productividad con la disminución de tiempo tacto en la línea 8 del área de ensamble III**" en la empresa **Remora Automation S.A de C.V.** en el periodo de agosto-diciembre 2023 cubriendo un total de 500 horas.

Sin otro particular por el momento, agradezco su atención prestada a la presente.

ATENTAMENTE.



  
Ing. Ricardo Claves Castro

DIRECTOR