

MAESTRIA EN INGENIERIA ADMINISTRATIVA



TECNOLÓGICO
DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE CUAUTITLÁN IZCALLI

T
E
S
C
I

**“MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CABINAS PARA
UNA EMPRESA MANUFACTURERA METALMECÁNICA”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO INGENIERIA ADMINISTRATIVA

PRESENTA:

DAVID ALEJANDRO SOSA MULHIA

DIRECTOR(A) DE TESIS:

DR. MANUEL ANTONIO YARTO CHÁVEZ

AUTORIZACIÓN



"2024. Año del Bicentenario de la Erección del Estado Libre y Soberano de México".

Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli

Dirección Académica
Subdirección de Apoyo y Desarrollo Académico
Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Cuautitlán Izcalli, Estado de México a 24 de septiembre de 2024
TESCI/DIDT/229/IX/24

DIRECCIÓN ACADÉMICA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
COORDINACIÓN DE POSGRADO

INGENIERO
DAVID ALEJANDRO SOSA MULHIA
P R E S E N T E

Por este conducto me permito informarle que puede proceder a la digitalización del Trabajo de Tesis titulado:

"MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE CABINAS PARA
UNA EMPRESA MANUFACTURERA METALMECÁNICA"

Ya que la comisión encargada de revisar el trabajo que se presenta para efectos de titulación, han dado su autorización conforme a lo estipulado en el Lineamiento para la operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.

Sin nada más que agregar, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE



MTRA. ERIKA EMILIA CANTERA UNIDAD DE
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO POSGRADO
COORDINACIÓN DE POSGRADO

c.c.p. Archivo
Departamento de Titulación
Expediente del alumno



AGRADECIMEINTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han apoyado y han impulsado a concluir este proceso. A mis padres que me han brindado las herramientas necesarias para seguir estudiando y apoyarme en cada decisión. Y mis seres queridos que ya no se encuentran en este plano terrenal por darme la fuerza de seguir cuando se complican las cosas.

A mi hermana por cuidarme y brindarme un buen ejemplo, por creer en mi cuando los demás tenían sus dudas, por estar conmigo en los momentos más importantes de mi vida. Muchas gracias, hermana.

A mi esposa que me ha apoyado en mis planes de superación personal y profesional, gracias por acompañarme en esos mementos complicados llenos de incertidumbre, pero algunos de ellos a la vez llenos de felicidad.

Este logro no habría sido posible sin la ayuda de mi familia, amigos y asesores que me han brindado parte de su conocimiento, tiempo y apoyo.

DEDICATORIA

A mis padres que han sido mi mayor ejemplo, que me han demostrado que no existen obstáculos cuando uno quiere superarse. Gracias por todo su amor y cariño que me han brindado a lo largo de mi vida.

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

AC: *Air Conditione.*

BOM: *Bill Of Materials.*

CNC: Control numérico Computarizado.

CRM: *Customer Relationship Management.*

ECN: *Engineering Change Notice.*

ERP: *Enterprise Resource Planning.*

EXW: *Ex Works.*

GPS: *Global Positioning System.*

HOE: Hoja de operación estándar.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

KPI: *Key Performance Indicator.*

LT: *Lead Time.*

MIG: *Metal Inert Gas.*

MRP: *Material Requirements Planning.*

P&P: *Plug And Play.*

PEPS: Primeras Entradas Primeras Salidas.

PIB: Producto Interno Bruto.

PO: *Purchase Order.*

TPM: *Total Productive Maintenance.*

TPS: Toyota Production System.

VSM: Value Stream Mapping.

WIP: Work in process.

WPS: Welding Procedure Specification.

RESUMEN

En la actualidad las empresas enfrentan un gran reto al realizar una correcta planeación de la cadena de suministro junto con los procesos internos de la empresa, con el objetivo de cumplir los tiempos de entrega exigidos por el cliente y, al mismo tiempo, alcanzar las metas de facturación mensual. Este trabajo se enfoca en identificar y proponer mejoras dentro de la cadena de suministro utilizando la metodología cuantitativa con alcance descriptivo y correlacional para plantear el problema correctamente teniendo en cuenta su contexto y sus variables. El VSM (*Value Stream Mapping*) se utilizó como herramienta principal, mediante el análisis detallado del flujo de materiales e información, se identificaron los procesos con oportunidades de mejora para cumplir con los objetivos de la empresa, dentro de las mejoras, se propuso mantener un stock de las partes con más tiempo de importación, implementar mejoras en la infraestructura de la empresa e implementar mejoras en almacén. Como resultados se logró cumplir con los tiempos de entrega al cliente y la implementación de esta herramienta estratégica para mejorar la cadena de suministro de las diferentes divisiones de la empresa en los que se tenían los mismos problemas. Este estudio demuestra la efectividad del VSM como una herramienta estratégica para la mejora continua en la cadena de suministro de la industria metalmecánica.

Palabras Clave

Cadena de Suministro, Industria Metalmecánica, Mapa de flujo de valor, Mejora de Procesos.

ABSTRACT

Nowadays, companies face a great challenge when planning the supply chain together with the company's internal processes to meet the delivery times required by the customer and, at the same time, achieve the monthly invoicing goals. This work focuses on identifying and proposing improvements within the supply chain using the VSM (*Value Stream Mapping*) methodology as the main tool. Through a detailed analysis of the flow of materials and information, the processes with opportunities for improvement were identified to meet the company's objectives; among the improvements, it was proposed to maintain a stock of parts with more import time, implement improvements in the company's infrastructure and implement improvements in the warehouse. As a result, it was possible to meet the customer's delivery times and the implementation of this strategic tool to improve the supply chain of the different divisions of the company that had the same problems. This study demonstrates the effectiveness of VSM as a strategic tool for continuous improvement in the supply chain of the metalworking industry.

Keywords

Supply Chain, Metalworking Industry, Value Stream Mapping, Process Improvement.

INDICE

AGRADECIMEINTOS	II
DEDICATORIA.....	II
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	III
RESUMEN	IV
Palabras Clave.....	IV
ABSTRACT.....	V
Keywords	V
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Marco Contextual.....	4
1.2. Situación Problemática Particular de la Empresa	6
1.3. Objetivos de la investigación	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
1.4. Preguntas de Investigación	17
1.4.1. Pregunta General de la Investigación	17
1.4.2. Preguntas Específicas de la Investigación	17
1.4.2.1. ¿Cuáles son los elementos en los que se tienen que trabajar dentro de la cadena de suministro para mejorar los tiempos de entrega de empresa metal mecánica?.....	17
1.4.2.2. ¿Cuáles son las características que debe de tener el plan de producción para que este pueda garantizar una mejora en los tiempos de entrega?	17
1.4.2.3. ¿Qué procesos se tendrían que mejorar dentro de la cadena de suministro?	17
1.4.2.4. ¿Qué características se tiene que considera para cumplir los tiempos de entrega?	17
1.5. Justificación	18
1.6. Viabilidad.....	19
2. MARCO CONCEPTUAL	20
2.1. Empresa Metalmecánica	21
2.2. Cadena de suministro	21
2.3. TPS (<i>Toyota Production System</i>)	22
2.4. Kanban	23
2.5. Poka Yoke	24
2.6. Kaizen	25
2.7. Heijunka.....	26

2.8.	Andon.....	26
2.9.	Correlación.....	27
2.10.	Hoshin Kanri.....	28
2.11.	KPI (<i>Key Performance Indicator</i>).	28
2.12.	ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>)	29
2.12.1.	CRM (<i>Customer Relationship Management</i>):	29
2.12.2.	MRP (<i>Material requirements planning</i>).....	30
2.13.	El BOM (<i>Bill of material</i>).....	30
2.14.	PEPS (<i>Primeras Entradas Primeras Salidas</i>).....	30
2.15.	TPM (<i>Total Producción Maintenance</i>)	31
2.16.	VSM (<i>Value Stream Mapping</i>).....	31
2.16.1.	Estado actual	32
2.16.2.	Estado Futuro	33
3.	METODOLOGÍA	34
3.1.	Planteamiento de la hipótesis.....	36
3.2.	Hipótesis	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.1.	VSM herramienta de trabajo	38
4.2.	VSM Estado presente.....	40
4.2.1	Resultados facturación	75
4.2.2	Prueba de Hipótesis.....	77
4.2.2.1	Coefficiente de correlación Lineal de Pearson.....	77
4.2.3	Resultados	79
4.1	VSM Estado Futuro	83
5.	CONCLUSIONES RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS PARA FUTUROS TRABAJO	
	TRABAJO	84
	Referencias.....	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - (Ingresos nacionales y extranjeros) (INEGI, 2023)	4
Figura 2 (332 - Fabricación de productos metálicos) (INEGI, 2023).....	5
Figura 3 Orden cronológico de procesos. Elaboración propia.....	9
Figura 4 - Acomodo de dobladoras.....	13
Figura 5 Ejemplo de Graficas del software Monday (monday.com, 2024).....	24
Figura 6 Ejemplo de Pokayoke (Autoría Propia).....	25
Figura 7 Ejemplo de Sistema Andon (Autoría Propia)	27
Figura 8 Simbología VSM -Parte 1((Cantó, 2019).....	32
Figura 9 Simbología VSM -Parte 2((Cantó, 2019).....	33
Figura 10 VSM Cabinas Estado Presente Sin Mejoras 2023.....	41
Figura 11 VSM Cabinas Estado Presente con mejoras 2023.....	42
Figura 12 Vista parcial del VSM.....	43
Figura 13 Vista parcial del VSM.....	46
Figura 14 Plano de la pieza 19101995.....	47
Figura 15 - Reporte de dimensional de la pieza 19101995.....	48
Figura 16 Vista parcial del VSM.....	50
Figura 17 Vista parcial del VSM.....	52
Figura 18 Ejemplo de Nesteo (Autoría propia).....	57
Figura 19 Vista parcial del VSM.....	58
Figura 20 Ejemplo de punto de golpe para doblar una pieza.....	59
Figura 21 Componentes básicos de una dobladora de placa CNC (Boschert México)	60
Figura 22 Vista parcial del VSM.....	62
Figura 23 Vista parcial del VSM.....	66
Figura 24 Grafica de Facturación de Cabinas Facturadas Modelo "A"	76
Figura 25 Grafica de Facturación de Cabinas Facturadas Modelo "A"	76
Figura 26 Grafico de coeficiente correlacional de Pearson - Correlación Positiva y Negativa..	78
Figura 27 Grafica Facturación Cabinas Facturadas Modelo "A" con Ecuación de la Recta y r^2	80
Figura 28 Grafica Facturación Cabinas Facturadas Modelo "B" con Ecuación de la Recta y r^2 .	81
Figura 29 VSM Cabinas Estado Futuro 2024	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Significado de porcentaje.....	70
Tabla 2 Resumen de Mejoras VSM 2024 Estado Futuro.....	74
Tabla 3 Reporte de Cabinas Facturadas 2023-2024.....	75
Tabla 4 Interpretación de valores de Correlación de Pearson. (Hernandez, R.2014. Metodología de Investigación. México; McGraw-Hill).....	79
Tabla 5 Relación de cantidad de cabinas y su facturación.....	80

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo abordar los problemas que enfrenta una empresa metalmecánica en la línea de cabinas por una deficiente planeación en la cadena de suministro.

El capítulo uno describe el contexto relacionado con el problema de planeación de la cadena de suministro de una empresa manufacturera del sector metalmecánico, ubicada en el Estado de México, se empezó describiendo el contexto nacional del sector metalmecánico, hasta el entorno que se vive dentro de la empresa, a lo largo de este capítulo, se describe el problema que enfrenta la empresa y se da a conocer la infraestructura, los procesos, las áreas, objetivos de facturación y las consecuencias que tendría la empresa de no realizar una mejora dentro de su planeación. Se mencionan los objetivos y preguntas generales y específicas de la investigación. Se plantea la importancia del estudio del problema a nivel global y la viabilidad de aplicación del estudio.

En el capítulo dos, se proporciona el contexto teórico y conceptual de la investigación, ya que a lo largo de la investigación se utilizan conceptos y acrónimos que corresponden a metodologías y propios de la industria metalmecánica. El objetivo principal de este capítulo es que el lector se relacione con los conceptos utilizados en esta investigación, para que tenga una comprensión clara del problema actual.

En el capítulo tres se describe el tipo de metodología y los alcances que esta tiene, ya que esta es la base de la validación de los resultados obtenidos basándose en la naturaleza del problema. Se exponen los métodos utilizados para la recolección de datos asegurando la veracidad del

problema y su seriedad, derivando en el planteamiento de la hipótesis. Se explica brevemente la relación de la situación de la empresa con la metodología y los alcances señalados.

En el capítulo cuatro, se detalla el uso de diferentes metodologías que se utilizan mayormente en la industria automotriz, con el propósito de mantener la calidad de sus productos disminuyendo los errores que pueden surgir a lo largo de cada proceso. La metodología que se utiliza como base para encontrar las deficiencias dentro de cada proceso es el VSM (*Value Stream Mapping*) la cual analiza y diseña flujos de materiales o información con el fin de organizar visualmente la ruta del proceso y detectar los problemas que se tengan para analizar su impacto en los procesos subsecuentes. Se describe todo el recorrido que sigue cada cabina a lo largo de la cadena de valor que recorre dentro de la empresa metalmecánica empezando con la recepción de la orden de compra, hasta el momento que se embarca el producto para el cliente.

Basándose en el VSM se plantea el estado actual, para después desglosar las mejoras que se tienen que hacer en cada proceso, con el fin de lograr los objetivos planteados por la empresa. Finalmente se presenta el cuadro comparativo con las mejoras propuestas.

En el quinto y último capítulo, se presentan las conclusiones de la investigación, recomendaciones y perspectivas para futuros trabajos. En este capítulo, no solo se hablará de los hallazgos que se obtuvieron a través de la investigación, si no la importancia que tiene la implementación de mejoras dentro de la cadena de suministro de cualquier empresa. Este trabajo de investigación está basado en una empresa manufacturera del sector metalmecánico, con metodologías que se utilizan principalmente en el sector automotriz, por lo que quiere decir que las metodologías extrapolables a cualquier sector.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Marco Contextual

La industria manufacturera, es definida por el INEGI como “la actividad económica por medio de la cual se transforman las materias primas en bienes y artículos” (INEGI, 2018). Dentro de la industria manufacturera se pueden encontrar algunas subdivisiones, como lo son: la industria alimentaria, bebidas, tabaco, textil, telas, madera, papel, petróleo, química, plásticos, maquinaria, telecomunicaciones, vehículos y metalmecánica. De acuerdo con el INEGI la industria metalmecánica se dedica principalmente a la fabricación de productos forjados y troquelados a partir en acero. Esta industria se ha desarrollado favorablemente en México en los últimos 10 años, tanto que algunas empresas extranjeras han migrado parte de sus empresas a México. Según un artículo del periódico “EL PAÍS” , menciona que México captó el 17% de inversión extranjera directa (IED) a la región en 2022, según informó la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (Cepal) (Cota, 2023) .

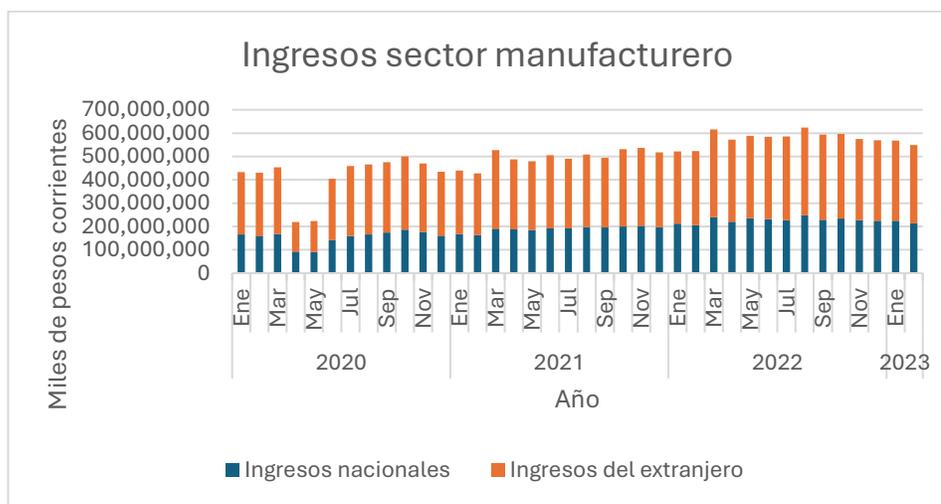


Figura 1 - (Ingresos nacionales y extranjeros) (INEGI, 2023)

La Figura 1 está basada en la clasificación para actividades económicas 3320 (Fabricación de productos metálicos). La clasificación para actividades económicas asignadas por el INEGI “tiene como objetivo establecer un conjunto jerarquizado de actividades por procesos productivos que pueda ser utilizado para clasificar unidades estadísticas con base en su actividad económica principal.” (INEGI, 2007)

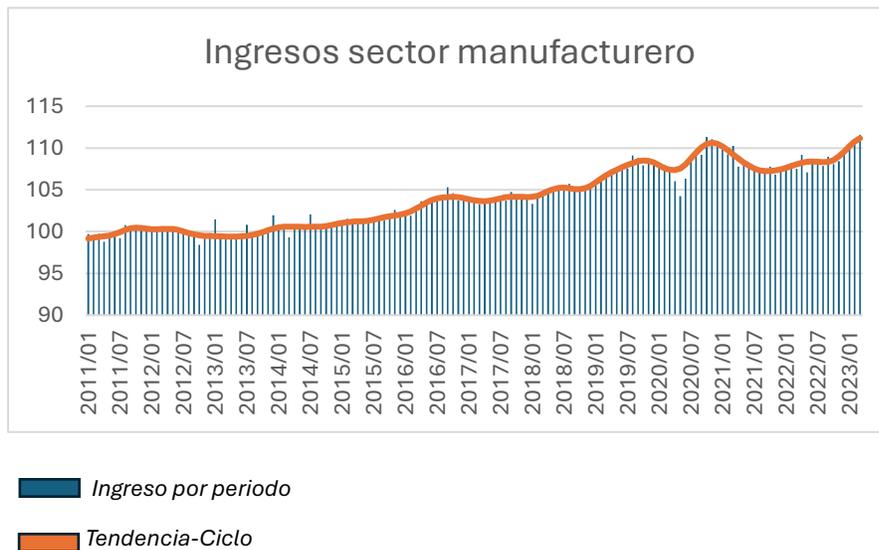


Figura 2 (332 - Fabricación de productos metálicos) (INEGI, 2023)

En la Figura 2 se puede observar una tendencia ascendente debido a los indicadores de coyuntura, estos se utilizan para analizar la tendencia de la economía dentro de un determinado periodo, dicha grafica corresponde al periodo del 2011 al 2023, la cual refleja un crecimiento del 10% en 12 años, a pesar de que del 2020 al 2023 la economía se vio afectada por una pandemia debido al COVID-19. En este caso, se está evaluando las remuneraciones reales totales en México dentro del sector manufacturero en las Empresa Metal Mecánica.

De acuerdo con Statista que se dedica a la investigación y desarrollo de los sectores industriales, la industria manufacturera en México es uno de los pilares más importantes dentro de la economía, representando el 18% del Producto Interno Bruto (PIB) en el 2021. Adicionalmente

ha tenido un incremento de inversión extranjera dentro de este sector, la cual ha beneficiado a más de nueve millones de trabajadores (La industria manufacturera en México, 2023).

En gran parte, esto se ha podido desarrollar gracias al tratado de libre comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, mejor conocido como “T-MEC”, el cual fue firmado para preservar y expandir el comercio entre países, ampliar y promover la competitividad de las exportaciones, apoya el crecimiento y desarrollo de las pequeñas y medianas empresas, establecer un marco legal y comercial claro para la planificación de negocios contribuyendo su expansión, facilitar los procedimientos aduaneros eficientes y transparentes con el fin de reducir costos y alentar la expansión del comercio. Con este tratado se le brinda a México la oportunidad de tener una mejor tasa de cambios, precios más competitivos y la colaboración entre países. (Secretaría de Economía, 2023).

1.2. Situación Problemática Particular de la Empresa

La empresa metalmecánica que se está analizando se ve beneficiada por este tratado, ya sus clientes son extranjeros y el 90% de los productos fabricados, son para exportación. La empresa está ubicada dentro del Estado de México, tiene una amplia gama de maquinaria para poder realizar múltiples productos, las maquinas CNC (Control Numérico Computarizado) con las que cuenta son :

- Robots para soldar mediante el proceso MIG (*Metal Inert Gas*) de seis ejes.
- Mandrinadoras, las cuales trabajan piezas grandes ya que cuenta con una mesa de trabajo de 1.5 metros cuadrados y puede realizar barrenos de hasta seis pulgadas de diámetro.
- Dobladora de lámina y placa, la cual dobla espesores de 0.06 a 0.75 pulgadas de espesor a una longitud de cuatro metros.

- Cizallas, que cortan lamina hasta 0.120 pulgadas, cortadoras plasma con capacidad de corte de hasta tres pulgadas de espesor, y cuenta con una mesa 3x12 metros.

También se cuenta con máquinas convencionales las cuales se manejan manualmente, por ejemplo:

- Taladros de banco, son utilizados con brocas de 0.125 a 2 pulgadas.
- Tornos verticales con auto ajustador de hasta un metro.
- Torno horizontal con un auto ajustador de hasta 5 pulgadas.

Esta maquinaria hace posible fabricar una gran variedad de componentes para diferentes divisiones de la empresa. Dentro de estas divisiones se encuentran los centros de maquinados, equipamiento de transporte y componentes para la industria de minería. Este proyecto académico estudiará y analizará el área de productos de minería, los cuales son exportados a Florida, Estados Unidos. Los artículos que se producen dentro de esta área son: tanques para diésel, tubería a presión, estructuras, flechas, engranes, pasillos, barandales y escaleras, pero el producto que más genera facturación son las cabinas de seguridad, estas cabinas son para perforadoras de suelo. Las cabinas deben de contar con un grado de seguridad para los usuarios, ya que, durante el proceso de perforación de suelo, las piedras impactan la cabina porque se encuentra en una zona específica para poder observar la operación, por esta razón, son diseñadas con el fin de que la persona que opere la máquina se encuentre segura dentro de ella en todo momento. La cabina está reforzada estructuralmente para que en caso de un accidente, el operador salga ileso, pero aparte de la seguridad se busca también el confort, debido a que la jornada de estos operadores dentro de la cabina puede ser de un día completo, por lo que están equipadas con asientos, radio, aire acondicionado, vidrios de seguridad, controles y algunos componentes para que el operador pueda estar dentro de la cabina por periodos largos.

La empresa fabrica dos modelos diferentes de cabinas, que se les nombra como “A” y “B”, donde el modelo “A” es un modelo pequeño, su precio estimado es de 93 597 USD y el modelo “B” es más grande, su precio aproximado es de 154 784 USD, en ambos casos mantienen una utilidad del 25%.

Para que la empresa pueda fabricar este tipo de productos, tiene que cumplir con las especificaciones del cliente en cada proceso, de esta manera se puede mantener los estándares de calidad. Antes de aceptar un proyecto nuevo, se analiza la capacidad e infraestructura de la empresa. Dentro del proceso de cotización, el área de ingeniería se encarga de revisar cada parte del producto con el fin de evaluar si se cuentan con los materiales, maquinaria, infraestructura, personal y herramientas necesarias para cumplir con las tolerancias que indican las especificaciones de cada producto. Si cubre estos puntos, se dice que el producto es factible para ser fabricado.

Los procesos por los que pasa la cabina se muestran en la Figura 3, desde que se recibe la orden de compra del cliente hasta que se entrega el producto terminado en la planta del cliente en Florida, Estados Unidos.



Figura 3 Orden cronológico de procesos. Elaboración propia.

A lo largo del proceso mostrado en la Figura 3, se generan algunos contratiempos que afectan directamente las fechas de entrega y la planeación. A continuación, se explican los procesos y se detallan los problemas que se presentan en cada uno.

1. **Recepción de Órdenes de Compra:** En cuanto se recibe una orden de compra, se procede a cargar toda la información en el sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), el cual está configurado para gestionar el proyecto desde diferentes áreas. El sistema puede obtener el explosionado de materiales, materiales en inventario, rutas de procesos, tiempos y algunas características del producto como peso, dimensiones, color e información adicional del producto. En este proceso, es donde se empieza a generar uno de los mayores problemas. El área de planeación procede a explosionar los materiales para obtener el listado de compra, principalmente se obtiene dos datos, el material que se tiene físicamente en planta y el que se requiere para fabricar el producto. El material que aparece “físicamente” se subdivide en

materia prima disponible y *WIP (Work In Progress)*, esto quiere decir que el material sigue en planta, pero ya no está disponible por que ya fue procesado para otro producto, pero aún no se ha facturado, por lo que seguirá apareciendo disponible en el sistema, dando como resultado un listado muy poco certero. Debido a la falta de materiales, se tiene que detener la línea lo cual representan 720 000 dólares de la facturación mensual.

2. **Requisición de Material:** Con la lista que el área de Planeación obtuvo del explosionado de materiales, el área de compra procede a comprar el material que se utilizara, tomando en cuenta que se tarda dos meses con el fin de asegurar que todo el material se encuentre en planta cuando se necesite. Si el material aparece con inventario, no se compra. El área de producción pide estos materiales a almacén para poder iniciar su fabricación, si almacén no tiene el material, se realiza un reporte de faltantes y se detonan compras de urgencia, estas pueden tardar hasta dos meses ya que son piezas de exportación. Un ejemplo claro son los componentes dentro del área de P&P (*Plug and Play*), en esta área se coloca radio, pantallas, aire acondicionado, paneles de control, todos estos componentes son de exportación, lo cual tardan un mes aproximadamente en llegar, otra manera de acortar los tiempos es traerlo por vía aérea, pero esto encarece gravemente el producto.
3. **Llegada de Material a la Planta:** El área de calidad, revisa los componentes bajo la orden de compra y especificación. Si el inspector de calidad solo revisa contra orden de compra y no revisa la especificación o plano, corre el riesgo de que la pieza sea la incorrecta y se tenga que volver a comprar de manera urgente.
4. **Nesteos y Corte de Material:** Ingeniería dibuja cada pieza en formato DXF dentro de un programa de diseño, posteriormente manufactura realiza el acomodo de las piezas sobre el área de la placa. En este punto no hay problema ya que estos nesteos son los mismos que se utilizan

una y otra vez para realizar los cortes de las piezas de las cabinas, solo se modifican cuando existe un cambio de ingeniería.

5. **Subprocesos por Pieza:** Los subprocesos son aquellos que se realizan después de plasma, es decir, doblado, barrenos con taladro, torno, fresa. Si en este punto existe algún problema, todavía se puede solucionar sin impactar tanto en costos, ya que en la cotización se contempla un factor de error. Por ejemplo, si doblan una pieza al revés, se puede volver a cortar y ser doblada correctamente. Este material se puede tomar de placa sobrante o se puede tomar material prestado de otra cabina ya que dentro de este proceso hay mucho sobrante de lámina, el costo de este material sobrante está cargado dentro del precio al cliente.
6. **Ensamble Soldadura:** El operador es encargado de ensamblar todas las piezas conforme al plano autorizado por ingeniería, en este proceso entra calidad para revisar los cordones de soldadura y planicidades. Si la cabina no es liberada correctamente puede ser un punto crítico para arrastrar muchos errores.
7. **Granallado:** Este proceso es para limpiar el material de impurezas y proporcionarle un perfil de anclaje correcto, para posteriormente aplicar la base. Casi no se tiene problemas en este proceso.
8. **Base:** Se aplica para asegurar la adherencia de la capa de pintura, la base regularmente es blanca para que el color de pintura que se aplique sea del tono correcto. Con el tono blanco se pueden ver más fácilmente las sombras de las imperfecciones. Calidad debe de generar un reporte de que no se encuentra ningún problema con la base. Si el inspector encuentra alguna cosa que no cumpla con las especificaciones del cliente, todavía se puede retrabajar la cabina en este punto.

9. **Pintura:** Se aplica la pintura y se realiza una inspección visual para verificar que no tenga grumos, tonos diferentes, brisa de pintura, piel de naranja, opacidad, etc. Si en este punto se detecta un error, es muy difícil de repararlo ya que se tiene que pulir la zona a trabajar y al volver a pintar es muy difícil igualar el tono de la primera mano de pintura.
10. **Equipamiento de Cabina:** Se ensamblan todos los componentes de compra dentro de la cabina. En este punto es donde el personal de almacén se da cuenta que no tienen las piezas que requiere producción. El supervisor de producción da aviso para que se genere la compra lo más pronto posible, dependiendo del componente, se puede tardar hasta dos meses, por lo que la facturación de cabinas se ve afectado gravemente, ya que el cliente no autoriza el envío de cabinas con algún componente faltante, de mandarse sin algún componente, se tiene que avisar con una semana de anticipación y tener la autorización del cliente mediante un correo.
11. **Exportación:** El personal de servicio al cliente, envía el reporte de liberación de las cabinas, se toma evidencia fotográfica de cómo se está enviando. Dentro de este proceso se le ponen etiquetas para sus manejos, por ejemplo, no estibar, no acostar el producto etc. El transporte es responsabilidad del cliente y tarda 7 días a llegar a su planta.
12. **Entrega al Cliente:** Al llegar las cabinas a la planta del cliente, son inspeccionadas nuevamente, tomando en cuenta el correo y las fotos que posteriormente se enviaron. Si falta algún componente, el cliente coloca una reclamación, con valor de 300 USD, solo es por el papeleo de la reclamación, más aparte el valor de la pieza y su tiempo de instalación.

La empresa ha ido adquiriendo nuevos clientes por lo que ha podido crecer rápidamente, pero no ha adquirido más maquinaria, la mayoría de proceso se ha empezado a hacer cuellos de

botella por la demanda que tiene cada área. Un ejemplo claro de este problema es en el proceso doblado, ya que se comparte con cinco áreas ajenas.

Este proceso se retrasa cuando se necesitan doblar piezas para las cabinas, debido al tamaño que tiene. En esta área se cuenta con tres dobladoras una CNC y los otros dos estándares, el acomodo de máquinas dentro del *layout* no es funcional, ya que comparten el área de trabajo, pero de elegir la opción de la reubicación de la máquina, se tendría que contratar un equipo especial para mover la maquinaria y se tendría que realizar una cimentación para la nueva ubicación de la dobladora, de no realizarse correctamente la cimentación, con el uso diario de la máquina, agrietara el piso, causando la desconfiguración de la propia máquina trayendo consigo problemas cada vez más graves. En la Figura 4 se muestra el acomodo de cada dobladora, donde la dobladora CNC da servicio a todas las áreas de la planta.

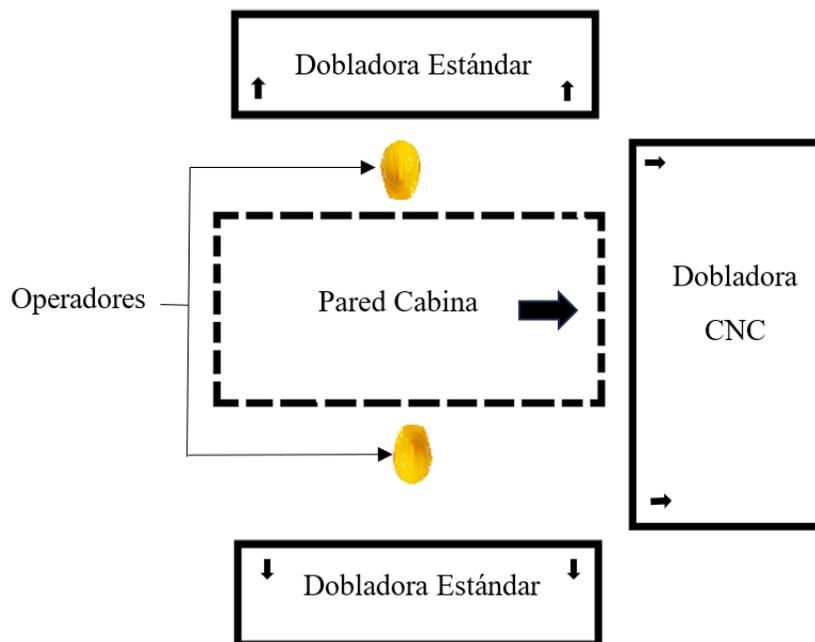


Figura 4 - Acomodo de dobladoras.

Debido a lo antes mencionado, estas piezas que son más grandes se tienen que trabajar en otro turno para no entorpecer la producción de las demás áreas. Al generar doble turno se tendría que incrementar la plantilla, pero en vez de eso, se crean equipos para cubrir ambos turnos, lo cual es muy poco eficiente, ya que se sigue trabajando solamente con una dobladora.

Esto mismo sucede con la platilla de las demás áreas, se ha incrementado los volúmenes de producción, pero el personal sigue siendo el mismo.

El ciclo para el proceso de manufactura de las cabinas para el modelo “A” son seis semanas y para el modelo “B” son ocho semanas de fabricación. El equipo de ensamble para la cabina “A” es de dos personas y el equipo de la cabina “B” es de cuatro personas, con este recurso humano y los materiales entregados al 100 por ciento por almacén, se pueden cumplir estas fechas.

Las cabinas contienen una gama bastante amplia de materiales para su fabricación las cuales se cargan en el MRP (*Material Requirements Planning*) de donde se procede a obtener el BOM (*Bill Of Materials*) para poder empezar a colocar las órdenes de compra de láminas, placas, tornillería de diferentes grados, vidrios, aire acondicionado, paneles eléctricos, monitores, arneses, etc. Algunos de estos materiales son de importación, por lo que los tiempos de entrega son demasiado largos, dando como resultado un tiempo de espera de hasta dos meses, desde que se coloca la orden de compra, hasta que se tiene el material en planta, afectando así los tiempos de entrega.

Al no contar con los materiales completos, el cliente no permite que se facture, ni que se envíe ninguna cabina, provocando la detención del flujo de efectivo dentro de la empresa, la facturación mensual es de 745 571 USD, del cual alrededor de 186 392 USD representan la utilidad

por mes. Si se detiene el flujo de efectivo, la empresa ya no puede seguir comprando materia prima para la fabricación de cabinas.

Existe la posibilidad de que, al no entregar el volumen solicitado, el cliente retire la línea de producción de cabinas, la cual se empezó a desarrollar hace siete años con el volumen de producción de una cabina modelo “A” por mes.

Actualmente se tiene bastante órdenes de compra, estas cubren hasta el primer trimestre del año 2024, manteniendo una relación de tres cabinas modelo “A” y tres cabinas modelo “B” por mes.

La empresa no ha sido capaz de cumplir las fechas de entrega que ha solicitado el cliente desde el año 2022.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Generar estrategias para mejorar la planeación de la cadena de suministro de la empresa metalmecánica para reducir los tiempos de entrega.

1.3.2. Objetivos Específicos

1.3.2.1. Mejorar los tiempos de la cadena de suministro de la empresa mediante el personal calificado, la infraestructura, la capacitación, la organización, la calibración de maquinaria y las certificaciones a los operadores.

1.3.2.2. Desarrollar un plan de producción que sea detallado, realista, eficiente, flexible, práctico y fácil de monitorear, con el fin de mejorar los tiempos de entrega de las cabinas

1.3.2.3. Implementar mejoras en los procesos de soldadura y pintura para reducir los tiempos de entrega, impactando en la cadena de suministro.

1.3.2.4. Establecer un plan de producción en la empresa metal mecánica que considere las características clave como la precisión en la planificación, la eficiencia en los procesos, la flexibilidad operativa, la adecuada gestión de recursos, el mantenimiento preventivo de maquinaria y la formación continua del personal, para garantizar el cumplimiento de los tiempos de entrega.

1.4. Preguntas de Investigación

1.4.1. Pregunta General de la Investigación

¿Qué se requiere para que la cadena de suministro de la empresa pueda mejorar los tiempos de entregas de cabinas para la empresa metal mecánica?

1.4.2. Preguntas Especificas de la Investigación

1.4.2.1. ¿Cuáles son los elementos en los que se tienen que trabajar dentro de la cadena de suministro para mejorar los tiempos de entrega de empresa metal mecánica?

1.4.2.2. ¿Cuáles son las características que debe de tener el plan de producción para que este pueda garantizar una mejora en los tiempos de entrega?

1.4.2.3. ¿Qué procesos se tendrían que mejorar dentro de la cadena de suministro?

1.4.2.4. ¿Qué características se tiene que considera para cumplir los tiempos de entrega?

1.5. Justificación

Es de suma importancia buscar estrategias de mejora que se puedan implementarse en diferentes empresas ubicadas en México, ya que la mayoría importa su materia prima, por lo que depende de una buena planeación, mantener abastecida la línea de producción. En este caso se analizará una empresa del sector metal mecánico que tiene un problema de abastecimiento de material importante, ya que, al no cumplir la demanda solicitada, la empresa metalmecánica podría perder al cliente.

La globalización ha tenido un impacto significativo, ya que la calidad de los materiales vendidos en el país no es una limitante, pero los procesos de importación aumentan cada vez más la complejidad de importarlos debido a los tratados y normas de diferentes países. La red de proveedores para la fabricación de las cabinas es sumamente compleja, ya que la mayoría de los materiales por los que está compuesto la cabina son importados de diferentes países, como lo son, Australia, Estados Unidos de América, Canadá. Dependiendo del producto que se necesite importar y su urgencia, se define el medio de transporte, considerando los diferentes medios de transporte se elige el aéreo, por el tiempo de entrega, pero a su vez esta opción es la más costosa. Al elegir el transporte aéreo, disminuye la utilidad drásticamente. Las empresas gastan más dinero de lo presupuestado para acelerar la cadena de suministro en sus diferentes etapas, la mayoría de las veces es debido a una mala administración u omisión que se puede contemplar con anticipación y evitar retrasos y costos adicionales.

Implementando una correcta administración con estrategias basadas en cada sector, se puede lograr la reducción de costos y desperdicios por exceso de compra de material. Al gestionar de manera eficiente los procesos de aprovisionamiento, producción y distribución, se podrían

obtener estrategias para minimizar los tiempos entre los proveedores, fabricantes, distribuidores y minoristas.

Al tener mejores tiempos de entrega, impactan directamente en la línea de fabricación de cabinas, ya que, si se cuenta con los materiales, la empresa podría cumplir con la fecha establecida manteniendo la satisfacción del cliente. El cliente tendrá la confianza de mandar nuevos proyectos, ayudando a incrementar la facturación de la empresa metal mecánica.

Actualmente la empresa se encuentra en riesgo de perder una de las líneas de producción de cabinas, a pesar de que esta línea es la de mayor impacto en la facturación, se podría perder por la falta de administración e implementación de estrategias dentro de la cadena de suministro. La línea de producción de cabinas factura unos 7.6 millones de dólares al año. Si desapareciera esta línea de producción, se tendría que despedir a más de 30 personas, representando el 20 % de la plantilla actual. La línea de producción de cabinas llega a facturar alrededor de 7.6 millones de dólares anualmente. Se utilizará una metodología de investigación para detectar puntos críticos y así poder mejorar el proceso que se tiene actualmente.

1.6. Viabilidad

La empresa cuenta con los recursos económicos y técnicos para poder lograr los tiempos de entrega establecidos por el cliente, tomando en cuenta la base de datos que genera el ERP se puede retroalimentar al equipo de planeación para que el equipo de compras pueda requerir la materia prima con un LT bajo en el momento que se necesita, tomando en cuenta la logística necesaria para su arribo a planta. Así, las órdenes de compra se colocan cuando se necesiten los materiales evitando ocupar el flujo de efectivo en materiales que no sean requeridos.

2. MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se explican algunos conceptos que sustentan el problema de investigación ayudando a contextualizarlo y darle enfoque. Ayudará a delimitar el problema de investigación definir términos clave y mostrar cómo se relacionan los conceptos dentro de la problemática.

2.1. Empresa Metalmecánica

Una empresa metalmecánica es aquella que se dedica a la transformación de la materia prima en producto terminado, este tipo de empresas trabaja con diferentes tipos de materiales como lo es el acero al carbón, acero inoxidable, acero anti-desgaste, aluminio, cobre, etc. Algunos de estos materiales no es posible encontrarlos en el mercado mexicano, por lo que se tienen que importar, dando como resultado una cadena de suministro más amplia y con tiempos de entrega más prolongados.

2.2. Cadena de suministro

Se puede interpretar como “la secuencia de eslabones (procesos) que tiene como objetivo principal satisfacer competitivamente al cliente final; así mismo, cada eslabón produce y elabora una parte del producto y a su vez, cada producto que es elaborado agrega valor al proceso.” (Camacho, 2012)

Según Fontalvo – Herrera (2019) la administración de la cadena de suministro se ha transformado en una herramienta crucial para asegurar la competitividad y optimizar el rendimiento de la organización, ya que la competencia actual no ocurre entre empresas, sino entre sus cadenas de suministro, por lo cual se necesita estar continuamente buscando diferente alternativas para mantenerse dentro de la competencia, por lo cual se han tratado de enfocar en cinco procesos, como la gestión de la demanda, distribución, producción, compras, devoluciones. Una mejora dentro de la planeación hace referencia a las acciones que se realizaran mediante una

metodología o estrategia para perfeccionar el estado actual. Para llegar a los objetivos planteados por la dirección se necesita poner en práctica el concepto básico de la administración, la cual se define como “El proceso cuyo objetivo es la coordinación eficaz de los recursos de un grupo social para lograr sus objetivos con la máxima productividad” (Ramírez, 2014).

Dentro del ámbito de la administración, las mejoras podrían ser aplicadas a diferentes áreas como lo son los procesos operativos, administración del personal, gestión de proyectos, gestión de la calidad, gestión financiera, servicio al cliente, etc. Para lograr implementar estas mejoras se tiene que hacer partícipes a los diferentes niveles jerárquicos los cuales están constituidos alta dirección o dirección estratégica, dirección media o administración Intermedia, y supervisión o administración operativa.

2.3. TPS (*Toyota Production System*)

Es una herramienta que ayuda para poder detectar los posibles problemas dentro de los procesos de la empresa se utilizan, (Neffa, 2023) lo describe de la siguiente manera: “El sistema de producción Toyota (TPS) practica la producción flexible, en contraposición a la producción masiva fordista de productos homogéneos, porque le permite una variación para minimizar el tiempo de ciclo y el de espera. Esto ayuda para facilitar un equilibrio óptimo entre las diferentes operaciones de la línea de producción y reducir la sobreproducción”. La revista (Choque, 2017) menciona que en siglo XX Se estimaba que un trabajador alemán tenía una productividad tres veces mayor que la de un trabajador japonés, y la relación de productividad entre un trabajador alemán y uno estadounidense era de 1 a 3 y al mismo tiempo hacía referencia que se necesitaban 9 trabajadores japoneses para cubrir el trabajo de un trabajador americano.

Las herramientas más destacadas de este sistema son el Kanban, Poka-yoke, Heijunka, Andon, Kaizen, *Just in time* y VSM las cuales están diseñados para aumentar la eficiencia de la calidad y la productividad dentro de cada proceso,

2.4. Kanban

“Es un sistema de gestión del trabajo en curso (WIP), que sirve principalmente para asegurar una producción continua y sin sobrecargas en el equipo de producción multimedia” (Benejo, 2011) . También se utiliza como apoyo visual para gestionar las tareas dentro de cada proyecto, mediante con tarjetas, tableros, diagramas, listas, etc.

El objetivo principal es optimizar el flujo de trabajo por diferentes medios. Actualmente este tipo de metodologías se pueden llevar a cabo por medio softwares, un ejemplo muy claro es “Monday”. “Monday.com es un sistema operativo de trabajo que permite a los equipos ejecutar proyectos y flujos de trabajo con confianza. Es un sistema operativo de trabajo simple, pero intuitivo, para que los equipos les den forma a sus flujos de trabajo, se ajusten a las necesidades cambiantes, generen transparencia, se conecten de forma colaborativa y dejen de hacer trabajo pesado manual. monday.com hace que el trabajo en equipo funcione, está diseñado para gestionar proyectos y representar los avances de cada tarea en gráficas y tableros.” (monday.com, 2024)

Las tareas a menudo son olvidadas, pero gracias a estas herramientas, se pueden plasmar dentro de tableros que sirven como un recordatorio visual para poderle dar un seguimiento puntual a cada tarea. Es importante saber que estos tableros no son personales, están diseñados para que se trabajen en equipo por lo que todos pueden darle seguimiento a las tareas pendientes, de esta manera es muy fácil detectar cuando una tarea no se está cumpliendo en tiempo y forma.

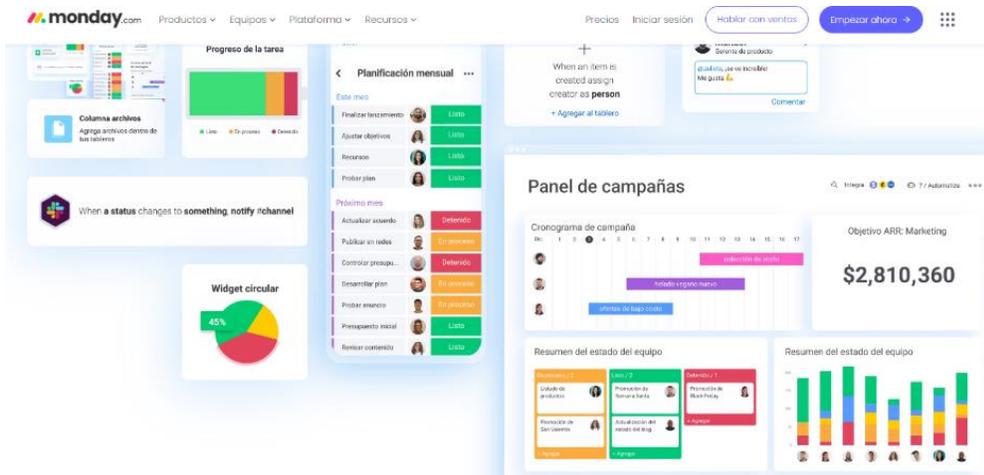


Figura 5 Ejemplo de Graficas del software Monday (monday.com, 2024)

2.5. Poka Yoke

En japonés su significado es “a prueba de errores”, en el artículo publicado por la universidad autónoma del noroeste, menciona que también es llamado “sistema anti- tonto” ya que no hay manera de cometer un error debido a que tiene una forma u orientación específica por lo que garantiza que se ensamble de manera correcta, garantizando la seguridad de los usuarios, dentro de una empresa estos sistemas reducen tiempos y costos por retrabajo. (Almazan, 2015)

Dentro de la industria manufacturera se trata de implementar este concepto en el diseño de dispositivos, para evitar errores en diferentes áreas, por ejemplo, en los dispositivos de ensamble, instalación de conexiones eléctricas y en las mesas donde se guardan las herramientas para mantener el orden, ya que, si no ensambla con el contorno de la figura, el operador sabe que ese no es el lugar correcto para dejar la herramienta.



Figura 6 Ejemplo de Pokayoke (Autoría Propia)

En la figura 6 se tiene un ejemplo de unos audífonos que tiene un sistema pokayoke para el sistema de guardado, ya que a pesar de que el audífono indique la letra “R” de *Right* el cual indica que es el audífono derecho, al guardarlo no se puede colocar en el lado izquierdo ya que no se podría cerrar la tapa, esto lo hacen con el fin de que los pines de carga tengan contacto con el audífono y de esta manera se puedan cargar mientras están guardados

2.6. Kaizen

Según Yenque (2002), Kaizen lo define como “mejoramiento, más aun significa mejoramiento progresivo que involucra a todos y que supone que nuestra forma de vida social y familiar, es tan valiosa que merece ser mejorada de manera constante”

También menciona que es un concepto que aplica a cualquier nivel y es una técnica que cubre todas las técnicas administrativas japonesas por lo cual ha alcanzado tanto renombre a nivel mundial.

2.7. Heijunka

Es una técnica de gestión de la producción el cual está relacionado a Lean Manufacturing según Mendoza Bohórquez (2021) “ayuda a las empresas a satisfacer la demanda, mediante la nivelación de la producción, reduciendo los desperdicios en los procesos de producción”. Dentro de las empresas donde se trabaja por lotes muy grandes, representa un desafío poder mantener un espacio disponible en todo momento, debido a que la producción está en función de la demanda, si el cliente pide un producto nuevo, existe el riesgo que ese lote previamente fabricado, quede obsoleto, ocupando un espacio dentro del almacén, lo cual se traduce como dinero estancado, esto afecta directamente al flujo de los recursos. Para evitar este tipo de problemas se necesita nivelar y ajustar los volúmenes de producción para evitar una sobre carga dentro de las líneas de producción con artículos que no se venderán de inmediato para que los artículos que realmente necesita el cliente, se transformen prioridad para evitar gastos de almacén innecesarios. De lo contrario, el hacer esperar al cliente, termina por disgustarlos y buscar otros proveedores, ya que la empresa no puede cumplir con los tiempos y volúmenes a los que se comprometió.

2.8. Andon

Los tiempos muertos se generan debido a fallas dentro del proceso o por la espera de información, son bastantes frecuentes dentro de las empresas manufacturera, por esta razón en cuanto se presenta este suceso se debe de solucionar lo antes posible ya que podrían detener el ritmo de producción. Para poder facilitar la detección de estos sucesos dentro de la línea de producción, se utiliza un sistema llamado **Andon** el cual “es un sistema de comunicación visual y auditivo utilizado en la industria que permite a los trabajadores interactuar de manera simple para la solución de problemas que se presenten durante la jornada laboral en el momento en que ocurren”. (Martínez Hernandez J. C., 2020). La finalidad de este sistema es proporcionar una

ayuda visual clara del estado de cada proceso, de esta manera se podrían ir tomando los tiempos de reacción de cada área para brindar la solución necesaria para mantener el semáforo en verde.

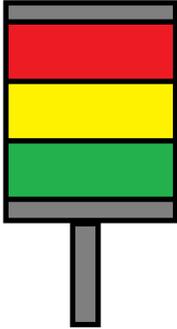


Figura 7 Ejemplo de Sistema Andon (Autoría Propia)

Estas acciones estarán orientadas a mejorar los procesos que hay dentro de la cadena de suministro, la cual Camacho la define como “una secuencia de eslabones (procesos), la cual tiene como objetivo principal el satisfacer competitivamente al cliente final; así mismo, cada eslabón produce y elabora una parte del producto y, a su vez, cada producto que es elaborado agrega valor al proceso.” (Camacho, 2012)

2.9. Correlación

Según Fredy Mendivelso (2022) “La correlación es una medida estadística que permite conocer el grado de asociación lineal entre dos variables cuantitativas u ordinales (X, Y). También determina la fuerza de asociación y dirección que toma esta relación mediante el cálculo del coeficiente de correlación, cuyo resultado puede variar en el intervalo $[-1, +1]$. Entre más cercano a 1 sea el coeficiente de correlación, mayor la fuerza de asociación.”

2.10. Hoshin Kanrri

Según Muñoz Nájjar (2002) el concepto Hoshin Kanrri “es un sistema de gestión que opera en dos ámbitos: uno relacionado con la dirección estratégica y otro con la gestión operativa. Unos de los principales objetivos de esta metodología es alinear todas las actividades para que se cumpla la meta en común. Por esta razón se le hace llamar como “brújula gerencial”, algunos elementos que debe de tener es el desarrollo de visión estratégica, objetivos definidos sin importar la jerarquía, planificación, monitoreo y mejora continua. “Una forma adecuada de describir la filosofía de la administración Hoshin Kanri es fomentar la innovación continua mientras se mantienen al día las tareas cotidianas” (Morales, 2016) . A partir de este enfoque, es fundamental que la alta dirección participe de manera constante, ya que la innovación debe residir en los niveles más altos, mientras que las tareas cotidianas corresponden a los niveles operativos.

2.11. KPI (*Key Performance Indicator*).

En la mayoría de las metodologías se mide el cumplimiento mediante un KPI (*Key Performance Indicator*). “Un KPI es principalmente una herramienta que permite estandarizar con argumentos cuantitativos, definiendo en qué estado se encuentra un determinado proceso por lo tanto las compañías como las personas deben conocer deben aplicar métodos para la medición del desempeño para su análisis y en caso de fallas corregir el sistema inmediatamente,” (Ríos, 2012) un KPI debe de ser específico, medible, relevante para el cumplimiento de los objetivos, alcanzable y temporal. Esta es una herramienta importante para poder monitorear y evaluar el desarrollo de cada objetivo que se haya planteado por el cliente o internamente por la organización. Cada KPI debe de tener las siguientes cualidades, que sea específico, medible, alcanzables, realistas y a tiempo.

2.12. ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Un ERP según Chiesa (2004) lo describe como “una aplicación informática que permite gestionar todos los procesos de negocio de una compañía en forma integrada” Alguno de los módulos con los cuales cuenta son: Recursos Humanos, Contabilidad, Compras, Ventas, Producción entre otros. La función básica de esta herramienta es mantener una base de datos compartida para facilitar el flujo de información entre las diferentes áreas, manteniendo una buena comunicación. Alguna de las funciones de un ERP son la integración de datos, automatización de procesos, flujos de trabajaos eficientes, información y análisis.

Dentro del ERP se cuenta con los siguientes módulos CRM (*Customer Relationship Management*), MRP (*Material requirements planning*), FRM (*Finance Resource Management*), SCM (*Supply Chain management*), HRM (*Human Resource Management*) solo se detallarán los que se ocupan por parte de Ingeniería. Ya que los demás módulos son solamente específicamente para un área.

2.12.1. CRM (*Customer Relationship Management*):

Actualmente la mayoría de las empresas, buscan mejorar la relación con sus clientes, debido a esto se debe manejar eficientemente su información dentro de la organización, con el fin de brindar una retroalimentación adecuada conforme a las mediciones que se tengan del proceso, esto lo menciona Montoya Agudelo (2023) en el artículo “El CRM como herramienta para el servicio al cliente en la organización”

Este tipo de software permite la gestión de la información del cliente, automatizar procesos, mejorar el servicio al cliente, analizar datos, tendencia, etc.

2.12.2. MRP (*Material requirements planning*)

Este módulo está dedicado a gestión de la cadena de suministro y a la producción, esta se basa en los materiales que tiene cargado el BOM (*Bill of material*) de cada producto, de esta manera puede obtener dato como la fecha de compra, cuanta cantidad y cuando se tiene que comprar, pero cabe recalcar que “La fiabilidad del sistema MRP dependerá exclusivamente de la fiabilidad de los datos proporcionados” (Poma, 2014)

2.13. El BOM (*Bill of material*)

Se identifica como la estructura que tiene cada producto, el cuales están catalogados como Ensamble general, subensamble, componente, y materia prima, cada uno de estos niveles como lo menciona (Poma, 2014). En esta estructura se encontrar las cantidades que son necesarias para poder fabricar un artículo, dentro de este modelo se indica en que unidades se tiene que comprar el material, ya sea en kilogramos, libras, metros, pulgadas, pies, litro, etc. Toda esta información ayudara a las demás áreas para comprar las cantidades necesarias para cumplir con la demanda solicitada por el cliente, de no utilizarse bien este módulo se podría llegar a quedar sin Stock o sobre inventariarse.

2.14. PEPS (*Primeras Entradas Primeras Salidas*)

“Cuando una entidad utiliza la fórmula de primera entrada, primera salida (PEPS) asumen que los inventarios entran y salen de la entidad cronológicamente, es decir, que los primeros inventarios que la entidad adquiere son los primeros en ser vendidos. El flujo de inventarios de primera entrada, primera salida es aplicado para prevenir que las compañías mantengan inventarios obsoletos.” (Fuertes, 2015). Este tipo de metodologías regularmente se maneja en productos perecederos, con el fin de que el producto no permanezca mucho tiempo en el almacén y se pueda

echar a perder, en el caso de una empresa metal mecánica la mayoría de la materia prima tiene mayor durabilidad, pero aun así se debe de utilizar lo más pronto posible la materia prima por el tema de garantías con el proveedor y mantener una rotación del inventario continua por si el proveedor obsoleto alguna pieza en específico.

2.15. TPM (*Total Producción Maintenance*)

El “Mantenimiento Total de la Producción el cual aparece, en principio, como una nueva filosofía del “Mantenimiento”, integrando a éste en la función Producción de manera global, no como un fin en sí mismo, si no como un medio de reducción de los costes de producción, siendo el objetivo esencial conseguir la máxima eficiencia del binomio hombre-sistema de producción.” (Sacristán, 2003) . Su implementación puede reducir el tiempo de inactividad de alguna máquina ya que provee la falla dentro de la jornada laboral, también beneficia en la calidad el producto, vida útil de la máquina, reducción de costos por mantenimientos correctivos y ayuda que se cumplan los tiempos que propuso planeación

2.16. VSM (*Value Stream Mapping*)

Es “una herramienta que te permite la representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas. (Gandia, 2019)”. Una de las sugerencias para realizar esta metodología, es la creación de un equipo multidisciplinario con el fin de conocer completamente el proceso desde la perspectiva de quien lo vive diariamente. De acuerdo con lo planteado por este mismo autor, la metodología se implemente mediante un proceso específico, empezando por la selección del área que tenga más problemas.

2.16.1. Estado actual

Dentro del mapeo del estado actual, se revisa la documentación existente, se identifican los procesos principales, se evalúa el flujo de información y a su vez se recolecta toda la información posible, para identificar los procesos a los cuales se les podría aplicar alguna mejora. Ya que se tiene el mapeo del proceso actual, se analiza calculando el *Takt Time* “es el tiempo necesario para completar una tarea del proceso de fabricación, el cual brinda beneficios tales como: satisfacción del cliente, reducción de costos, incrementación en la capacidad de producir, reducir daño al producto y continuar siendo competitivos” según lo menciona Zapata (2015).

Posterior a esto se define el tiempo al que se necesita realizar la producción para poder implementar las herramientas de mejora necesarias para poder cumplir los objetivos que acerquen al tiempo que se requiera.

Los siguientes símbolos se ocupan para hacer la representación visual el mapeo de proceso.

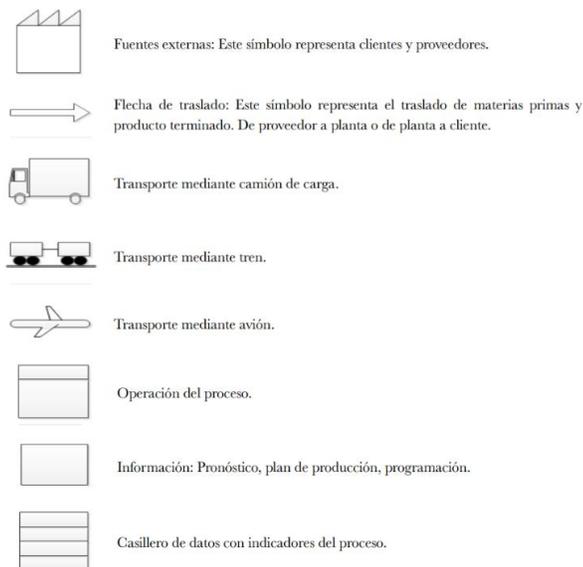


Figura 8 Simbología VSM -Parte 1((Cantó, 2019)

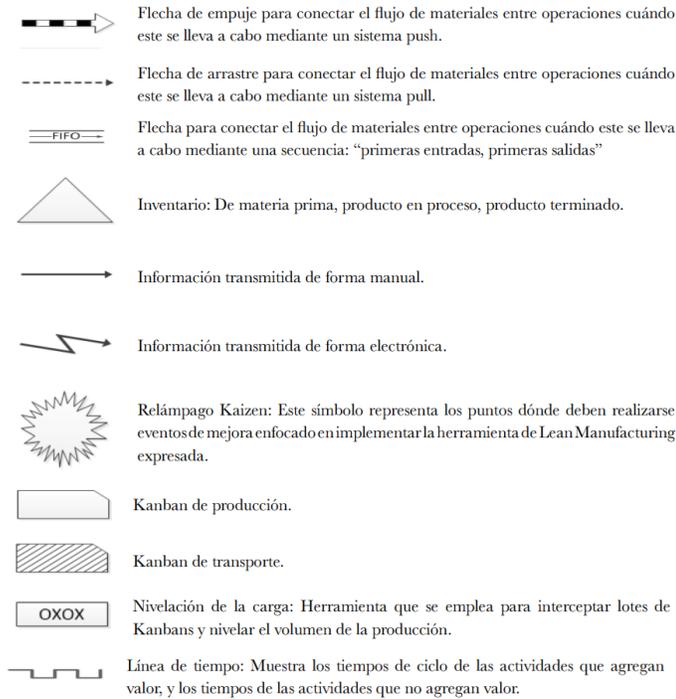


Figura 9 Simbología VSM -Parte 2(Cantó, 2019)

2.16.2. Estado Futuro

Según Uruga (2003) el objetivo de esta etapa es identificar y eliminar las fuentes de desperdicio en la cadena de valor actual. La meta principal es producir exclusivamente lo que el cliente necesita y en el momento que lo requiere. No obstante, antes de avanzar hacia un enfoque "lean", su empresa debe considerar que este es un proceso prolongado. Por ejemplo, parte del desperdicio presente en su organización proviene de decisiones anteriores, como la maquinaria de producción o la disposición de ciertas áreas en la planta, y modificar estos aspectos puede implicar grandes inversiones y un tiempo considerable de implementación.

3. METODOLOGÍA

Esta investigación se basa en una metodología cuantitativa con el alcance descriptivo y correlacional, ya que se combinan estos dos alcances para tener un mejor planteamiento del problema que ha llevado a que la empresa no pueda cumplir con el volumen de producción que su cliente requiere.

“Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.” Según Sampieri (2010), en esta investigación se describe como esta subdividida la empresa a nivel organizacional, número de trabajadores, tipo de maquinaria, volúmenes de producción, objetivos de facturación, etc.

Los estudios correlacionales “tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular.” Según Sampieri (2010). En el caso de esta investigación se encontró que la mayoría de los problemas descritos tiene un mismo origen, lo cual indica cómo impactaría en el comportamiento de otro proceso si éste se modificara. Por esta razón se eligió como principal herramienta el VSM (*Value Stream Mapping*) ya que este analiza todos los procesos productivos para buscar mejoras dentro de ellos y ver que otras correlaciones pueden ser falsas, con los datos obtenidos se tomaron decisiones para incrementar la productividad.

El objetivo de utilizar esta herramienta es para integrar diferentes enfoques para enriquecer significativamente la calidad y la utilidad de la investigación mediante la descripción del problema con el fin de explicar las causas que lo están generando, de esta manera se puede plantear las mejoras.

El caso de esta investigación se cuenta con bastantes estudios previos ya que está ligada a estrategias de mejora continua que aplican las grandes empresas automotrices. Cabe recalcar que este tipo de conceptos no son exclusivas de la industria automotriz, si no es aplicable a una alta variedad de contextos, estos pueden ser laborales, profesionales o personales, dentro de cualquiera área ya sea que pertenezca al ramo de la salud, manufactura, servicios, administración, etc.

3.1. Planteamiento de la hipótesis

La administración de la cadena de suministro es importante para poder garantizarle al cliente los tiempos de entrega y a su vez se garantiza la facturación mensual de la empresa.

3.2. Hipótesis

Debido a las necesidades de incremento de la producción que le está requiriendo el cliente, la empresa metal mecánica debe

“Una correcta planeación de la cadena de suministros es la solución para cumplir los objetivos de la empresa metal mecánica e incrementar la facturación”.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. VSM herramienta de trabajo

En este capítulo se detallará el proceso de aplicación de algunas metodologías de mejora continua, basándose en el VSM la cual es una herramienta que permite detectar errores del estado actual para poder plantear un estado futuro por medio de propuestas de un equipo multidisciplinario, este representa visualmente el flujo de valor de un producto y aquellas que generen desperdicios o retardos. La implementación de mejoras tiene como objetivo identificar y eliminar procesos que no se estén llevando a cabo correctamente, con el fin de plantear mejoras que puedan incrementar el valor del producto cumpliendo con los requerimientos del cliente.

Uno de los primeros pasos para comenzar con el VSM, fue la creación de un equipo de trabajo multidisciplinario con el fin de enriquecer, analizar y facilitar la identificación de problemas desde diferentes puntos de vista, pero bajo el mismo objetivo de incrementar el volumen de producción en cabinas. Para la formación del equipo, se tuvo en cuenta el nivel de involucramiento que tenía cada persona dentro del proceso, independientemente de la posición que tuviera, ya que el objetivo principal de esta herramienta es plasmar el flujo de información lo más real posible desde que inicia hasta que finaliza.

Las personas involucradas fueron de las siguientes áreas: Servicio al Cliente, Compras, Planeación, Control de la producción, Calidad, Manufactura e Ingeniería.

Posteriormente se citó a todo el equipo en un espacio dentro de la planta llamado “*War Room*” el cual se traduce literalmente como “sala o cuarto de guerra”, este concepto es propio de la filosofía y metodología ***Lean Manufacturing*** la cual está enfocada en maximizar el valor para el cliente, minimizar los desperdicios dentro de los procesos de producción, aplicando mejoras. Este lugar está destinado para colaborar de manera intensiva y eficiente con el objetivo de

solucionar un problema en tiempo real, planear, comunicar o dar seguimiento a los proyectos. Algunas de las características de este lugar es que las paredes suelen estar cubiertas con tablas, gráficos, diagramas de flujo y mapas de procesos, los cuales fueron creados por los mismos trabajadores de la organización.

Durante el proceso, se fue creando el diagrama de flujo de información, el cual se representó visualmente con *post-it* sobre una de las paredes, estos contenían símbolos, dibujos y palabras que describían a cada proceso. Se agregaron los indicadores de cada área para saber si estos estaban correctamente planteados con el objetivo principal del proyecto, de esta manera sería más fácil monitorear los avances de cada área. Una vez terminado el diagrama de flujo de información, se repasó para identificar puntos de optimización y determinar si se podía aplicar alguna metodología de mejora dentro de los procesos, por ejemplo; Kanban para visualizar el estado del trabajo en diferentes etapas, identificar cuellos de botella, mejorar la eficiencia del flujo de trabajo, 5S como ayuda para lograr identificar y eliminar desperdicios, etc. Es de suma importancia que en este proceso esté involucrado todo el equipo para poder asignar tareas y de esta manera poder asegurar que la mejoras se realizarán y serán sostenibles a largo plazo.

4.2. VSM Estado presente

A continuación, se mostrará el estado presente que corresponde al año 2023, donde se le dará seguimiento a todo el proceso por medio de un mapa, este comenzará de lado superior derecha de la hoja, este será el origen para poner en orden los procesos que se tienen, cada proceso se pondrá en una caja y se conecta por medio de líneas para indicar el flujo de información que tiene cada proceso. Los procesos que se tiene dentro del mapa son los más relevantes, ya que no se puede entrar al detalle debido al poco espacio con el que se cuenta, lo que se busca es poder ver la cadena de valor fácilmente para describir los problemas y posibles soluciones junto a cada proceso.

En la Figura 10 se observa el “Estado Actual”, este será el lienzo para plantear los problemas que se tienen en cada proceso, en este punto el equipo comentó los problemas que observa en cada proceso, y junto con el equipo se decidió, si realmente es un problema para poderlo poner en el mapa, ya que puede haber problemas que son detonados por falta de conocimiento del proceso, es decir, si ya existe un manual o una mejora dentro de ese proceso, es solo apegarse a lo establecido. Los problemas que se ponen dentro del mapa son los que están relacionados al flujo de valor de la empresa o del mismo proceso, la mayoría de las veces dentro del área o del proceso existen deficiencias, desperdicios o cuellos de botella como lo pueden ser tiempos muertos, gastos innecesarios, exceso de inventario, procesos que generan defectos, sobreproducción, etc.

En la Figura 10 es el mismo mapa de “Estado Actual” pero con las mejoras que se deben de realizar en cada proceso, es importante aclarar que los números que se muestran en cada mejora, no es el orden cronológico de los procesos, si no el nivel de importancia para mejorar el flujo del “Estado Futuro 2024”.

VSM CABINAS ESTADO PRESENTE SIN MEJORAS 2023

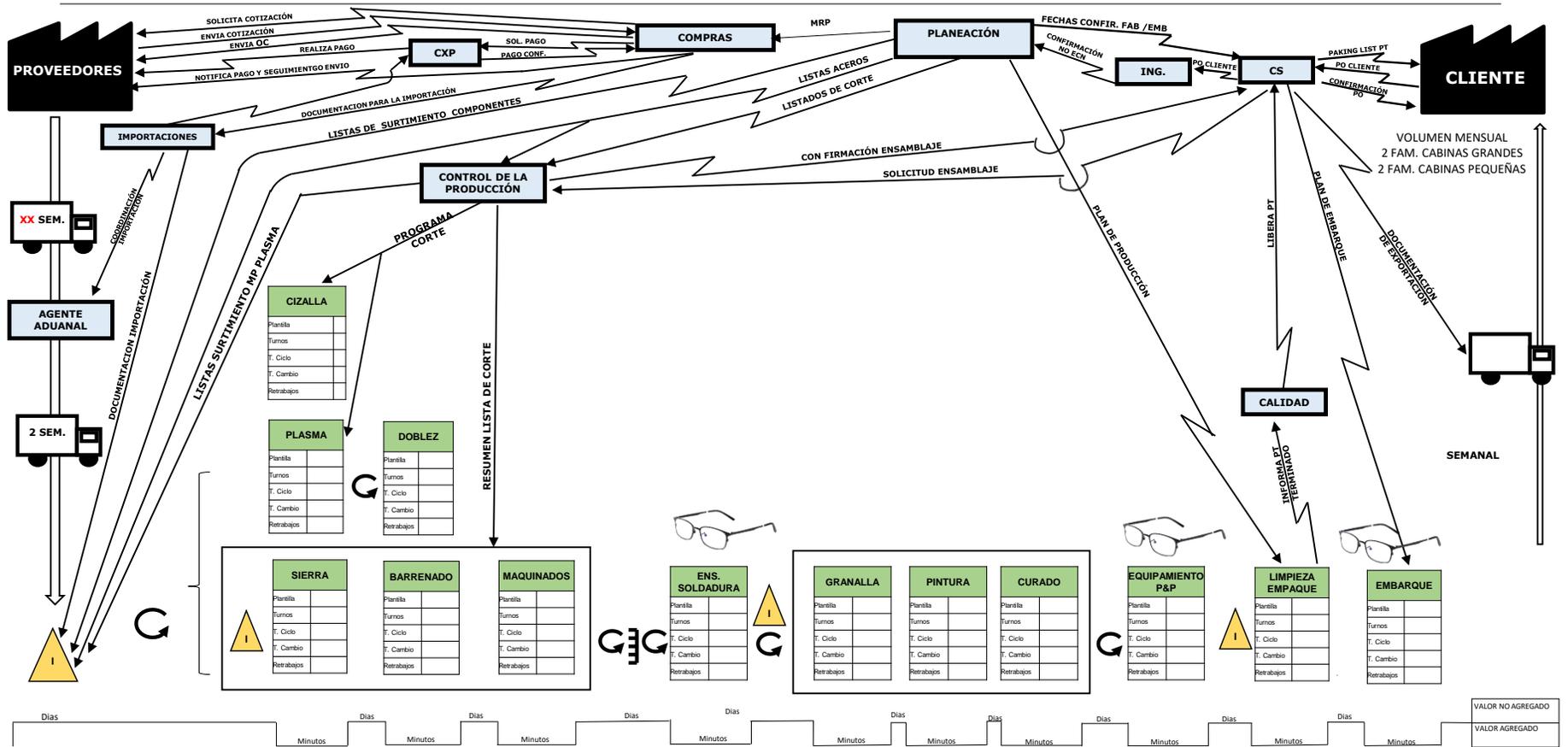


Figura 10 VSM Cabinas Estado Presente Sin Mejoras 2023

VSM CABINAS

ESTADO PRESENTE CON MEJORAS 2023

Figura 17

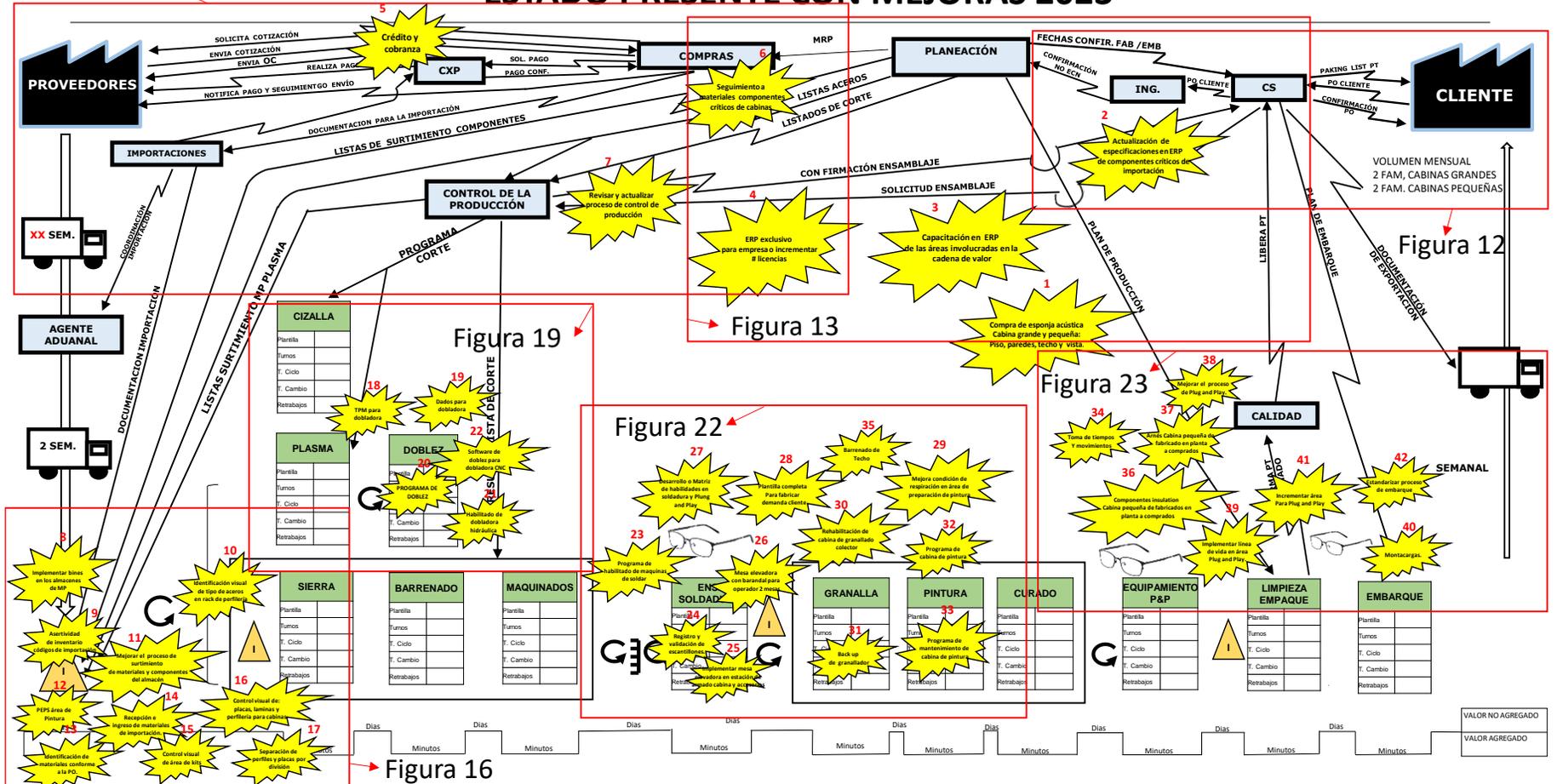


Figura 11 VSM Cabinas Estado Presente con mejoras 2023

Dentro de la empresa donde se realizó el estudio, la posición de Servicio al Cliente también llamada en inglés, Customer Service (CS), es de suma importancia debido a que es el contacto principal entre las áreas internas de la empresa con el cliente, de no ser así, el cliente se tendría que dirigir a los responsables de cada área, causando un caos de comunicación interna de la empresa. Por esta razón el cliente solamente tendrá contacto por medio de esta posición.

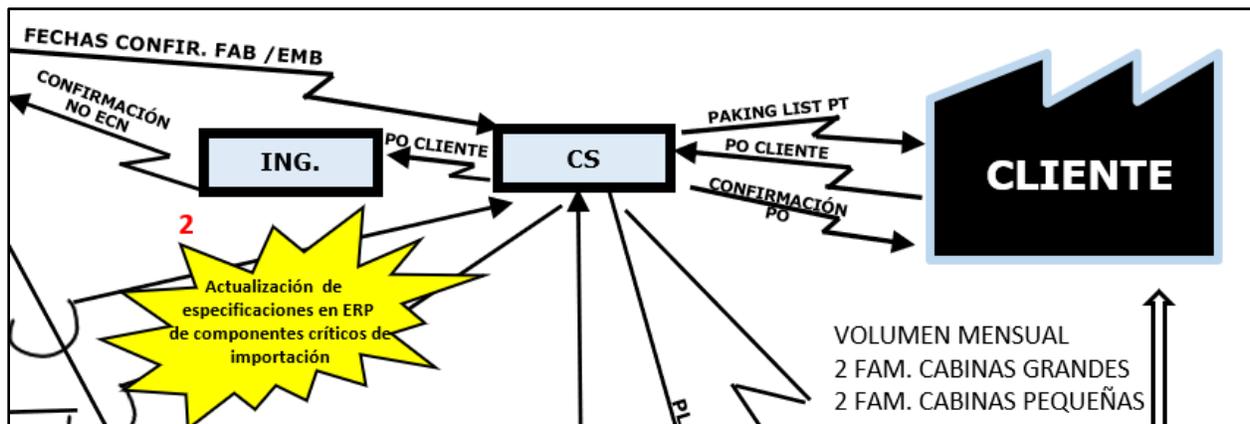


Figura 12 Vista parcial del VSM

El proceso de mapeo comienza al llegar una orden de compra también llamada PO por las siglas en inglés de **Purchase Order** al área de **Customer Service**, posteriormente a esta posición se le llamará CS. CS notifica y comparte la PO a los encargados de cada área para que estén enterados mediante un correo electrónico, sobre esa misma línea de correo, el área de Ingeniería de Producto tiene que verificar cada línea de la PO para determinar que el código de la cabina ya se tenga dado de alta en nuestro sistema y con la misma revisión, en el caso de que la revisión no coincidan, el ingeniero a cargo necesita notificar a CS que hay un cambio de ingeniería, también llamados ECN (**Engineering Change Notification**), esto con el fin de que CS no confirme la orden de compra, ya que una vez confirmada, se aceptan los términos y condiciones con las cuales llegó la orden de compra, es decir, precios y tiempos de entrega del producto. Ingeniería tendrá que analizar el BOM

junto con los planos para verificar si los cambios que este pidiendo el cliente, afectan dentro de los procesos de producción, compra de materiales, tiempos de entrega, etc. Desde este punto se empiezan a originar algunos problemas, ya que el cliente está modificando continuamente el diseño de sus cabinas. Los cambios que realiza son básicamente la instalación de componentes electrónicos, por lo que la empresa los tiene que pedir del extranjero y los tiempos de entrega son demasiados largos debido a la cadena de suministro por esta razón se plantea actualizar las especificaciones de componentes críticos de importación y su tiempo de entrega dentro del ERP para que se le pueda dar prioridad a estos componentes al colocar las órdenes de compra a los proveedores, este punto es el segundo más importante del VSM (Figura 13 - Número 2).

En este caso se tiene que notificar al cliente que el precio se modificará debido a que se están agregando componentes junto con su tiempo de instalación. Ingeniería tiene que mandar el nuevo plazo de entrega también llamado LT (*Lead time*) y el precio, para que sea aceptado por el cliente para que mande una nueva PO con la información actualizada. En este punto se habló con el cliente que en caso de que LT de la materia prima no se adaptara con lo que ya se tenía planeado, el cliente tendría que aceptar el producto conforme la revisión pasada y los componentes nuevos estaría llegando a la planta del cliente para que ellos pudieran instalarlos con cargo a la empresa manufacturera. En el caso de que no se pudiera aceptar esta opción debió a la complejidad de la instalación o modificación, se tendría que recorrer en el programa de producción, pero a su vez mover otro producto para cubrir la facturación del mes con la que ya se contaba. Paralelamente el área de Compras tiene que realizar pedidos conforme a LT del proveedor con la finalidad de tener el material disponible en la planta cuando se necesite, este stock estuvo acordado con el cliente, por si en algún momento se hiciera algún otro ENC y el componente ya no fuera requerido, la empresa metal mecánica se lo pudiera cobrar al cliente.

Ingeniería tiene que hacer una junta para notificar a todos los encargados de cada equipo sobre el cambio de ingeniería, de esta manera Planeación podrá coordinar junto con Compras la fecha de llegada de los componentes nuevos y así poder volver a meter a la línea el producto para que se le realicen estos cambios a la cabina. Cabe mencionar que cuando se hace cualquier cambio de Ingeniería, las áreas de Calidad, Ingeniería y producción, tiene que tomar evidencia fotográfica de que el cambio fue aplicada en tiempo y forma bajo las especificaciones del cliente, de no instalar algún componente por faltante, se debe tener una evidencia de lo ocurrido y notificarlo al cliente por medio de una junta o un correo donde mencioné que está de acuerdo con él envió de la cabina con ciertos faltantes.

En caso de que llegue un producto nuevo, se tiene que revisar que sea la misma revisión bajo la cual se cotizó y su precio, de no ser así se comenzaría el procedimiento de ECN antes mencionado. Si la revisión, precio y LT son correctos, se procede informarle a CS para que pueda confirmar la orden de compra. Ingeniería se encarga de crear todos los códigos de ensamble principal, subensamble, componentes y materias primas en el sistema ERP para que posteriormente Planeación explote el código principal para obtener el BOM.

Una vez que toda la información este cargada en el ERP, se cargan los planos y especificaciones de la cabina en una carpeta compartida con todas las áreas, esta carpeta solo Ingeniería tiene los permisos para agregar o quitar información, con esto se garantiza que los planos son la revisión correcta. Posteriormente al proceso de carga de códigos al sistema ERP, Ingeniería manda un correo a todos los encargados del área notificando que los códigos ya se cargaron y realiza una junta para dar a conocer el nuevo producto, junto sus especificaciones, materiales, procesos, etc. En los productos nuevos el ingeniero a cargo estará realizando juntas semanales para dar seguimiento con cada área, de esta forma se garantiza que el avance del

proyecto está cumpliendo con los tiempos que se definieron al realizar la cotización y su vez se va confirmando la fecha de embarque con la que llego la PO.

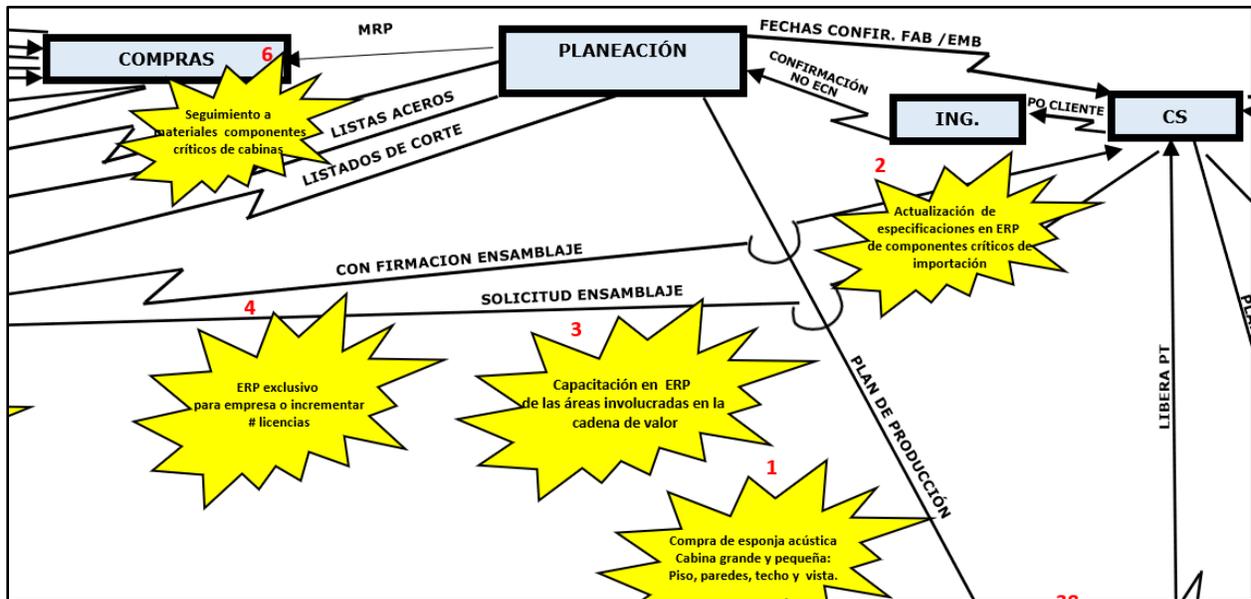


Figura 13 Vista parcial del VSM

Toda la información sobre el producto se encuentra dentro del ERP, aquí la importancia de saber cómo consultar esta información, por lo que se plantea realizar capacitaciones a las áreas de Calidad, Producción y Almacén, para que puedan consultar toda la información como: cantidades, especificaciones, cedidas, códigos de producto con el fin de aclarar las duda que surja de los componentes. (Figura 13 - Número 3). Actualmente se tiene licencias limitadas para el ERP, de realizarse la capacitación plantada en el punto dos se tendrían que incrementar el número de licencias para evitar los tiempos de espera mientras se desocupen las licencias. (Figura 13 - Número 4).

Al igual que en un ECN, Ingeniería tiene que supervisar todo el proceso de fabricación, junto con producción y calidad, es obligación de Ingeniería generar un reporte de validación del primer artículo, este debe de contener planos baloneados (Cotas enumeradas) para posteriormente vaciar esas medidas en una tabla donde se muestre el valor obtenido junto con sus tolerancias y la evidencia fotográfica de cada medida. (Figura 14 y 15)

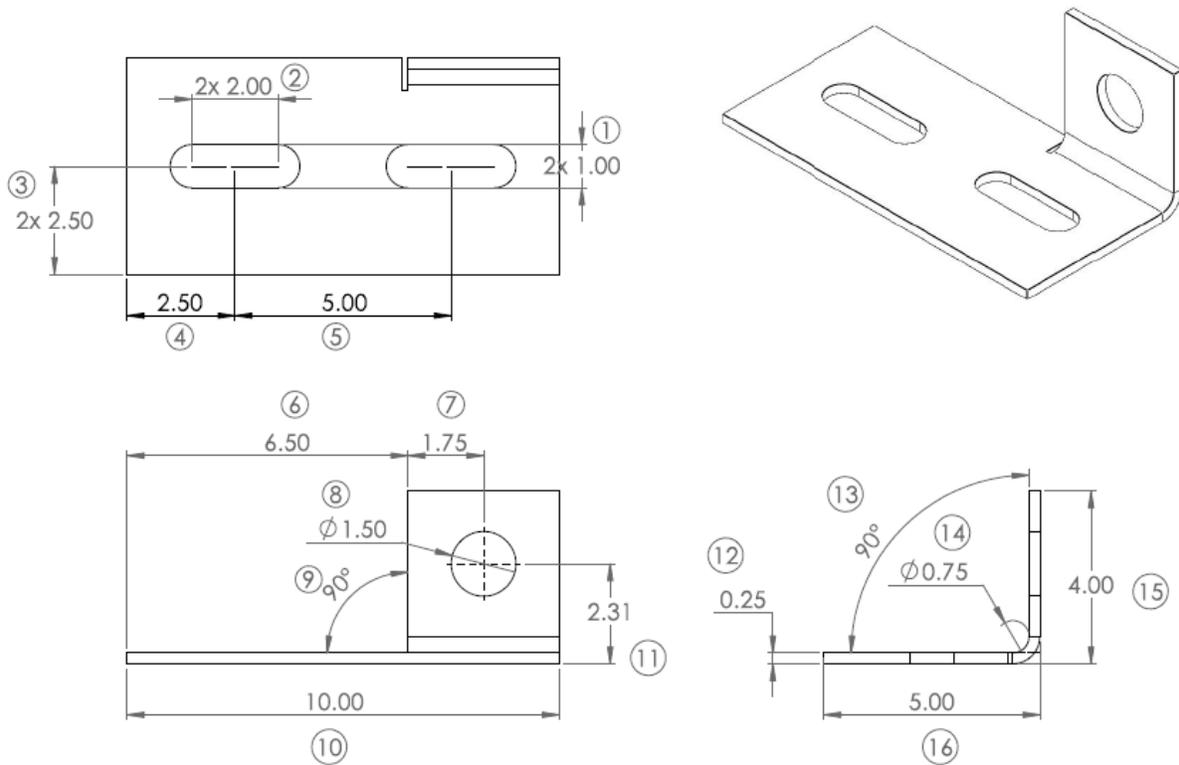
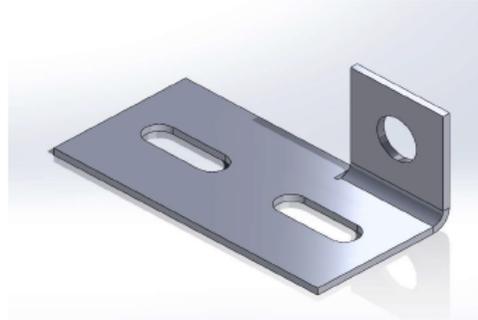


Figura 14 Plano de la pieza 19101995

Operador	328
Número de parte	19101995
Nombre de Parte	Soporte
Revisión Dibujo	"A"

TODAS las características deben ajustarse a los requisitos del dibujo.



Características de Producto	General (Ingeniería)					
	Descripción	Número de Burbuja	Medida Minima	Medida nominal	Medida Maxima	Unidad de Medida
Ancho de Slot	1	0.94	1.00	1.06	In	1.06
Distancia entre centros de Slot	2	1.94	2.00	2.06	In	2.00
Ubicación Slot	3	2.44	2.50	2.56	In	2.56
Ubicación Slot	4	2.44	2.50	2.56	In	2.44
Distancias entre centros de Slots	5	4.94	5.00	5.06	In	4.94
Ancho de corte	6	6.44	6.50	6.56	In	6.56
Ubicación barreno	7	1.69	1.75	1.81	In	1.75
Diámetro de barreno	8	1.44	1.50	1.56	In	1.44
Grados de corte	9	89.00	90.00	91.00	Grados	89.00
Largo Pieza	10	9.94	10.00	10.06	In	10.00
Ubicación Barreno	11	10.94	11.00	11.06	In	10.94
Espesor pieza	12	11.94	12.00	12.06	In	12.00
Grados de doblez	13	89.00	90.00	91.00	Grados	90.00
Radio de doblez	14	13.94	14.00	14.06	In	13.94
Altura Pieza	15	3.94	4.00	4.06	In	3.94
Ancho Pieza	16	4.94	5.00	5.06	In	5.00

Figura 15 - Reporte de dimensional de la pieza 19101995

En el caso que el producto de la PO corresponda con la misma información (revisión, tiempo y LT) que se tiene cargada en el sistema con la que se cotizó, se les notifica a todos los encargados por medio de la misma línea de correos, así CS le puede confirmar la PO al cliente y al mismo tiempo sirve como detonante para que internamente se pueda realizar todos los procesos subsecuentes.

Planeación procede a explosionar el BOM que anteriormente había cargo ingeniería, con el fin de verificar la lista de materiales con lo que se tiene ya disponibles en almacén.

Si el producto o materia prima es nueva, se tiene que requerir una actualización del precio que se dio en fase de cotización, si este incremento su precio, se tiene que notificar al área de Ingeniería para que se revise el impacto económico, si este afecta al grado de bajar más del 5% de la utilidad se tendrá que actualizar el precio al cliente. Una vez confirmado que el precio hay sido aceptado por el cliente, este tiene que enviar nuevamente la PO con dichas actualizaciones, posteriormente CS mandará el correo de confirmación al cliente.

Si existe algún faltante de materia, Compras detona la requisición de material con el proveedor correspondiente, es importante que, en este punto, se verifique el material que está marcado como critico debido a su LT tan largo, ya que como se mencionó anteriormente, algunos de estos componentes pueden llegar a tardar hasta tres meses la importación, si el stock comienza a disminuir, se tiene que colocar inmediatamente la orden de compra. Algunos de estos componentes son: la esponja acústica, forro de paredes y piso paredes techo. De no contar con ellos, no se pueda pasar al siguiente proceso debido a que estos tienen que ser instalados antes de colocar el aire acondicionado y componentes eléctricos. Este punto está marcado como la principal mejora dentro del VSM 2023. (Figura 13 – Numero 1).

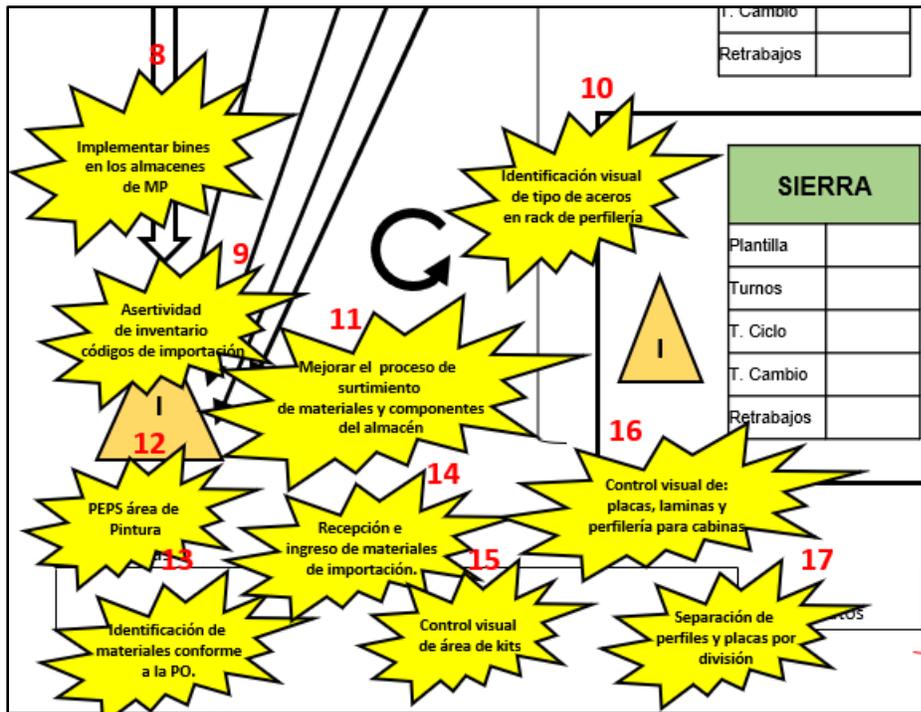


Figura 16 Vista parcial del VSM

Algunos componentes electrónicos, son los que mayor LT tiene, debido a que son fabricados y programados en Estados Unidos, más el tiempo que se demore la importación, en total ronda de dos a tres meses, pero hay algunos otros productos estándar que son fabricados a grande escala, pero no se venden dentro del mercado mexicano, por lo que también se tiene que importar, pero en este caso el LT es menor.

Los componentes con mayor LT entran dentro de otra categoría de componentes críticos, debido a que, si no se tiene un correcto inventario, las cabinas se podrían detener de dos semanas hasta tres meses por los tiempos de importación, para evitar que suceda esto, los códigos de estos componentes se agregan a los conteos cíclicos con el fin de mantener un stock equivalente a dos meses dentro del almacén, esto con el fin de evitar detener alguna cabina. (Figura 16 – Numero 9)

De todos los componentes, cada proveedor, debe confirmar la fecha de entrega, para que planeación tenga la fecha más lejana en la que estaría llegando el componente, basándose en esta información y valorando en que proceso afectaría el componente faltante, planeación le asigna una fecha de entrada a la línea de producción a cada cabina. Para asegurar que el surtimiento se encuentre completo desde antes de que el material sea requerido por producción, el encargado del almacén realizará paquetes de surtimiento a los que se les llama “kits de surtimiento” basados en la lista de componentes de la cabina, estos kits se realizan con dos meses de anticipación para poder identificar cualquier componente que haga falta físicamente y el sistema no lo detecte como faltante debido a un inventario erróneo. Estos kits deben de tener un lugar en específico dentro del almacén para tener un control visual de cuantos kits se tiene completos, ya que una vez armado el kit se emplea para que no puedan sacar componentes de él, la caja debe identificarse con el código de la cabina para el cual se armó el kit, PO del cliente y la semana en que se tiene que pasar a producción. (Figura 16 – Numero 15)

En caso de que haya faltado algún componente, el área de compras tendrá que realizar la requisición de material, en caso de que el proveedor comente que va a llegar después de la fecha de embarque que ya se había programado previamente con el cliente, el área de CS tendrá que avisar al cliente para tratar de mover dicha fecha, mínimo con dos semanas de anticipación. (Figura 16 – Numero 11)

En el caso de la pintura se tenía un problema debido a que las especificaciones de la pintura para el cliente no eran de línea comercial, si no se tenía que mandar hacer por pedido por un mínimo de compra para mantener la homogeneidad de las tonalidades, por lo que se tenían programadas compras mensualmente dependiendo del volumen. Esta práctica genero un sobre inventario y por una mala gestión del almacén se empezó a quedar el producto más viejo en la

parte trasera del almacén, causando pérdidas de alrededor de 5100 USD. En el VSM se plantea la metodología PEPS por sus siglas Primeras Entradas, Primeras Salidas la cual indica la gestión del inventario y el flujo de materiales, en el caso específicamente de la pintura se implementó esta metodología para evitar que volviera a caducar el producto, ya que la pintura cuenta con muchos productos químicos que tienen una vida útil determinada y de no ocuparse se solidifican. (Figura 16– Numero 12)

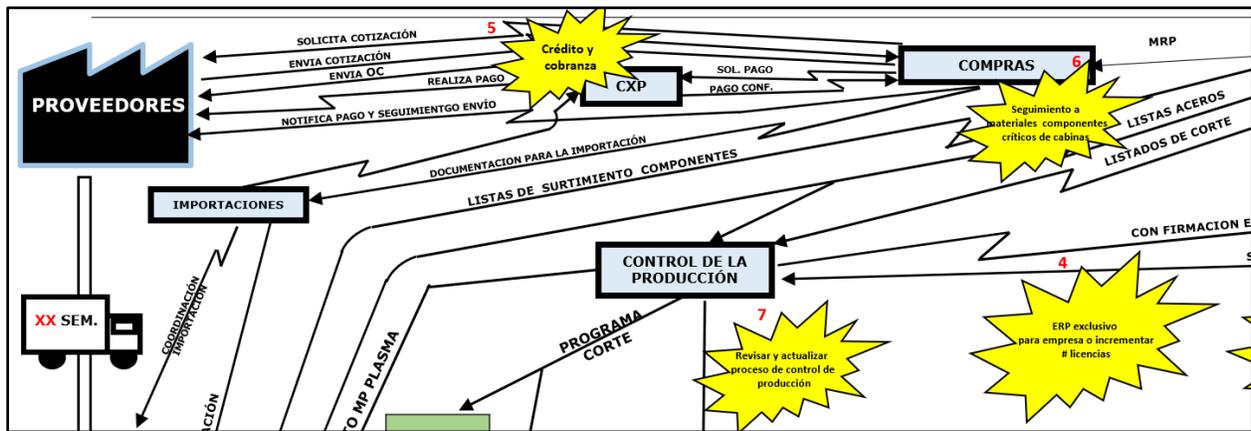


Figura 17 Vista parcial del VSM

Paralelamente el área de compras tiene que revisar el tema del flujo de efectivo con el área de finanzas, la empresa cuenta con línea de crédito con algunos proveedores y con otros es pago de contado. Los problemas se originan cuando se detienen las cabinas más de una semana, ya que esto genera un bloqueo directamente con estos proveedores. En algunos casos las líneas de crédito con proveedores se saturan y ya no se puede ni si quiera comprar a crédito, por eso se agrega el punto cinco dentro del VSM 2023, para que se le dé prioridad de pago a estos proveedores (Figura 17 – Numero 5).

Una vez colocadas la PO el área de importación, se encargará de darle seguimiento a la materia prima, documentos y permisos de importación, contacto con agente aduanal y el traslado de la aduana a la empresa. La empresa cuenta con una bodega en la aduana, por lo que se programa

el transporte semanalmente para poder consolidar toda la carga y poder prorratar el costo del transporte de la aduana a la empresa.

Si la materia o producto es nacional, el comprador que generó la requisición de material, le dará seguimiento hasta que llegue a la planta y sea liberado por el área de Inspección recibo. Esta actividad se ingresó al VSM debido a que los compradores colocaban la requisición y no volvían a dar seguimiento a la materia prima hasta que producción la necesitaba, lo cual causaba retrasos importantes. (Figura 17-Numero 6 y Figura 17 Numero 14).

Es importante recalcar que el seguimiento del área de Compras no finaliza al llegar el producto, ya que en ocasiones puede llegar mal el material, dentro de los errores más comunes se encuentra que el proveedor manda un código incorrecto, las cantidades requeridas por el área de compras no son las correctas, ya sea debido a un error de dedo o un error dentro de la carga de BOM, medidas incorrectas, materiales incorrectos, etc. Un material es liberado cuando la materia prima o producto cumple con todas las características requeridas en la especificación de cada plano del cliente, en cuestiones de aceros, ya sean placas, tubos, perfiles, etc., se requiere un certificado de calidad donde se mencione el origen, composición química y los resultados de las pruebas que se le hicieron a ese material donde refleja sus propiedades mecánicas, los dos resultados más importantes que contiene este documento es el límite elástico, mejor conocido en inglés como “Yield” y la resistencia a la tracción “Tensil”, la unidad de medida de estas dos pruebas es en KSI (kilo libras por pulgada cuadrada), estas dos propiedades son esenciales para verificar que el tipo de acero que se pidió cumple con las especificaciones del cliente, ya que el diseño de las piezas que se fabrican, está basada en estos dos parámetros, asegurando que las estructuras y componentes sean seguro y funcionales durante su vida útil, dé ingresar un material incorrecto

podrías provocar la falla de producto final, causando daños a los demás componentes o en casos extremos hasta pérdidas humanas.

Al ingresar la materia prima como placas y perfilaría al almacén, se trata de mantener lo más organizado posible, ya que no se cuenta con algún dispositivo conectado al ERP para controlar las entradas y salidas de material en tiempo real, como lo es un lector de barras o QR. Dado a que se necesita incrementar el asertividad del inventario, se hacen conteos cíclicos cada dos semanas para poder mantener actualizado las cantidades que se ven reflejadas en el ERP, a los códigos que se les realiza el conteo son de manera aleatoria dentro de la categoría de críticos. Debido a lo antes mencionado, se han planteado diferentes mejoras en el área del almacén con el fin de mejorar el asertividad del inventario. Una de las mejoras que se plantearon fue la implementación de bins para los componentes que se compran por volumen, como: tornillos, rondanas, componentes eléctricos pequeños y sellos. (Figura 16-Numero 8).

Otra de las mejoras que se plantearon fue la identificación de la materia prima, por medio de una codificación de colores, ya que ha este tipo de material solo se le pegaba una etiqueta, la cual se le caía con el paso del tiempo debido al roce con otros materiales y el polvo. Este problema llega a causar grandes pérdidas de dinero, debido a que no se identifica correctamente al final del año no se sabe que material es el de mayor calidad, por lo que se manda al de menor calidad. El tipo de acero que se pide es bajo las especificaciones del cliente y depende completamente de él para que será utilizado, ya que entre el 60 -70 % del costo del producto es materia prima y el 40% es la mano de obra. Entre mejores propiedades mecánicas tenga el material será más caro. Por ejemplo, las placas de acero de 3/16 tamaño de 4ft x 8 ft de acero A36 y Hardox, tiene las mismas dimensiones y el mismo color, lo que los hace diferente es la composición química ya que modifica

directamente sus propiedades mecánicas, dando como resultado una gran diferencia de precios en el mercado.

El kilo de placa de acero Hardox tiene un valor de 80 MXN el kilo siendo que un kilo de Acero A36 equivale a 18 MXN, si el Acero Hardox no se identifica correctamente al final del año esas placas pasaran al inventario como si fuera acero A36 que tiene menos propiedades mecánicas, con el fin de evitar crear un producto que pide un material de alta calidad con uno de menor calidad. Se toma esta decisión porque la empresa no cuenta con el equipo adecuado para realizarle pruebas de tensión y ruptura, si la empresa quisiera realizar estas pruebas se tiene que mandar probetas de diferentes tamaños a un laboratorio externo y esperar el resultado. Este caso se repite con placas, tubos, ángulos, canales y perfiles cuadrados y rectangulares. Por esta razón el personal encargado de almacén declara en cero la cantidad inventariada de ese acero y todo lo que no esté identificado se manda al material más bajo.

Este mismo caso se repite con placas, tubos, ángulos, canales y perfiles cuadrados y rectangulares, para evitar esto, ingeniería realizo una especificación donde se menciona un catálogo de colores para poder identificar el material dependiendo del grado, él encargado de almacén es la persona designada para identificar el material con el color indicado y el número de orden, la ubicación dependerá de la materia prima, si son placas cuadradas o rectangulares, se realizara en cada esquina y al centro, si el material es longitudinal se tendrá que identificar al principio, en medio y al final, con el fin de que si el material es tomado para obtener una pieza pequeña y no es utilizado en su totalidad, el sobrante pueda volverse a resguardar en el rack correspondiente, paralelo a esto, el almacén tuvo que volver a identificar sus racks, tomando en cuenta los códigos de colores antes mencionados, al hacer toda esta labor, se separó el material por división, dejando un espacio solo para laminas y placas de cabinas, para poder llevar un mejor

controla ya que dentro de ellas se encuentran láminas de importación. Al volver a organizar todo se buscó que se pudiera tener un control más visual de los materiales, estos puntos están dentro del VSM (Figura 16 - Numero 10,13,16 y 17).

Ingeniería carga la ruta de cada pieza en el ERP, es decir, los procesos de fabricación para poder cumplir con las especificaciones del cliente, planeación explosiona el BOM de cada cabina para generar las listas de cada proceso, cizalla, plasma, dobléz, sierra, barreno y maquinados. La lista de las piezas que se cortan en Plasma se manda a él áreas de manufactura para que pueda cargar el nestado en la máquina para que pueda ser cortada, la lista de los otros procesos se manda a control de la producción, producción y almacén para que sean ejecutadas. Planeación genera dos listas de subprocesos, la de corte plasma interno y el de maquila.

Si la empresa no tiene la máquina para realizar el proceso para obtener la pieza con las características que requiere el cliente, se procede a mandar la materia prima con otro proveedor para que se genere el proceso correcto, para estos proceso se genera un código de maquila, la mayoría de veces es para corte de piezas de calibres muy delgados o con tolerancias muy cerradas o piezas muy gruesas, de 2.5 in de espesor en adelante, si el proveedor cuenta con el material y puede compartir el certificado de calidad, el código se cambia a para que se incluya la materia prima.

Ingeniería realiza la pieza en el software SolidWorks con la función de chapa metálica con el fin de obtener el despliegue de la pieza, este despliegue se guarda en el formato DXF dentro de una carpeta compartida dentro de la red, donde cada carpeta es un espesor de placa diferente, de esta manera Manufactura realiza el acomodo óptimo de las piezas dentro del área disponible de la placa, con el fin de agregar otras piezas del mismo espesor, así como lo muestra la Figura 18.

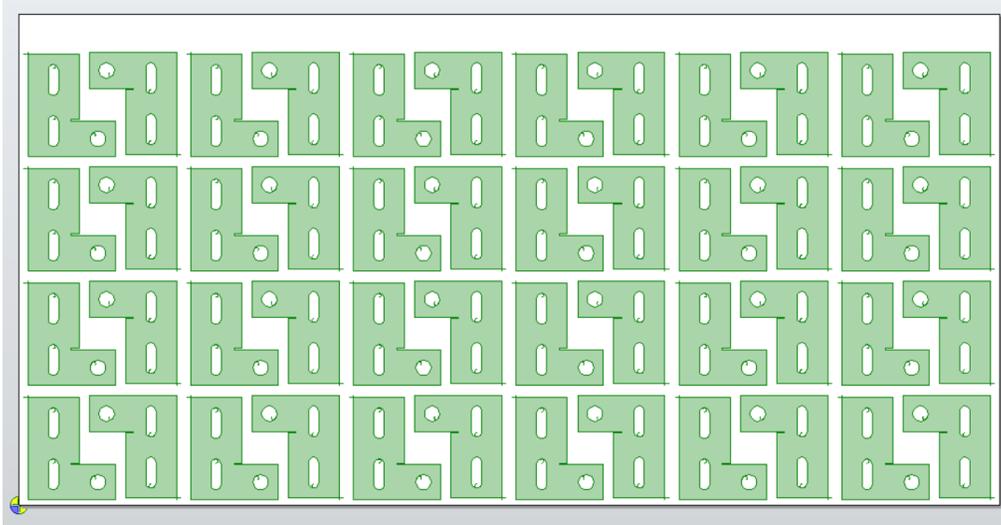


Figura 18 Ejemplo de Nesteo (Autoría propia)

Una vez que se realizan los programas de corte, se carga dentro de la memoria del plasma, así el operador puede elegir que programa cortara. En el caso de cabinas, es un producto con una rotación considerable, por lo cual los nesteros se realizan se “congelan” es decir que no sufren ninguna modificación hasta que el área de ingeniería notifica que se tiene un ECN, hasta ese momento el área de Manufactura tiene la autorización de modificar el nesteros para aplicar los cambios que previamente ingeniería les había hecho a los archivos DXF. Planeación manda de manera ordenada las listas de corte conforme a la secuencia de fabricación de la cabina, a esta secuencia se le llaman niveles, los cuales están relacionados al proceso de fabricación de una cabina. Los niveles que se tienen son: piso, paredes, techo, refuerzo del techo, cocineta, consolas y refacciones, de esta manera, cada vez que se finaliza un ciclo de corte se arma el kit de nivel correspondiente, este kit contiene bastantes piezas con subprocesos, en la mayoría doblez y barrenos antes de llegar a la estación de Soldadura, donde el operador fabrica cada subensamble para posteriormente armar toda la cabina.

Una de las funciones de planeación es garantizar la eficiencia, productividad y competitividad, por esa razón tiene que alinearse a los objetivos de la empresa y principalmente a los objetivos del cliente, basándose en generar una estrategia tomando los recursos con los que cuenta la empresa. Debido a que el giro de la empresa es metalmecánica, la empresa cuenta con bastante maquinaria y se puede ir ramificando los procesos para no saturar las maquinas, pero del proceso de corte plasma es ocupado por las demás divisiones ya que la mayoría salen de este proceso, es de suma importante que el planeador, producción y control de la producción se pongan de acuerdo con los horarios donde se cortara cada producto, con la finalidad de que la lámina o placa ya se encuentre formada en cuanto se finalice cada corte. Se tendrá que revisar y actualizar los procesos de control de producción. (Figura 17-Numero 7).

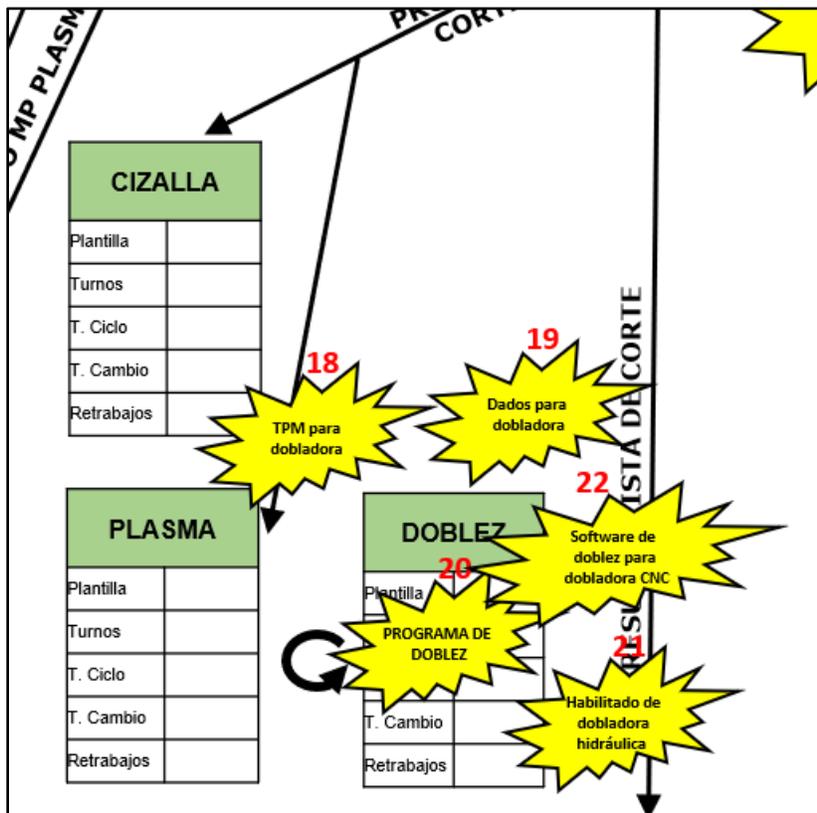


Figura 19 Vista parcial del VSM

El segundo proceso más utilizado dentro de la empresa es doblez de láminas y placas, por lo que parte del VSM se enfocó en este proceso, ya que algunas veces se convierte un cuello de botella, algunas veces ha tenido que parar por fallas técnicas, el principal problema se origina al no programar un mantenimiento preventivo ya que comenzaron a fallar los sellos y presentaba fugas de aceite, por lo que no se tenía la presión necesaria para realizar el doblez, lo cual ocasionó que se hiciera un mantenimiento correctivo, ya que la mayoría de las piezas empezaron a ser rechazadas por el área de calidad ya que no cumplían con los ángulos de 90° .

Para evitar que volviera a pasar se acordó realizar TPM (*Total Productive Maintenance*) el objetivo de esto es aumentar la productividad reduciendo el tiempo de inactividad, minimizando las fallas y maximizando la vida útil de la dobladora. (Figura 20-Numero 18).

La dobladora CNC con la que se cuenta pueden generar un programa por cada pieza que se tenga, este programa ayuda a que el operador ya no realice el trazo manual de cada pieza, en la siguiente imagen se indica el punto de golpe de una pieza, esta línea se tiene que trazar manualmente para que la pestaña cumpla con la medida que indica el plano, dependiendo del radio que se ocupará.

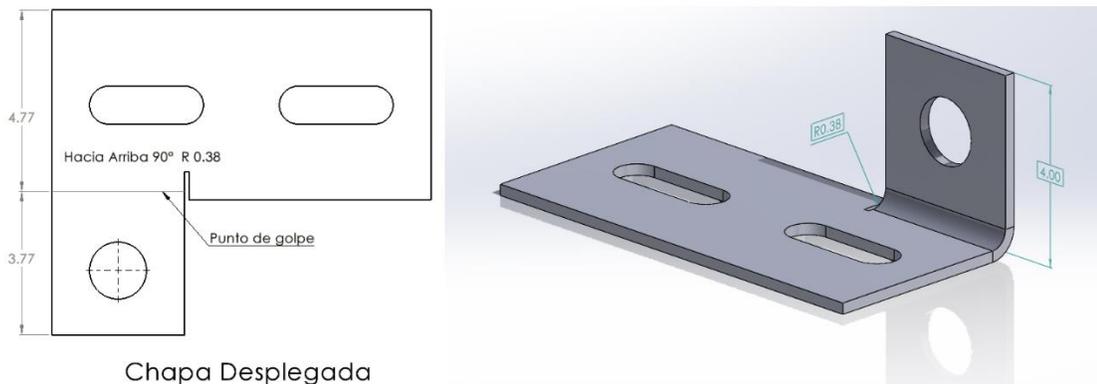


Figura 20 Ejemplo de punto de golpe para doblar una pieza

El punto de golpe es la mitad del radio por lo que el dado de la dobladora debe golpear exactamente a la mitad, para realizar este proceso correctamente se utiliza a dos operadores ya que las paredes de la cabina tienen una longitud de 2.5 metros, esto con el fin de que cada operador monitoree que el dado pegara en la línea antes trazada. Al programar la maquina este tiempo se optimiza completamente, ya que le maquina cuenta con un tope de ajuste automático en la parte trasera de la dobladora, por lo que, al seleccionar el programa de la pieza, este tope se recorre a la medida específica que se programó para que el punto de golpe quede exactamente al centro sin necesidad de tener a los dos operados, si no que solo un operador puede meter la lámina hasta que haga contacto con el tope y se haga el dobléz correctamente. Para las piezas subsecuentes ya no es necesario trazar la línea de punto de golpe, debido a que estas piezas se cortan por medio de corte plasma, tiene una tolerancia de 1/32” por lo que la maquina puede mantener la repetibilidad en cada dobléz sin ningún esfuerzo. (Figura 19 - Numero 20).

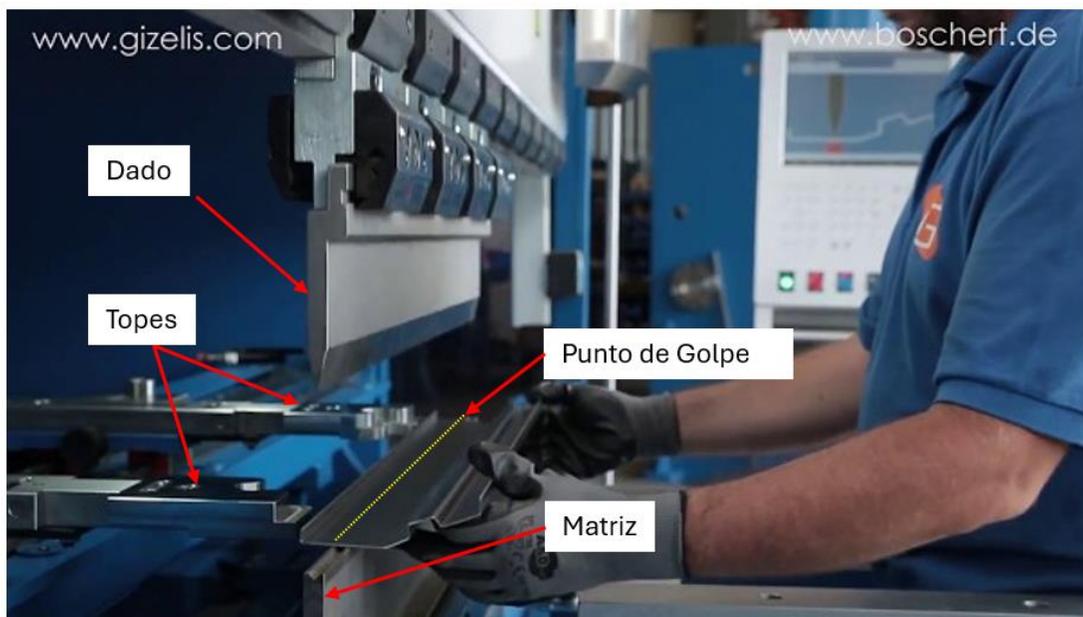


Figura 21 Componentes básicos de una dobladora de placa CNC (Boschert México)

Anteriormente no se podía programar la maquina debido a que no se tenían los datos originales de la máquina, causando una incompatibilidad entre el software y la máquina, ya que cada dado tiene un código de proveedor para poderlo dar de alta en la maquina y de esta manera el software pueda calcular cuanta distancia se tiene que bajar y que presión ejercer para que quede las piezas a los ángulos programados. Al no poder programar la máquina, solo se puede ocupar como una dobladora convencional, por esta razón se trazaba el punto de golpe.

Se revisaron todos los planos de las cabinas, para obtener los datos que tenían mayor repetibilidad y las piezas que tuvieran más número de dobleces para así elegir los datos a comprar ya que cada juego de dado y matriz se cotizaron entre 5,000 a 10,000 USD. Por lo que se realizó un análisis de costo beneficio entre los tiempos y materia prima que se terminaba dañando al hacer pruebas, para que se pudieran autorizar. (Figura 19 - Numero 19 y 22).

En la compra de los dados, incluía una calibración de la máquina, donde se daba de alta cada dado para que la maquina lo reconociera y de esta manera poder empezar a realizar los programas de cada pieza, la dobladora hidráulica que era convencional se utilizará para las piezas que fueran sencillas o de las cuales no se tuvieran los datos originales, se pudieran realizar en esa dobladora, ya que el proveedor mencionó que si vuelven a instalar dados no autorizados la dobladora se CNC se podía desprogramar. (Figura 19 - Numero 21).

Paralelamente al proceso de doblez, producción sigue avanzando con las listas de cizalla, corte sierra, barreno y maquinados que genero planeación. Al terminar estos procesos se dejan en el área correspondiente donde se realizará el subensamble. Los subensambles con los que cuenta la cabina son las cuatro paredes, piso, techo, refuerzo de techo, consola, cocineta y accesorios.

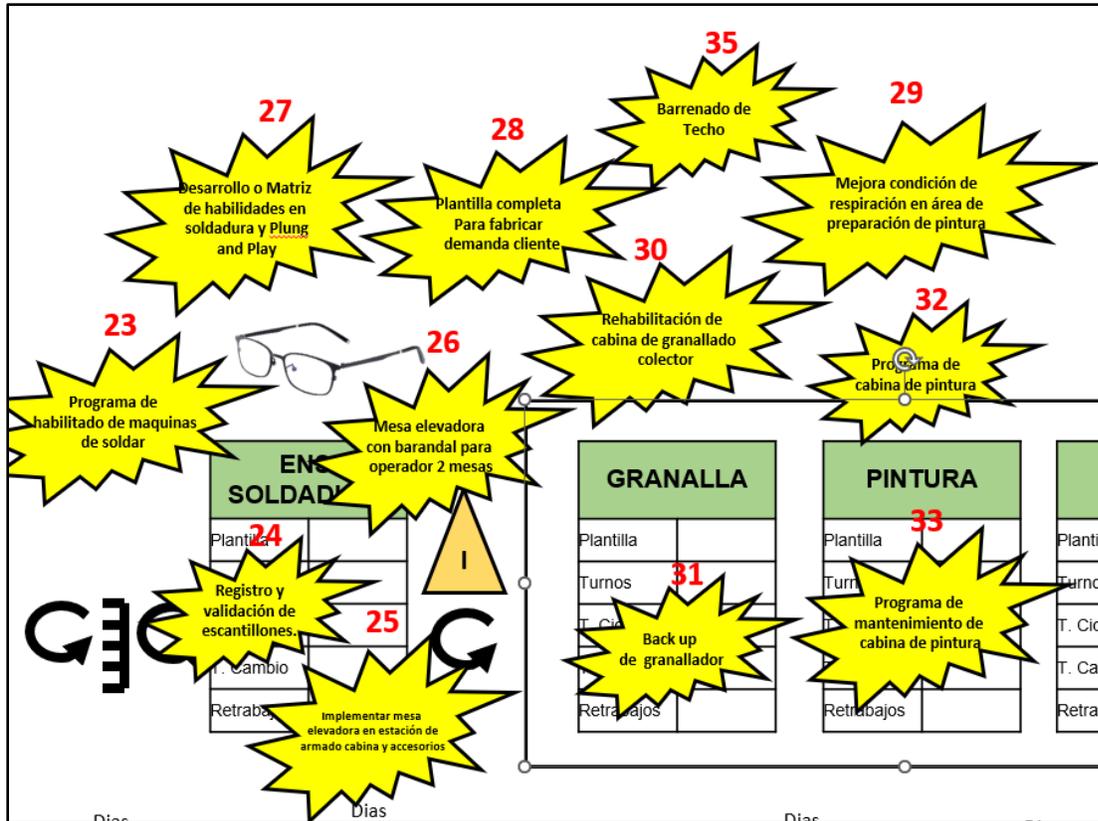


Figura 22 Vista parcial del VSM

Antes de empezar con el proceso de soldadura de cada subensamble se necesita calibrar la máquina de soldar y cambiar el alambre del aporte, ya que, para la cabina grande, se tiene dos modelos, una de acero al carbón y otra de acero inoxidable. Debido al tiempo que tiene las máquinas y el trato que se les ha dado, ya no es posible ver la caratula del amperímetro y voltaje, por lo que el operador debe tener material en su estación de trabajo para realizar varias probetas para calibrar la máquina.

Debido a esto se agrega el punto 23 donde se menciona que se necesita el programa de habilitado de máquinas, para poder mantener un estándar en los soldadores como se menciona en el WPS (*Welding Procedure Specification*) se necesita calibrar la maquina con los parámetros de voltaje y corriente dependiendo del material que se soldara.

De esta manera se podría ahorrar tiempo y los materiales de las probetas para estar realizando pruebas cada vez que se tenga una pieza nueva. (Figura 22 - Numero 23).

Para aumentar el ritmo de producción, se plantea fabricar escantillones que aseguren el ensamble correcto de cada pieza, de esta manera se asegura las medidas y la repetibilidad de cada ensamble. Debido a que se tiene dos cabinas, una grande y una pequeña, cada escantillón tiene que registrarse y ser liberado por calidad, de esta manera se asegura la vida útil de cada escantillón. (Figura 22 - Numero 24).

La especificación del cliente menciona que la posición de soldadura debe de ser sobre mesa, la pieza debe de ser girada las veces que sea necesaria para que el soldador pueda aplicar la soldadura tal y como lo indica el cliente, debido a que las piezas de una cabina son bastante pesadas, no se pueden estas subiendo y bajando de la mesa del trabajo, además de que si se coloca sobre el suelo podría ser un riesgo para las demás personas, ya que se podrían tropezar con la pieza, por lo que el operador tiene que subir y bajar por el herramental necesario para poder aplicar la soldadura. Esto impacta en varios puntos del proceso ya que la mesa tiene una altura de 1.10 m, el operador al estar subiendo y bajando de la mesa causa un desgaste físico, esto afecta directamente en la calidad de la soldadura y el tiempo de fabricación, por lo que se propone actualizar las mesas rígidas por unas de tijera hidráulica con una área de trabajo de 2.5m x 2.5m , de esta manera el operador podría poner la mesa al ras del piso para subir la pieza y posterior darle la altura a la mesa más adecuada para poder trabajar mejor evitando el desgaste del operador y reduciendo los tiempos de fabricación. Ha esta mesa se le agregarían barandales desmontables con el fin de que sirva como elevador y el operador pueda subir y bajar del techo sin ningún problema, ya que al techo se le tiene que hacer unos barrenos. (Figura 22 - Numero 25,26 y 35).

Debido a la complejidad de la cabina, y la labor física que conlleva su armado, algunos operadores prefieren moverse a otras áreas o abandonar la empresa, generando paros prolongados o retrasos dentro de la fabricación de la cabina. La reposición de este personal es muy tardada ya que debe tener habilidades muy específicas para que pueda aprender el armado de una cabina, manteniendo la calidad que el cliente requiere, por lo que la mayoría de las veces, este personal no es una contratación nueva, si no que se busca internamente.

Para optimizar este proceso se generó una matriz de competencias, la cual actualiza el supervisor, con el fin de ir proyectando a un nuevo equipo de armado de cabinas en el área de soldadura y para el área de P&P, ya que la tendencia de cabinas va en incremento. Con esta matriz se busca mantener un respaldo de cada operador y a su vez es una motivación para ellos, ya que, al pasar a ser parte del equipo de cabinas, su categoría como soldador incrementa. De esta manera se busca mantener la plantilla completa para enfrentar la demanda del cliente. (Figura 22 - Número 25,26 y 28).

Siguiendo con el proceso cronológico, la cabina pasa al área de granalla donde se limpiará el óxido y al mismo tiempo mejora la rugosidad para posteriormente aplicar la base y pintura. En este proceso se identificaron varios puntos de mejora, ya que garantiza que la pieza no tendrá problemas de oxido en el futuro. Los riesgos que se identificaron en este proceso van relacionados al personal y al cuarto donde se realiza este proceso, ya que se tiene problemas con el sistema de recolección de granalla, por lo que la recolección se tiene que hacer manualmente con escoba y recogedor por lo que se plantea incorporar extractores y recolectora de polvo. El otro punto crítico de este proceso es el personal, ya que las personas anteriores no duraban arriba de 6 meses y la persona actual lleva 5 años en la empresa y no se cuenta con una persona de respaldo. Se busca mejorar la infraestructura para contratar a otra persona. (Figura 22 - Numero 30 y 31).

En el proceso de pintura se detectaron problemas de mantenimiento, ya que esta área tiene una pared completa de filtros y detrás de ellos se encuentra un ventilador, este tiene la función de succionar el aire durante todo el proceso de pintado, evitando que las partículas se peguen al producto ocasionando defectos de pintura, si se detecta alguno de estos defectos, se tiene que retrabajar todo el producto para evitar que haya diferencia de tono de pintura. Junto con mantenimiento y producción se realizó un programa de mantenimiento para el cuarto de pintura para evitar este tipo de defectos y al mismo tiempo mejorar la condición de respiración del área de preparación de pintura. (Figura 23 - Numero 29 y 33).

Otro de los problemas que se detectaron en este proceso, fue que los planeadores de cada división no estaban tomando en cuenta la carga de trabajo del área de pintura, si no que se tomaba como si este proceso estuviera disponible todo el tiempo, es decir que una vez la pieza saliendo de granalla entrara directamente a pintura, pero en realidad el proceso de granallado es más rápido que el de pintura por lo cual se genera un cuello de botella al estar programadas en el mismo día. Por lo que planeación tuvo que realizar un programa de pintura para evitar el cuello de botella y poder cumplir con los tiempos de entrega al cliente. (Figura 22 - Numero 32).

Una vez que las cabinas se hayan pintado, se pasan al área de P&P, el objetivo de esta área es instalar y equipar toda la cabina con lo que marca el plano para que el cliente solo conecte la cabina a la perforadora de suelo y pueda ser utilizada.

Esta área recibe el cumulo de errores que se generaron a lo largo de la cadena de suministro, su trabajo depende de que se tengan los componentes que se necesitan disponibles ya que unos se instalan directamente, como lo es el AC, radio, bocinas, arneses, etc. Pero otros deber de ser procesados, un ejemplo de esto es la esponja que se pone en cada pared con el fin aislar el ruido y mantener una temperatura confortable dentro de la cabina.

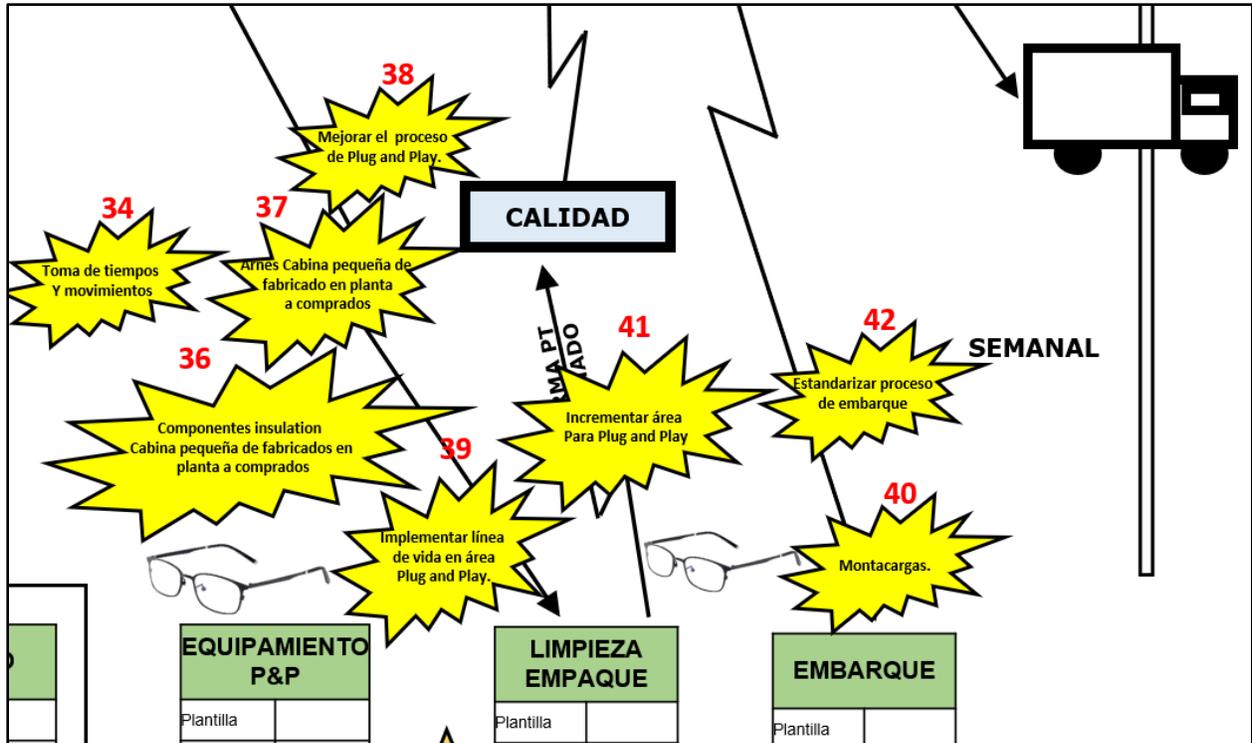


Figura 23 Vista parcial del VSM

La instalación de una cabina también está estructurada por etapas dependiendo de los componentes que se serán instalados. A las cabinas, se les tiene que instalar algunos arneses por la parte inferior, para posteriormente conectar la cabina la máquina. Al llegar las cabinas a P&P se montan en unos caballetes de acero para que los operadores puedan acceder a la parte inferior de la cabina. Mientras se realiza este proceso, la cabina debe estar siendo cargada por la grúa como medida de seguridad, con esto se asegura que todo el peso no descansa completamente en los caballetes.

Esta área siempre tendría que estar trabajando con 2 cabinas de cada modelo, como mínimo, pero debido a los problemas antes planteados hay momentos donde no se tienen cabinas en el área o se tienen las cabinas, pero no se cuenta con los componentes para ser instalados.

El cliente continuamente pregunta la fecha de cuándo será entregada la cabina, lo cual se hace una estimación del tiempo que se tardaría en ser instalado dichos componentes, pero al ser

una estimación, en la mayoría de los casos, la empresa no cumple los plazos establecidos. Debido a esto se habló con manufactura para poder realizar un estudio de tiempos u movimientos con el fin de dar fechas más certeras y a su vez ver que procesos se podrían mejorar, si se contaba con la herramienta o método adecuado de hacerlo y evitar que se demoran en ese producto. (Figura 23 – Numero 34 y 38).

En ese estudio se encontraron varios puntos de mejora para optimizar el tiempo, uno de los procesos donde se mas se invierte tiempo, es el corte de material aislante de las paredes, ya el proveedor actual manda el material en hojas de dos metros por cuatro metros, y sobre esta se trazaba el contorno de la pared para que pueda cubrir todo el área, este proceso no se podía estandarizar ya que cada pared puede tener variaciones debido a los problemas con la dobladora antes mencionados, los cuales se compensaban en el ensamble fin. Al solucionar el problema con la dobladora ya se podría lograr repetibilidad en cortes para este material, se contactó al proveedor para buscar la posibilidad de llegara el material cortado para eliminar este tiempo directamente del proceso, desgraciadamente, este proceso no lo podía hacer el proveedor por lo que se buscó a otros proveedores que tuvieran el material y lo pudieran cortar pero no se encontró a ninguno, por lo que se tomó la decisión de hacer plantillas de lámina para trazar el contorno y así ahorrar el tiempo del trazado, de esta manera podían cortar el material y guardar la piezas ya identificadas. (Figura 22 - Numero 35).

Otro proceso que se absorbía mucho tiempo en las cabinas pequeñas es la construcción del arnés para el asiento de la cabina, ya que a diferencias de los demás arneses con los que cuenta la cabina, no los hace un proveedor externo, si no que le empresa metalmecánica tiene que comprar el cable, cortarlo, identificarlo y ponerle la terminar correspondiente.

Al tener dos cajas de controlen el asiento, se necesita tener un arnés por cada caja, el plano del proveedor indica el calibre del cable, el número de identificación, origen del cable y a que componente se tenía que conectar. El primer problema que se enfrentaban los operadores era a leer un plano de conexiones eléctricas y posteriormente el estar midiendo si la distancia era correcta, por lo que se buscó la opción de mandar a fabricar ese arnés con una planta especializada en hacer ese tipo de componentes eléctricos, desgraciadamente el volumen es demasiado baja ya que tomando en cuenta un volumen de 4 cabinas mensuales, se tenía un volumen 48 juegos de arneses, pero no se podrían mandar a fabricar todo el volumen anual, ya que como se menciona anteriormente el cliente le realiza continuamente cambios de ingeniería a sus productos, y al tener un volumen de 48 juegos de arneses fabricados con una sola revisión era poco factible, por lo que esa opción con las plantas de México fue descartada y se mandó a cotizar con el proveedor del cliente que se encuentra en estados unidos. Paralelamente se creó una tabla donde se indicaba longitud de arnés, codificación, y la terminal que llevaría instalada, de esta manera se redujo el tiempo a la mitad, pasando de ocho horas a cuatro horas. A la fecha que se desarrolló este trabajo, se sigue esperando respuesta del proveedor del cliente. (Figura23 Numero 37).

Otra de las mejoras que se plantearon fue incrementar el área de P&P para tener una mejor organización de los *kits* de surtimiento de cada cabina ya que en algunas ocasiones han empezado a desacompletar los kits de otras cabinas para a completar la más próxima a embarcar, pero si lo realiza la parte operativa sin notificar a almacén se vuelve muy complicado volver a rastrear que componente se movió de kit. Debido al tiempo que se tiene detenidas en el proceso de P&P las cabinas se llenan de polvo por lo que tiene que subirse a una escalera para poder limpiar toda la cabina para posteriormente ponerle el poli burbuja y evitar rayar la pintura. Este proceso era demasiado riesgoso ya que no se cuenta con una línea de vida y el hacerlo, representaría fijar un

poste al suelo para de ahí asegurar la línea de vida, lo que se implemento fue una mesa elevadora y de ahí se coloca un arnés de seguridad. (Figura 23 - Numero 39 y 41).

Las especificaciones del cliente mencionan la materia prima que se necesita utilizar, como lo es la tarima de madera estufada, poli burbuja, playo, y una caja de madera para que no se vea el producto interno, pero a pesar de tener la caja de madera, no todos los operadores sabían cómo empacarla, por lo que se generó una HOE (hoja de operación estándar) donde menciona la manera del armado de la caja, ya que las paredes están enumeradas, por lo que se convierte en un rompecabezas para armarla. También se le ponen otros materiales como soleras de fomi entre el fleje y el producto para no dañarlo, poli burbuja y playo. Esta HOE apoya para mantener un estándar en todas las cabinas y a su vez conocer cuál es el tiempo máximo para empacar una cabina. Al terminar de empacar la cabina, la única manera de moverla es por medio de un montacargas, el problema es que solo se tiene un montacargas para toda la nave y demora mucho en llegar cuando se solicita. Para evitar esta demora, la CS le avisa a producción la hora estimada de recolección, de esta manera el operador del montacarga sabe que en una hora en específico se tiene que presentar en el área de P&P para subir la cabina a la plataforma del transporte que mando el proveedor. (Figura 23 - Numero 40 y 42).

Una vez la cabina colocada en la plataforma del transporte, pasa a ser responsabilidad del transporte, ya que el convenio que se tiene con el cliente menciona que es EXW (Ex Works) por lo que obliga al proveedor mantener la mercancía preparada para que el cliente pase por ellas a la planta. Por último, se presenta el VSM ya con las mejoras que se encontraron a lo largo de este proceso.

La Tabla 1 muestra el significado de cada porcentaje con el cual fue evaluado el avance de la Tabla 2

Porcentaje	Concepto
0%	Sin Avance
20%	Buscando otras alternativas a la planeada
40%	Planeación de Implementación de la mejora
60%	Implementación de la mejora
80%	Detallando la implementación
100%	Completado

Tabla 1 Significado de porcentaje

En la Tabla 2 se puede observar un resumen de cada mejora que se realizó en cada proceso con forme a la Figura 11 VSM 2023 Estado Actual, donde se muestra las mejoras enumeradas de cada proceso.

Prioridad	Estado Actual	Mejora	Avance (Estado Actual)	Avance
1	No se tenía Stock de las partes críticas (Piso, paredes, techo y vista).	Compra de esponja acústica, Cabina grande y pequeña: Piso, paredes, techo y vista.	Ya se cuenta con un espacio especial para este stock	100%
2	No se tenía información más que el plano del cliente	Actualización de especificaciones en ERP de componentes críticos de importación	Se creo un espacio para categorizar estos materiales desde ERP de las piezas críticas incluyendo Piso, paredes, techo y vista	100%
3	No se cuenta con capacitación de ERP por parte de sistema	Capacitación en ERP de las áreas involucradas en la cadena de valor	No está trabajando en un manual del ERP, pero los jefes de cada área capacitan a su personal.	80%
4	ERP compartido con otras empresas	ERP exclusivo para empresa o incrementar # licencias	Se compraron más licencias para evitar la saturación	60%
5	Deudas con proveedores	Crédito y cobranza	Con la facturación mensual se le paga directo a proveedores, se disminuyó la compra a crédito	80%

Prioridad	Estado Actual	Mejora	Avance (Estado Actual)	Avance
6	El seguimiento de los productos de compra los realizaba Customer Service e importación	Seguimiento a materiales componentes críticos de cabinas	Se agregó este seguimiento por parte de planeación en las juntas semanales	80%
7	Se omitían procesos compartidos con otras divisiones.	Revisar y actualizar proceso de control de producción	Ya se toma en cuenta los programas de las demás divisiones para evitar un cuello de botella	100%
8	No se contaba con bins	Implementar bins en los almacenes de MP	Se compraron racks con bins para identificar toda la tornillería	100%
9	Se contaba el material hasta que se iba a ser utilizado	Asertividad de inventario códigos de importación	Se implementaron conteos cíclicos aleatorios para asegurar el asertividad del inventario	80%
10	No se tenía una codificación	Identificación visual de tipo de aceros en rack de perfilería	Se implementó una codificación de colores dependiendo del perfil y tipo de material.	100%
11	No se tenía los materiales ordenados	Mejorar el proceso de surtimiento de materiales y componentes del almacén	Se crear kits de surtimientos	100%
12	Almacén no tenía en cuenta la fecha de caducidad de la pintura al almacenarla, dando como resultado pintura caduca	PEPS área de Pintura	Se implemento el control de primeras entradas y salidas para evitar que esto volviera a pasar	80%
13	No se tenía rastreabilidad de los materiales por órdenes de compra	Identificación de materiales conforme a la PO.	Con la implementación de los kits, se le pone para que cabina será esa materia prima.	80%
14	No se identificaba el material que venía de importación con el nacional	Recepción e ingreso de materiales de importación.	Se separar los almacenes para evitar mezclar el material al momento de ingresarlos	100%
15	No se fabricaban kits por lo cual no se tenía un control visual	Control visual de área de kits	Cada kit cuenta con una lista de los materiales en inventario y los faltantes, con materia prima a granel, se tiene bins para identificar cuando	100%

Prioridad	Estado Actual	Mejora	Avance (Estado Actual)	Avance
			su nivel es bajo y detonar la compra	
16	Todas las placas estaban en un mismo rack	Control visual de: placas, laminas y perfilera para cabinas	Ya las placas de las cabinas se resguardar por aparte	100%
17	Se tenía la materia prima en un mismo almacén por lo a menudo se ocupaba material de otra división	Separación de perfiles y placas por división	Se fabricaron racks y se colocaron en cada división, de esta manera cada división tiene el manejo de su perfilera	100%
18	La dobladora le hacía falta mantenimiento y ocasionaba problemas al doblar piezas largas	TPM para dobladora	Se programo el mantenimiento y se cambiaron sellos, aceite y se Calibra.	80%
19	Se tenían dados fabricados por la empresa	Dado para la dobladora	Se compraron los dados originales	80%
20	No se podía programas debido a que no contaba con los dados originales	Programa de doblez	Se compraron los dados originales de la maquina por lo que ya se puede realzar programas	100%
21	No se le había dado mantenimiento	Habilitado de dobladora hidráulica	Se le dio mantenimiento junto con la dobladora CNC y se habilito	100%
22	Se había bloqueado el software por no tener dados originales	Software de doblez para dobladora CNC	En la compra de los dados volvieron habilitar el software	100%
23	Las maquinas estaban dañadas	Programa de habilitado de máquinas de soldar	Se compro todo el refaccionamiento para habilitar a las maquinas	60%
24	Escantillones sin registrar	Registro y validación de escantillones.	Se retiraron todos los escantillones para que los revisara calidad y generara un registro	100%
25	Se cuenta con una mesa convencional	Implementar mesa elevadora en estación de armado cabina y accesorios	Se fabrico una mesa pequeña para un operador subiera a realizar la instalación	80%

Prioridad	Estado Actual	Mejora	Avance (Estado Actual)	Avance
26	No se contaba con mesa elevadora	Mesa elevadora con barandal para operador 2 mesas	No se cuenta todavía con la mesa elevadora	20%
27	No se tenía matriz	Desarrollo o Matriz de habilidades en soldadura y Plung and Play	Se realizo pruebas a los soldadores para categorizarlos dependiendo de sus habilidades	100%
28	La plantilla de producción estaba justa para dos cabinas mensuales de cada modelo	Plantilla completa para fabricar demanda cliente	Se duplico la plantilla de producción.	100%
29	No se cuenta con las condiciones adecuadas el área de pintura	Mejora condición de respiración en área de preparación de pintura	Se hablo con mantenimiento para que se le haga mantenimiento a la cabina de pintura dos veces al mes, donde incluye el cambio de filtros	80%
30	El recolector de granalla estaba dañado	Rehabilitación de cabina de granallado colector	Sigue dañado	20%
31	Se tenía a un solo operador.	<i>Backup</i> de granallador	Se ha contratado personal, pero por las condiciones de trabajo renuncian en menos de un mes.	40%
32	No se tenía programa de producción del para de pintura	Programa de cabina de pintura	Ya se crea un programa de producción, tomando en cuenta las demás divisiones que ocupan el horno	100%
33	No se la deba seguimiento	Programa de mantenimiento de cabina de pintura	En las juntas de planeación se agrega un espacio para darle seguimiento al mantenimiento de las áreas	100%
34	No se contaba con registros de toma de tiempos y movimientos	Toma de tiempos Y movimientos	Manufactura abrió la vacante de un Ingeniero para realizar esta tarea	60%

Prioridad	Estado Actual	Mejora	Avance (Estado Actual)	Avance
35	Se tomaban las medidas desde cero sobre la pieza	Barrenado de Techo	Se fabricaron plantillas para realizar el trazado	100%
36	Se tenían que trazar y cortar las piezas desde cero	Componentes insulation Cabina pequeña de fabricados en planta a comprados	Se buscó la opción de que el proveedor lo cortara, pero como no se encontró quien realizara el proceso, se fabricaron plantillas.	80%
37	Se fabrica el arnés conforme al plano	Arnés Cabina pequeña de fabricado en planta a comprados	Se sigue buscando una empresa que pueda fabricar volúmenes bajos. Por el momento se generaron hojas de operación para facilitar la fabricación del arnés	40%
38	No contaban con las herramientas adecuadas	Mejorar el proceso de Plug and Play.	Se realizó un levantamiento de la toda la herramienta dañada y se repuso.	100%
39	No se cuenta con línea de vida	Implementar línea de vida en área Plug and Play.	No se cuenta con línea de vida, pero se crearon alternativas provisionales para evitar accidentes	40%
40	No se cuenta con montacargas propio del área	Montacargas	Se acordó de agendar días para poder tener disponibilidad del montacargas	100%
41	El área era muy pequeña	Incrementar área para Plug and Play	Se habilitaron 10 m2 se realizó un acomodo diferente para contar con más espacio	100%
42	No se tenía un proceso de embarque	Estandarizar proceso de embarque	Ingeniería realizo proceso donde se menciona, materiales e indicaciones para cubrir el producto correctamente	100%
Total de avance				91%

Tabla 2 Resumen de Mejoras VSM 2024 Estado Futuro

El promedio de avance de las actividades a la fecha es del 91%.

4.2.1 Resultados facturación

Los siguientes datos que se recopilaron de la facturación del 2023 y 2024, se ingresaron al software Excel, el cual arrojó las siguientes gráficas, donde se puede observar que las acciones que se plantearon en el VSM han impactado a la facturación.

En la tabla 3 se muestran las cabinas facturadas de cada año. En enero y febrero se muestran con una cantidad baja en la facturación ya que estas cabinas fueron fabricadas en diciembre, pero es bien sabido algunas empresas detiene su producción debido a las festividades de Navidad y año nuevo. La planta manufacturera que se está analizando detiene su producción dos semanas por lo afecta en la fabricación de cabinas. La empresa metalmecánica prefiere darles prioridad a las cabinas grandes (modelo “B”) debido a esta son de mayor valor.

Precio Modelo "A" (Cabina Pequeña)	\$	93,597.00
Precio Modelo "B" (Cabina Grande)	\$	154,784.00

Mes	2023		2024	
	Modelo "A" (Cabina Pequeña)	Modelo "B" (Cabina Grande)	Modelo "A" (Cabina Pequeña)	Modelo "B" (Cabina Grande)
Enero	2	2	2	2
Febrero	1	2	3	2
Marzo	2	2	3	2
Abril	2	2	3	3
Mayo	2	2	3	3
Junio	2	3	2	3
Julio	3	1	3	4
Agosto	2	2	4	3
Septiembre	2	2	4	3
Octubre	3	1		
Noviembre	2	2		
Diciembre	1	3		

Suma	24.00	24.00	27.00	25.00
Total Facturado (USD)	\$ 2,246,328.00	\$ 3,714,816.00	\$ 2,527,119.00	\$ 3,869,600.00

	2023	Septiembre 2024	Porcentaje
Facturación Modelo "A"	\$ 2,246,328.00	\$ 2,527,119.00	11%
Facturación Modelo "B"	\$ 3,714,816.00	\$ 3,869,600.00	4%

Tabla 3 Reporte de Cabinas Facturadas 2023-2024

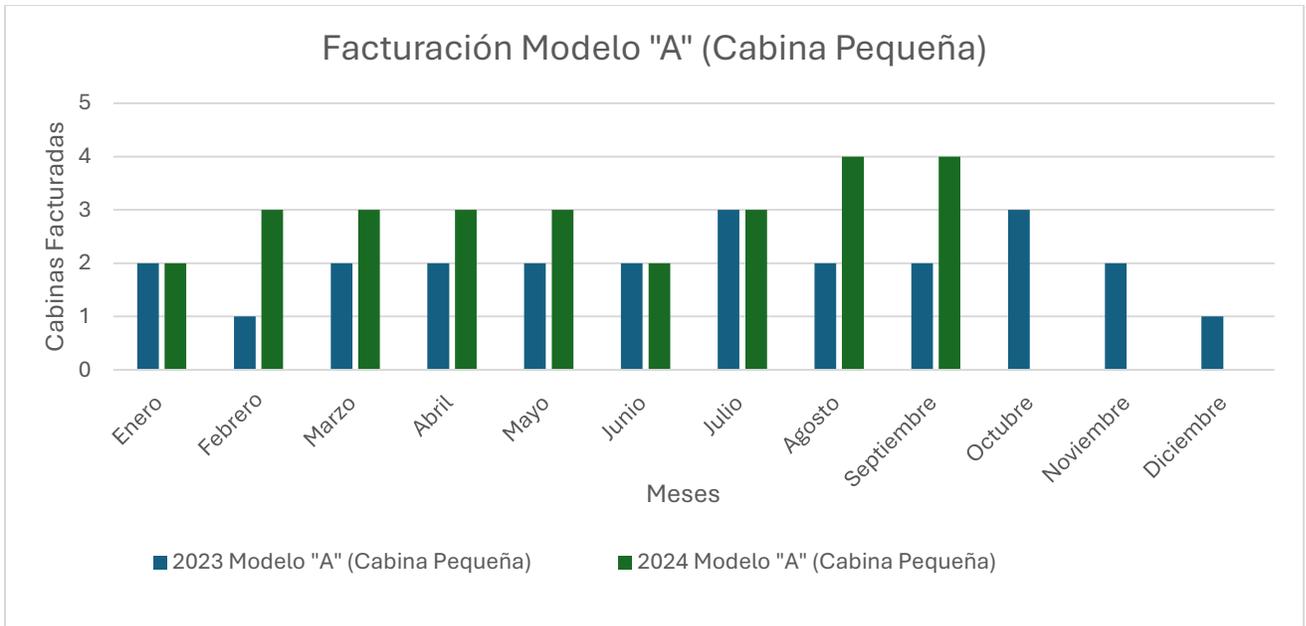


Figura 24 Grafica de Facturación de Cabinas Facturadas Modelo "A"

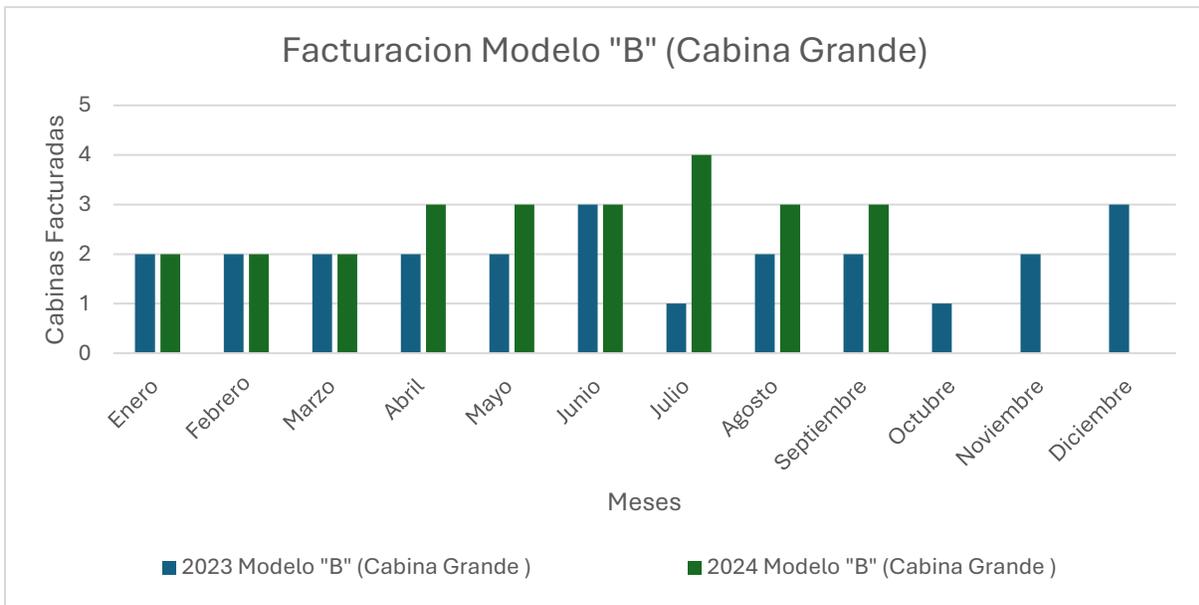


Figura 25 Grafica de Facturación de Cabinas Facturadas Modelo "A"

4.2.2 Prueba de Hipótesis

Las gráficas obtenidas por Excel servirán como evidencia para aceptar o rechazar la hipótesis que se plante en el capítulo 3. El artículo publicado por Appin Research (2024) menciona que “existen varios métodos para medir la correlación, pero existen tres principales: Coeficiente de correlación lineal de Pearson, correlación de rango de Spearman y Correlación Tau de Kendall”. A diferencia que los coeficientes de las pruebas de Spearman y de Kendall ambos utilizan, en vez de los valores de las variables, sus rangos, es decir, el número de orden del valor de cada observación de la variable dentro del conjunto de observaciones como lo menciona Camacho (2008). Por lo cual se considerará el coeficiente de correlación de Pearson.

Los coeficientes de correlación son indicadores que reflejan la relación entre dos variables en función de eventos comunes. En otras palabras, son valores numéricos que muestran el grado de asociación entre las dos variables y cómo se interrelacionan.

4.2.2.1 Coeficiente de correlación Lineal de Pearson

Para comenzar a definir el coeficiente de correlación Lineal de Person es necesario saber cómo se origina su fórmula, Dagnino (2014) menciona que “La regresión lineal permite predecir el comportamiento de una variable (dependiente o predicha) a partir de otra (independiente o predictora).” En dicho artículo también menciona que la relación esta dado por dos variables principalmente, la variable “Y” total y la variabilidad de “Y” la cual la variable “X” la explica. Este coeficiente de determinación es en gran medida la capacidad que “X” tiene para predecir a la variable “Y”

$$r^2 = \frac{xy^2}{(xx)(yy)}$$

Dagnino (2014) también menciona que como r^2 no contiene información respecto del signo de (XY), ya que indica el signo de la pendiente. Este valor se conoce como coeficiente de correlación lineal simple o coeficiente de correlación de Pearson, el cual se obtiene al calcular su raíz cuadrada.

$$r = \frac{(xy)}{\sqrt{(xx)(yy)}}$$

También menciona que “r” es un valor que se puede obtener con signo positivo o negativo, si el valor es cero indica ausencia de relación de datos, “r” mide la dispersión de los puntos en torno a una tendencia lineal subyacente en otras palabras esto indica una dirección que sigue un conjunto de datos a lo largo del tiempo.

En un gráfico de dispersión se puede analizar visualmente una correlación y el comportamiento de las variantes. Cada uno de los puntos dados por las coordenadas (X, Y) puede crear un diagrama de dispersión para observar la fuerza y dirección de la relación. (Roy Garcia, 2019).

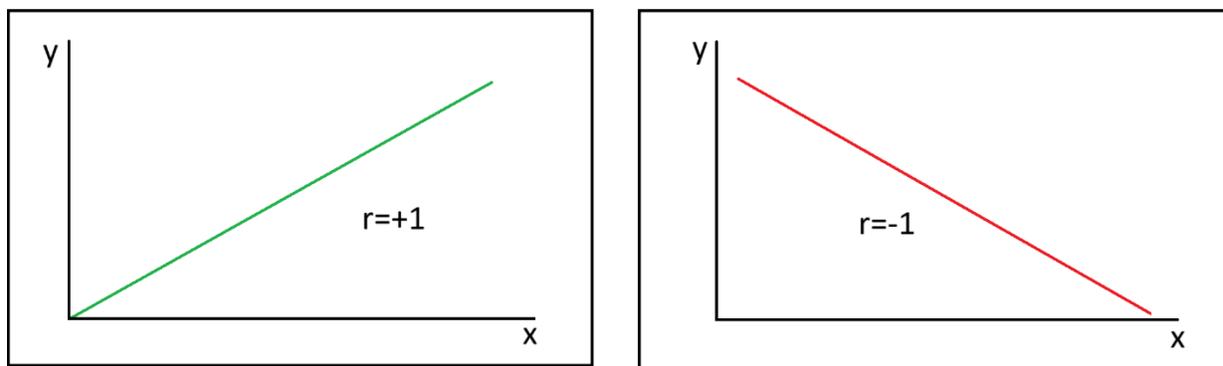


Figura 26 Gráfico de coeficiente correlacional de Pearson - Correlación Positiva y Negativa.

Como se puede observar en las gráficas generadas en el Software Excel arroja r^2 (Coeficiente de determinación), tomando en cuenta que el coeficiente de correlación de Pearson mide como de fuerte es la relación lineal entre dos variables y el coeficiente de determinación explica cualquier modelo no necesariamente uno lineal.

Por otro lado, Excel arroja una ecuación la cual la obtiene del método del método de mínimos cuadrados donde se utilizan datos de a variable “x” para predecir el valor de la variable “y” ($y=f(x)$), donde la línea de tendencia que es una línea de recta ascendente dada por la ecuación de la recta $y=ax+b$ donde José de Jesús (2018) menciona que “a” dice que tipo de inclinación tiene la recta y el número “b” dice que tanto sube o baja a la recta. Con respecto al coeficiente de correlación tiene el valor de “ r^2 se mide en una escala de 0 a 1. Un valor de 1 indica un modelo que predice perfectamente los valores en el campo de destino. Un valor de 0 indica un modelo que no tiene ningún valor predictivo” (IBM, 2024)

Valor de r^2 (\pm)	Significado
0	Correlación Nula
0 - 0.20	Correlación débil
0.20 - 0.50	Correlación moderada
0.50 - 0.80	Correlación buena
1	Correlación perfecta

Tabla 4 Interpretación de valores de Correlación de Pearson. (Hernandez, R.2014. Metodología de Investigación. México; McGraw-Hill)

4.2.3 Resultados

En las siguientes tablas generadas por Excel, mediante los datos de facturación de la empresa metal mecánica, se puede observar que, al trazar la línea de tendencia, arroja la ecuación que la describe, dando como resultado la ecuación de la recta $y=ax+b$ dada por las variables (x, y)

que pertenecen a una función lineal. Otro dato que se puede obtener de estas graficas es el coeficiente r^2 de los años 2023 y 2024 por cada cabina. En la Tabla se muestra la relación de cabinas vendidas junto a sus montos de facturación de cabinas de cada modelo

Cabinas Facturadas	Total Facturado	
	Modelo "A" (Cabina Pequeña)	Modelo "B" (Cabina Grande)
4	\$ 374,388.00	\$ 619,136.00
3	\$ 280,791.00	\$ 464,352.00
2	\$ 187,194.00	\$ 309,568.00
1	\$ 93,597.00	\$ 154,784.00

Tabla 5 Relación de cantidad de cabinas y su facturación

En la gráfica de cabinas modelo “A” se puede observar que las cabinas en el año 2023 se mantuvieron nulas y no hubo una línea de tendencia de incremento de facturación conforme avanzaban los meses del año. Sin embargo, en el año 2024 se muestra una tendencia ascendente en la facturación conforme han pasado los meses. Dando la interpretación a r^2 conforme a la Tabla 4 una correlación moderada con una tendencia de incremento ya que todavía faltan 3 meses para cerrar el año.

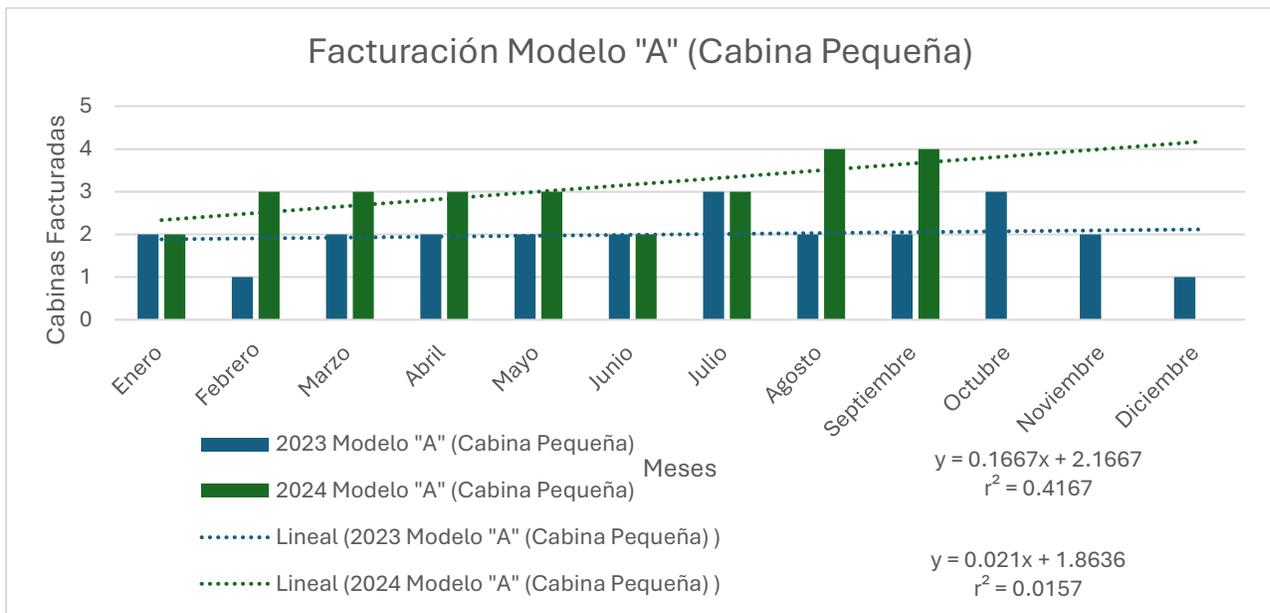


Figura 27 Grafica Facturación Cabinas Facturadas Modelo "A" con Ecuación de la Recta y r^2

En cuanto a la gráfica de cabinas modelo “B” (Grandes) la situación es similar que en las cabinas modelo “A” a diferencia que cada cabina casi un 67% por lo cual era de mayor interés poder mejor esta línea. Se puede observar que las cabinas en el año 2023 se mantuvieron nulas y no hubo una línea de tendencia de incremento de facturación conforme avanzaban los meses del año. Sin embargo, en el año 2024 se muestra una tendencia ascendente en la facturación conforme han pasado los meses. Dando la interpretación a r^2 conforme a la Tabla 4 una correlación buena con una tendencia de incremento ya que todavía faltan 3 meses para cerrar el año.

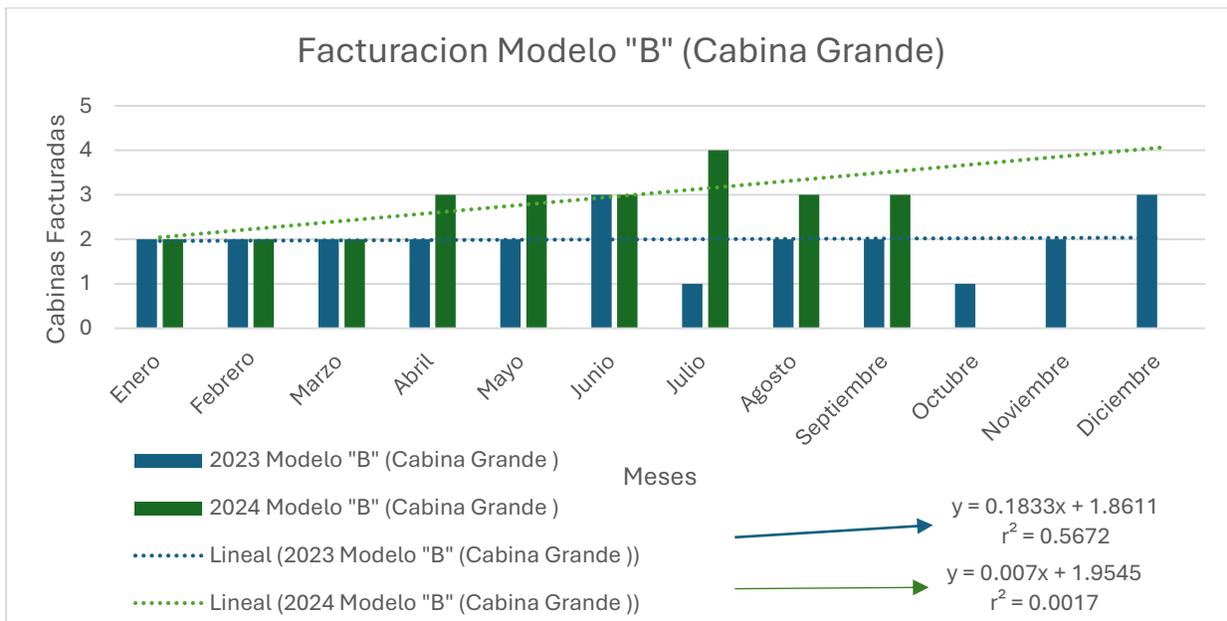


Figura 28 Grafica Facturación Cabinas Facturadas Modelo "B" con Ecuación de la Recta y r^2

Con base en los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis planteada en el capítulo 2 donde se menciona que con una correcta planeación, mayor cumplimiento de objetivos, lo cual lleva a mayor facturación.

Se observa un incremento del 11% en el incremento en la facturación de las cabinas modelo “A” (Pequeña) y un 4% en cabinas modelo “B” (Grande). En el modelo “A” se refleja mayor impacto en la facturación, debido a que los procesos ya se tenían más estandarizados, ya que tiene menos componentes de importación y su ensamble es más sencillo que la cabina grande, así que, al realizar las mejoras internas en planta, se disminuyeron los tiempos de espera e incremento la producción, sin embargo, en la cabina modelo “B” a pesar de que solo tuvo un incremento de 4% en la facturación tiene una tendencia ascendente y restan 3 meses del año 2024.

Como cierre se comparte el VSM estado futuro ya con las implementaciones que se desarrollaron a lo largo de este capítulo.

4.1 VSM Estado Futuro

VSM CABINAS ESTADO FUTURO 2024

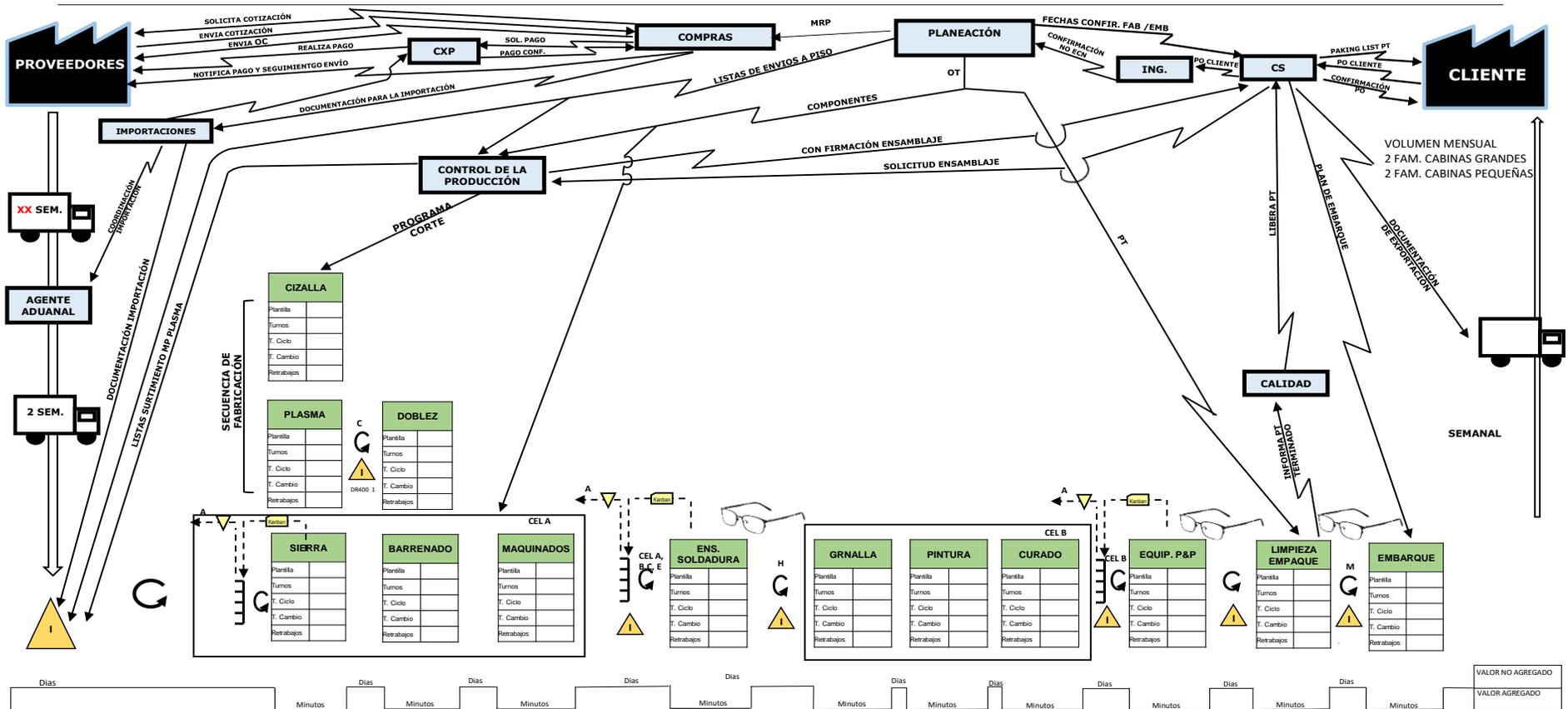


Figura 29 VSM Cabinas Estado Futuro 2024

5. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS PARA FUTUROS TRABAJOS

A lo largo de la investigación se han utilizado diferentes metodologías, con el fin de poder implementar mejoras dentro de los procesos de la empresa metalmecánica, que no había podido entregar las cabinas en las fechas que el cliente las requería, esto llevo a impactar directamente en la facturación mensual y existía la posibilidad de perder al cliente.

Debido a la implementación de la metodología del VSM se ha podido planear las soluciones para mejor la cadena de suministro, ya que esta metodología ha permitido interactuar con los expertos de cada área y proceso, con la finalidad de encontrar una solución en conjunto.

La implementación de esta herramienta llevo al cumplimiento del objetivo general, el cual generar estrategias para mejorar la planeación de la cadena de suministro de la empresa y poder reducir los tiempos de entrega, en las graficas se puede observar que se ha incrementado el número de facturación de las cabinas. Eso se logro mediante los objetivos específicos que se definieron desde un inicio. Esta investigación se definieron 4 objetivos desde un inicio con el fin de cumplir el objetivo general, el primero mencionaba el mejorar tiempos de la cadena de suministro mediante el personal calificado, la infraestructura, la capacitación, calibración de la maquina y certificaciones de operadores, como se menciona en el capítulo 4 se invirtió en el rehabilitado de máquinas, calibración y capacitación del personal para utilizar correctamente las maquinas.

Como segundo objetivo se planteó el desarrollar un plan de producción mas detallado y realista para que fuera fácil de monitorear, dentro del planteamiento de los puntos de mejora del VSM se encontró que el área de planeación no estaba considerando variables importantes dentro del proceso de corte plasma, por lo que fue una gran oportunidad de mejora considerar nuevas variables dentro del proceso, de esta manera se evitarían algunos errores.

Como tercer objetivo se planteó realizar mejoras dentro del proceso de soldadura, actualmente se fabricaron mesas elevadoras para que el proceso sea más fácil y menos riesgoso por lo que se considera como cumplido este objetivo.

El cuarto y ultimo objetivo buscaba que, una vez desarrollado el plan de producción tomando todas las variables, este buscara la precisión de la planificación, que eficiente a los procesos y su vez fuera flexible operativamente, adecuándose a los recursos con los que se contaban, que buscara el mantenimiento preventivo de la maquinaria y se continuara con la formación del personal, ya que estos puntos garantizan que se incrementen las cabinas manufacturadas mensualmente.

Con base en lo antes mencionado la mejora en la planeación de la cadena de suministro es se suma importancia para cualquier empresa, y aún más si utiliza materias primas de importación, ya que no basta con la planeación interna de cada proceso, si no la consideración de los factores del Mercado, la comprar materia prima de importación, los factores de seguridad para poder amortizar los tipos de cambio, la economía interna de la empresa y la economía global. Los precios de la mayoría de los productos estos sujetos al tipo de cambio del día, si este se eleva impacta directamente en los costos de la cadena de suministro, dando como resultados el incremento del precio final para mantener la utilidad o solamente disminuir el porcentaje de utilidad para poder amortizar esta variación que genera el tipo de cambio. De no analizar toda la cadena de suministro del producto con el cual se trabaja se puede omitir algunas cosas importantes que impacta los costos y tiempos del producto como lo son los aranceles, cuotas de importación, gastos de importación, costo de almacenaje, regulaciones gubernamentales etc. Cada factor que este dentro de la cadena de suministro se debe de tomar en cuenta por lo más mínimos que sea, en al caso de las cabinas, por un radio que incluía un GPS no permitido en México, no se pudo importar, ya que

el personal encargado omitió revisar los permisos y regulaciones de importación para este tipo de productos, lo que ocasionó un gran problema porque se compraron 15 unidades de este modelo, los cuales se detuvieron en la aduana. Este tipo de casos son los que afectan directamente a los tiempos de entrega de la cabina. Independientemente del rubro de cada empresa se tiene que analizar toda la cadena de suministros para evitar retrasos innecesarios ya sea por falta de permiso de importación, medios de transporte, regulaciones nacionales, etc. Una correcta planeación no solo toma los factores internos de la empresa, si no se planea tomando en cuenta los tiempos de entrega de materias primas, procesos administrativos, procesos productivos, y tiempos de entrega al cliente, y si llegase a surgir algún problema poder tener una estrategia para poderlo solucionar, con esto se genera un hábito de mitigar los riesgos y aprovechar las oportunidades que dentro de la cadena de suministro.

La aplicación del VSM junto con algunas herramientas de mejora, facilitó localizar las oportunidades de mejora dentro de la cadena de suministro, por propia naturaleza de la metodología se encarga de que un equipo multidisciplinario pueda dar su perspectiva de cada proceso y se realice una lluvia de ideas, antes de generar una posible solución.

En este caso de estudio, se encontró que el principal problema estaba en los productos de importación como lo es la esponja acústica para piso, paredes y techo debido a que no se tenía considerado como un componente crítico porque este material se instala al final de cada cabina, pero no se tenía visualizado que estos componentes eran los que más tiempo se tardaban en llegar a México ya que eran de importación.

El segundo problema era que dentro del sistema no se tenía un área en específico para poder priorizar las compras, por lo que se iba comprando el material conforme la lista que generaba la planeación, no por los tiempos críticos de importación.

El tercer problema fue que el personal, no tenía conocimiento de como verificar toda la información que cargaba Ingeniería en cada código, por lo que causaba bastantes tiempos muerto ya que, de no tener la información en una lista proporcionada por Ingeniería o Planeación, no se podía avanzar en los procesos.

Esto fueron los tres puntos que se detectaron como críticos dentro del proceso de cabinas. Considero que este trabajo de investigación puede apoyar a varias empresas, independientemente del rubro en el que se encuentren, ya que por más pequeña que sea la empresa siempre se tiene una cadena de suministro, y puede ser tan corta o larga como lo requiera el producto, pero la metodología a pesar de estar diseñada para la industria automotriz se puede extrapolar a cualquier sector para implementar mejoras que ayuden a la empresa a cumplir sus objetivos.

Referencias

- Almazan, B. O. (16 de Septiembre de 2015). Poka Yoke. *Técnica de calidad para la mejora continúa [en línea]*. <http://www.gestiopolis.com/poka-yoke-tecnica-de-calidad-para-la-mejora-continua>
- Angel, J. d. (2018). *MathCon*. MathCon.
- Appinio Research. (2024). Análisis de correlación: ¿Qué es? Definición, procedimiento, ejemplos. *Investigación de mercados*.
- Benejo, M. (2011). El Kanban. *Barcelona, España: UOC*(8).
- Camacho, H. G. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. *In Tenth Laccei Lat. Am. Caribb. Conf.*
- Camacho-Sandoval, J. (2008). Asociación entre variables: correlación no paramétrica. *Acta Médica Costarricense*, 50(3), 144-146.
https://doi.org/https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022008000300004&script=sci_arttext
- Cantó, M. G. (2019). CÓMO APLICAR “VALUE STREAM MAPPING” (VSM). *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*.
- Chiesa, F. (2004). Metodología para selección de sistemas ERP. *Reportes técnicos en ingeniería del software*, 17-37.
- Choque, L. F. (2017). SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA (TPS), EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN. *Rev. Tecnológica v.13 n.19 La Paz 2017*, 1.
- Cota, I. (10 de 7 de 2023). *México acumula tres años al alza en inversión extranjera directa: capta el 17% de Latinoamérica en 2022*. El País México:
<https://elpais.com/mexico/economia/2023-07-10/mexico-acumula-tres-anos-al-alza-en-inversion-extranjera-directa-capta-el-17-de-latinoamerica-en-2022.html#:~:text=La%20segunda%20econom%C3%ADa%20de%20Latinoam%C3%A9rica,Cepal%2C%20Jos%C3%A9%20Manuel%20Salazar>
- Fontalvo-Herrera, T. (2019). Los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro. *Universidad Libre*, 11.
- Fuertes, J. A. (2015). Métodos, técnicas y sistemas del. *Gestión Joven*, 48-65.
- Gandia, A. A. (2019). Como aplicar "Value Stream Mapping" (VSM). *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 3.
- IBM. (22 de 01 de 2024). R2. IBM Docs: <https://www.ibm.com/docs/es/cognos-analytics/11.2.0?topic=terms-r2>
- INEGI. (2007). *Clasificación para actividades económicas*.
- INEGI. (2018). *Industria manufacturera. Cuéntame de México*. Inegi.org.mx:
<https://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/manufacturera/default.aspx?tema=e>

- INEGI. (2023). Ingreso Sector Manufacturero:
<https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturasesp/>
- INEGI. (02 de 2023). *INEGI*. <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturasesp/>
- INEGI. (Febrero de 2023). *INEGI*. <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturasesp/>
- La industria manufacturera en México*. (13 de 03 de 2023). Statista:
<https://es.statista.com/temas/7853/la-industria-manufacturera-en-mexico/#topicOverview>
- Martínez Hernandez J. C., C. S. (2020). El sistema ANDON, como herramienta fundamental para disminuir el tiempo de respuesta y eliminar los defectos en línea de panel The ANDON system. *Revista de Ingeniería Industrial*, 4(12), 30-41.
- Mendivelso, F. (2022). Prueba no paramétrica de correlación de Spearman. *Revista Médica Sanitas*, 24(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.26852/01234250.578>
- Mendoza Bohorquez, J. C. (2021). Modelo de planificación de la gestión de la producción para mejorar la eficacia en Mypes del sector metalmecánico usando Material Requirement Planning (MRP) y Heijunka.
- monday.com. (15 de 7 de 2024). *monday.com*. ¿Qué es monday.com?
- Montoya Agudelo, C. A. (2023). El CRM como herramienta para el servicio al cliente en la organización . *Vis. futuro*, 17(ISSN 1668-8708).
- Morales, P. A. (2016). Aplicación de estrategia HOSHIIN KANRI en una empresa guatemalteca. 22.
- Muñoz Nájjar, J. A. (2002). El" Hoshin Kanri": un enfoque para la formulación y el despliegue de objetivos y medios. *Harvard Deusto Finanzas y Contabilidad*, 46.
- Neffa, J. C. (2023). *EL TOYOTA PRODUCTION SYSTEM: CONTRIBUCIÓN AL ESTADO DEL ARTE*.
- Pinilla, J. O. (2021). ¿Pearson y Spearman, coeficientes intercambiables? *Comunicaciones en Estadística*, 14(1), 53-63.
- Poma, J. M. (2014). Diseño e implementación del sistema MRP. *Industrial data*, 1(2), 9.
- Ramírez, A. S. (2014). Fundamentos de la Administración. 5.
- Ríos, O. &. (2012). Desarrollo, aplicación y gestión de las Key Performance Indicators (KPI) en área crítica del proceso logístico. *Cuautitlan Izcalli, México*.
- Roy Garcia, R. R. (2019). Correlación: no toda correlacion implica causalidades. 66(3), 354-360.
https://doi.org/https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902019000300354&script=sci_arttext
- S, J. D. (2014). Regresión Lineal . 43, 143-149.
- Sacristán, F. R. (2003). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM)*. TGP-Hoshin S.L.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la Investigación*. McGrawHill.

- Secretaría de Economía. (2023). *El Senado de EE.UU. aprueba el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá*. gob.mx: <https://www.gob.mx/se/articulos/el-senado-de-ee-uu-aprueba-el-tratado-entre-mexico-estados-unidos-y-canada-232023?state=published#:~:text=El%20T%2DMEC%20es%20un,y%20crecimiento%20para%20la%20regi%C3%B3n>.
- Sirvent, I. (2022). Gráficos de control no paramétricos para la correlación basados en el estadístico de Kendall: diseño e implementación. *1*, 12-13.
- Uraga, P. D. (2003). El value stream mapping – una herramienta básica para hacer progresos. *V Congreso de Ingeniería de Organización*.
- Yenque, J. (2002). Kaizen o la Mejora Continua. *Industrial Data*, *1*, 62-65.
- Zapata, M. Á. (2015). Takt Time, el corazón de la producción. *Revista Vía Innova*, 60-62.