

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATAMOROS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

**“LANZAMIENTO Y OPTIMIZACION DE LINEA DE PRODUCCION
(HIBRIDA) PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN
INDUSTRIAL**

PRESENTA:

ING. YAZMIN IVETH ZAVALA JAIMES

DIRECTOR:

MGNM. MARIA DE JESUS GARCIA NIEVES.

H. Matamoros, Tamaulipas, México

Mayo del 2020



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

**LANZAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE LINEA DE PRODUCCIÓN
(HÍBRIDA) PARA AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL**

PRESENTA:

ING. YAZMIN IVETH ZAVALA JAIMES

DIRECTOR:

MGM. MARIA DE JESUS GARCIA NIEVES

ASESORES:

**MII LUZ ORALIA PEREZ CHARLES
MC CLAUDIO ALEJANDRO ALCALA SALINAS**

H. Matamoros, Tamaulipas, México

Mayo del 2020

EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®
TECNOLOGÍA ES PROGRESO®

**Instituto Tecnológico
de Matamoros**



Agradecimientos

Primero que nada, quiero agradecerle a Dios por nunca soltarme y mantenerme enfocada en mis objetivos. Por bendecirme a mi y a mi familia siempre.

A mis padres por motivarme e impulsarme siempre a cumplir mis sueños y metas, por la educación y el apoyo que me han brindado. Gracias por el amor que me dan. Sin ellos no sería lo que soy ahora.

A mi hermana y prima, gracias por soportar los desvelos conmigo, han valido la pena y se que ahora soy un ejemplo a seguir para ustedes. No se rindan nunca.

A mis asesores, Ing. María García Nieves e Ing. Miguel Castillo, gracias por su paciencia, los conocimientos compartidos y su orientación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma estuvieron al pendiente de mí, brindándome su ayuda y comprensión en los momentos que mas los necesite.

Resumen

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, la cual se dedica a la fabricación de productos interiores de distintos carros.

El proyecto esta enfocado en el lanzamiento de una celda hibrida, con el fin de aumentar el OEE y la productividad de nuestro programa, así como la comparación con una línea de producción automatizada. Cumpliendo con los requerimientos de nuestro cliente.

El presente trabajo da a conocer la secuencia de pasos básicos que se necesitan, desde la etapa inicial hasta la salida del producto.

Abstract

The company is located in the city of Matamoros, Tamaulipas, which is dedicated to the manufacture of interior products for different cars.

The Project is focused on the launch of a hybrid cell, in order to increase the OEE and the productivity of our program, as well as the comparison with an automated production line. Meeting the requirements of our client.

This work discloses the basic sequence of steps that are needed, from the initial stage to the output of the product.

Índice

| | |
|-----------------------------------------------------|-------------|
| Agradecimientos | iii |
| Resumen | iv |
| Abstract..... | v |
| Índice..... | vi |
| Introducción..... | viii |
| CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROBLEMA | 9 |
| 1.1. Descripción de la problemática. | 10 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 10 |
| 1.3. Objetivos. | 10 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 10 |
| 1.3.2. Objetivos secundarios. | 10 |
| 1.4. Hipótesis. | 12 |
| 1.4.1. Hipótesis General. | 12 |
| 1.5. Justificación..... | 12 |
| CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS..... | 13 |
| 2.1. Marco conceptual..... | 14 |
| 2.2. Marco de referencia. | 23 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA | 28 |
| 3.1. Metodología OSKKK. | 29 |
| 3.3. Tipo de estudio..... | 32 |
| 3.4. Plan de análisis de datos. | 32 |
| 3.5. Plan de recolección..... | 32 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS..... | 46 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES | 66 |
| 5.1. Conclusiones..... | 67 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 5.2. Recomendaciones. | 67 |
| Referencias | 68 |

Introducción

Una de las áreas de gran importancia en las industrias manufactureras es el área productiva, ya que de ella depende una parte importante de la satisfacción del cliente, tanto en el producto, como la disponibilidad y el tiempo de entrega de este.

Estos productos deben ser rentables y de primera calidad.

Actualmente el cliente es el que mueve la cadena de abastecimiento de las empresas, después es fundamental retenerlo y conseguir más clientes, de esta manera la empresa se seguirá manteniendo en el mercado y seguirá creciendo.

La empresa en la se llevará a cabo este proyecto, está ubicada en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas. Es la encargada de manufacturar productos de interiores para clientes automotrices.

El departamento de industrial, en equipo con otros departamentos de la empresa, son los encargados de llevar este proyecto a cabo.

Lo que se busca, está orientado a la obtención de varios aspectos necesarios para mejorar la funcionalidad del producto, incrementar la eficiencia y la productividad, del mismo, todo esto, en conjunto, permite analizar el proceso tanto de mano de obra, como de maquinaria y la forma en como estará aumentando o disminuyendo la productividad de la empresa.

El proyecto pretende mejorar en el rendimiento del proceso de producción, esto a través de un estudio detallado de capacidades, así también como de las estaciones de trabajo, con la finalidad de llevar todo el proceso productivo de una mejor manera, Reduciendo costos de manufactura y equipo.

CAPÍTULO I.

GENERALIDADES DEL PROBLEMA

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la problemática.

Actualmente La empresa ensambladora de componentes para interiores de autos ubicada en la ciudad de Heroica Matamoros Tamaulipas, presenta problemas de capacidad en el área de producción para cumplir con la demanda del cliente en tiempo y forma, debido que su OEE (Eficiencia general de los equipos) es del 55% de eficiencia, afectando la demanda establecida por nuestro cliente.

1.2. Planteamiento del problema.

¿Es posible que el lanzamiento de la nueva celda hibrida reduzca los costos de manufactura (equipo más barato, menos operadores en la línea de producción) en comparación a las líneas de producción automatizadas?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Asegurar el lanzamiento exitoso del nuevo programa en celda hibrida.

1.3.2. Objetivos secundarios.

1. Determinar la manera más adecuada para la producción de la línea en cuanto a distribución y procesos de producción.
2. Realizar layout preliminar del área.
3. Realizar mejora continua para la optimización del proceso, la cual se

enfocará a lograr los tiempos de ciclo establecidos de producción más rápidos en comparación con la línea automatizada y mejorando su OEE.

4. Aumentar la productividad.
5. Configuración general del área, la cual avanzara con la implementación del proyecto.

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis General.

El Lanzamiento de la celda hibrida impactara en la reducción de costos de maquinaria y operadores, así como, cubrir la demanda establecida por el cliente.

1.5. Justificación

Este proyecto se enfocará en asegurar un lanzamiento exitoso de una celda hibrida, con el motivo de cumplir con las capacidades para cubrir la demanda de nuestro cliente en tiempo y forma establecido.

Todo esto se logrará utilizando métodos de manufactura esbelta, los cuales nos orienten a mejorar los resultados en el área, involucrando a los empleados.

Se realizará un estudio de capacidades el cual nos permitirá obtener la información requerida para el lanzamiento de la celda hibrida, así como el cálculo de operadores y se comparará los resultados obtenidos en comparación con una celda automatizada.

El desarrollo de este proceso nos ayudara a mejorar la productividad y reducción de gastos de manufactura en la compra de maquinaria, además nos ayudara para el futuro de nuevos procesos utilizar este tipo de tecnología.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco conceptual.

Para efectos de esta tesis se considera la siguiente teoría para mejor comprensión y referencia del cómo es abordada la investigación.

2.1.1. Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejoramiento. (Hudson 2001)

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como (1) registros tomados en el pasado para crear la tarea, (2) estimaciones de tiempos realizadas, (3) los tiempos predeterminados, (4) análisis de película, (5) estudio de tiempos con cronometro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia. (Niebel 1990)

2.1.2. Just in time (Justo a tiempo).

El método Just in time consiste fundamentalmente en producir los elementos necesarios en las cantidades necesarias y en el momento necesario.

Significa que los subconjuntos necesarios producidos en los procesos anteriores, han de llegar a la cadena de montaje en el momento que se necesitan y en las cantidades necesarias. Si el Just in time se lleva a cabo en toda la empresa, se eliminarán completamente las existencias innecesarias en la fábrica. (Monden, 1998)

2.1.3. Pull system (sistema de jalar).

El principal objetivo del Pull system es el reparto uniforme de las ordenas de producción a lo largo de un periodo dado de tiempo.

Los distribuidores determinan individualmente las necesidades específicas de reposición de su stock.

Este enfoque es conveniente cuando se compite por innovación y flexibilidad, y su implantación requiere de información rápida desde los puntos de venta, así como de un sistema de producción rápido y flexible. (Arndt, 2005)

2.1.4. Estandarización de proceso.

Se conoce como estandarización de procesos a la manera en la cual se realiza una actividad o se elabora un producto de forma estándar o previamente establecida. El término estandarización proviene del estándar, que se refiere a un modo o método preestablecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones. Un estándar es un parámetro aplicable para ciertas circunstancias o espacios y es aquello que debe ser seguido en caso de hacer recurrente algunos tipos de acción. (García, 2014)

2.1.5. Takt time.

El ritmo de la producción conocido como “Takt Time”. Es el instante repetitivo de tiempo a lo largo del horario de trabajo desde que este inicia hasta su último segundo considerado como productivo, en el que debe salir la producción o el producto terminado en las cantidades planeadas de acuerdo a la demanda diaria del cliente.

Es una de las definiciones clave usada en producción, ritmo (por sus siglas en alemán Takt) se conoce en la filosofía japonesa como Takt Time es el ritmo de la organización en sincronía con el cliente. En la figura 1 se muestra el cálculo del takt time al que debe salir la producción. Traducido al español, el ritmo de la producción es igual al tiempo total productivo disponible entre el volumen diario de producción requerido. La fórmula considera al tiempo en segundos, pero este puede ser en minutos u horas depende del volumen, de esta manera el resultado se interpreta como, debe salir un producto terminado cada unidad de tiempo elegida por la persona que lo calcula. **Fuente especificada no válida.**

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Time (Available seconds per working day)}}{\text{Volume (Daily production requirement)}}$$

Figura 1– Formula Takt time

2.1.6. Tiempo de ciclo.

La cantidad de tiempo requerido por un operador para completar su trabajo o para que una maquina termine su ciclo, realmente el tiempo para completar los pasos del trabajo estandarizado. El tiempo entre el inicio y término de una operación. **Fuente especificada no válida.**

2.1.7. Capacidad de producción.

La capacidad de producción es el rendimiento máximo que se puede producir en una empresa con los recursos disponibles. Es una medida de eficiencia tal que se puede ajustar la producción de acuerdo a la demanda existente.

Es el rendimiento máximo que una empresa puede producir en un periodo de tiempo determinado, teniendo en cuenta los recursos disponibles.

La capacidad productiva está vinculada a la planificación de la fuerza laboral. **Fuente especificada no válida.**

2.1.8. Líneas de producción.

Una línea de producción es un conjunto de estaciones de trabajo manuales, semiautomatizadas o completamente automatizadas en las que se transforma la materia en un producto nuevo, puede ser tan sencilla como tomar un tornillo y colocarle una tuerca, hasta complejas celdas robotizadas en las que se use soldadura o cortes

por chorro de agua para darle una nueva forma al material. Después de la transformación, pueden existir estaciones intermedias o al final de la línea para el aseguramiento de la calidad, por mencionar algunas están, las pruebas funcionales, las pruebas de continuidad a altos voltajes, las pruebas que simulan el uso real del dispositivo por periodos prolongados de tiempo, inspecciones visuales, inspecciones autómatas por medio de visión artificial, cumplimiento de ciertos parámetros verificados por medio de un listado de verificación en el que se enlistaron los puntos críticos para la calidad, por mencionar algunos, además de las estaciones de embalaje en donde el producto es empaquetado.

2.1.9. Diseño de las celdas de manufactura.

El diseño de las celdas de manufactura es uno de los factores más importantes dentro de las empresas manufactureras, de este depende el éxito inicial del proyecto evita futuros retrabajos aunque no se debe olvidar que siempre estará la mejora continua para hacer modificaciones sobre la marcha, pero generalmente representa un gasto lo que es igual a una pérdida para la empresa, perdida que puede ser necesaria y obligatoria si existe, mal diseño de la celda de manufactura o el producto sale con una calidad pobre, en ese momento se vuelve prioridad 1 el hacer las modificaciones que sean necesarias en los equipos, facilidades o herramientas para asegurarse que se cumple la especificación del cliente. El diseño inicia con el conocimiento de las operaciones que se van a efectuar dentro de la línea y plasmándolas en un diagrama de bloques donde cada bloque será un banco de trabajo o una maquina independiente.

2.1.10. Distribución de la línea de producción.

Para definir cuál será la distribución y orientación de la línea de producción es necesario conocer el producto a profundidad, factores como: la demanda anual, el grado de complejidad del ensamble, las herramientas especiales, los equipos de prueba, la duración de la prueba, el tamaño del empaque, la cantidad de materiales que se requieren, los turnos en los que será operada la línea, el espacio disponible, las salidas y entradas del área productiva, la disponibilidad de facilidades eléctricas,

neumáticas, de voz, de datos, etc., son solo algunos, que según las necesidades de la línea de producción se pueden o no considerar.

2.1.11. Flujo continuo.

Este sistema tiene la ventaja de la reducción de los diferentes desperdicios (muda) dentro de un sistema de fabricación y la visualización de los problemas existentes en dicho sistema:

Fabricación de calidad: Los operarios inspeccionan su propio trabajo y resuelven los problemas de su puesto, con lo cual, aunque algún operario deje pasar una pieza defectuosa esta será detectada en las operaciones posteriores.

Flexibilidad real: Al tratar de reducir drásticamente el "Lead Time" se tiene flexibilidad real sobre variaciones en la demanda del cliente.

Mejora al estado de ánimo: Las personas realizan mas trabajo de valor añadido, observan inmediatamente los resultados de su trabajo, lo que proporciona una mayor sensación de realización y satisfacción en su tarea.

Aumento de productividad: Los operarios pueden involucrarse en otras tareas, todo ello sin llegar a producirse una sobreproducción. (Guerindon, 1995)

2.1.12. One Piece Flow (Flujo de una pieza a la vez).

Se trata de la producción de forma lineal y continua, en la cual cada área de trabajo se especializa en una actividad en particular y provee las piezas, de una en una, a la siguiente estación.

Juntas todas las estaciones van montando de pieza en pieza el producto final.

Los principios de funcionamiento de una empresa que produce con el método de una sola pieza a la vez son los siguientes:

El ritmo (takt time) de producción es definido en base a la demanda del cliente y se mantiene constante gracias al flujo de línea de producción.

Solo se produce la cantidad requerida por el cliente.

Cada etapa del proceso debe ser capaz de realizar las siguientes tres actividades, como parte de su ciclo normal de trabajo. (1) Inspección de entrada; Deben de asegurarse que el producto venga perfecto desde la estación anterior. (2) Fabricación de acuerdo a las especificaciones del cliente, (3) Inspección de salida o entrega.

Cada etapa del proceso debe ser capaz de entregar el material solo cuando las etapas siguientes así lo requieran. (Sekine, 2005)

2.1.13. Diagramas de proceso.

Los diagramas de proceso son una familia de representaciones graficas relativas a un proceso industrial o administrativo, empleados para visualizar y analizar de manera sistematica dicho proceso o ciclo de trabajo.

2.1.14. Inventarios.

Los inventarios son bienes reales y concretos, es decir bienes muebles e inmuebles. Estos forman el caudal comercial de una persona o de una empresa. Dichos bienes son para vender, de ahí el carácter de comercial, o para consumición de bienes y/o servicios. Los inventarios se realizan en un periodo determinado de tiempo.

El inventario se crea cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se recibe es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye; el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales. (Krajewski, 2000)

2.1.15. Trabajo en proceso. (WIP).

Representa el inventario que ya ha recibido algún valor agregado, pero que todavía debe sufrir un procesamiento adicional antes de poder utilizarlo para atender la demanda de los clientes. (CHAPMAN, 2006)

Este tipo de inventario no solo implica una porción del costo de productos vendidos, sino que además tiene que ser comprado al inicio del proceso para ser convertido en producto terminado.

Reduciendo el lapso de tiempo que este inventario pasa en producción es una buena forma de reducir los costos asociados con esta inversión. Mano de obra, materiales, y gastos externos son aplicados a el producto continuamente a través del proceso de producción y se estima que el valor del inventario WIP es de la mitad del valor final.

2.1.16. Inventario amortiguador (Buffer).

Es una porción de mercancía de una empresa que se refiere a veces como stock de seguridad.

Son los productos que una empresa tiene en el sitio o en la ruta que supera sus necesidades actuales.

Los productos terminados están disponibles para alcanzar la demanda del mercado cuando el cliente hace ordenes extraordinarias o varían mucho. **Fuente especificada no válida.**

2.1.17. Diagrama de gente.

Es la representación gráfica de cómo es el movimiento de los operarios dentro de su puesto de trabajo, este busca conocer cada movimiento del empleado para determinar cuál es el orden más lógico para máquinas y otros puestos de trabajo con la intención de ganar eficiencia dentro de los procesos de la empresa, principalmente reduciendo el tiempo de desplazamiento de los operarios identificando y evitando movimientos innecesarios. (Santos, 2016).

2.1.18. OEE (Eficiencia General del equipo).

Las maquinas se diseñan desde la base de una cierta capacidad de producción. El OEE nos proporciona visión acerca de las pérdidas que ocurren durante el proceso de fabricación. Nos permite identificar las perdidas diferenciadas en los siguientes factores:

Disponibilidad: Cuanto tiempo ha estado funcionando la maquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando.

Rendimiento: Durante ese tiempo que haya estado funcionando (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.

Calidad: Cuanto he fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada.

El OEE indica con cuanta efectividad las maquinas están siendo utilizadas comparada con la maquina ideal (OEE= 100%). (Belohlavek, 2006).

2.1.19. Balance chart (Grafica de balanceo de operadores).

El balanceo de la línea inicia analizando el estado actual del proceso. La mejor herramienta para esta actividad es la gráfica de balanceo de operadores (Operator balance chart), la cual representa los elementos de trabajo, el tiempo requerido y los operadores de cada estación, además muestra las oportunidades de mejora visualizando cada tiempo de operación en relación con el Takt time aceptable y el tiempo del ciclo total. Para crear una gráfica de balanceo de operadores debemos:

1. Determinar el tiempo de ciclo actual y los elementos de trabajo asignados.
2. Crear una gráfica de barras que represente las condiciones del estado actual, mostrando que sobrepasan el valor del takt time aceptable y además un desbalanceo entre operaciones.
3. El número de operadores se obtiene dividiendo el tiempo de ciclo total del producto entre el ritmo de tiempo aceptable. Ver figura (2).

$$\text{N}^{\circ} \text{ Op.} = \frac{\text{T/C total}}{\text{Takt}}$$

Figura 2– Formula Calculo de operadores

En el pensamiento esbelto, cuando calcula el número de operadores y el decimal obtenido es menor o igual a 0.5 es buen indicador, ya que se podrá trabajar para eliminar el operador de más y disminuir los desperdicios.

4. La solución es la combinación de operaciones.

2.1.20. Productividad.

La búsqueda de la eliminación del desperdicio es sinónimo de productividad, definida como la capacidad de la sociedad o empresa para usar de forma racional y optima los recursos de que dispone: humanos, naturales, financieros, científicos y tecnológicos, que intervienen en la generación de la producción para proporcionar los bienes y servicios que satisfacen las necesidades de sus integrantes, de manera que mejore y eleve el nivel de vida de una persona, clase social o comunidad.

Para saber en qué medida se aprovechan los recursos con los que cuenta la empresa es necesario medir la productividad, y esto se logra mediante la relación entre unidades producidas y los insumos empleados para un tipo específico de trabajo, es decir:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{insumos\ empleados}$$

La productividad aumenta cuando existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes, o un incremento de las salidas mientras los insumos permanecen constantes.

Las opciones identifican las opciones disponibles para maximizar las oportunidades y minimizar las amenazas, la estrategia se evalúa constantemente contra el valor ofrecido por el cliente y las realidades competitivas, pero cuando la estrategia de manufactura esta bien integrada con otras áreas funcionales de la empresa y soporta los objetivos totales de la compañía, además con una función de operaciones bien cimentadas y administradas, se incrementa la productividad y crea una ventaja competitiva, la cual implica la creación de un sistema que tiene una ventaja única sobre sus competidores.

2.2. Marco de referencia.

2.2.1. Toyota Production System.

El sistema de producción de Toyota (TPS) inicia con los japoneses en la durante el periodo de la segunda guerra mundial, la necesidad de competir en el mercado automotriz incita a los Occidentales a rivalizar contra los americanos y el sistema de producción en masa Ford.

Los primeros pasos de los Japoneses fueron observar cómo los Estadounidenses superaban sus métodos de producción, después concluyeron que repetir su método de producción que consiste en manufacturar a gran escala no es algo que aplique ya que la demanda para los Japoneses no es igual, se concluye que requieren un sistema flexible, que se adapte a cambios que no sea solo producir lotes inmensos, solo lo justo, por lo tanto definen la eliminación de desperdicios como la base de su sistema, los 2 pilares del sistema se definen como las metodologías justo a tiempo y autonomía conocidas como “Just-in-time & Jidoka”, consideraron el control del suministro de los inventarios como prioridad y lo reducen al máximo en el punto de uso, la disminución da como resultado el flujo constante de los materiales, con los movimientos constantes de materia prima nace el sistema de tarjetas “Kanban”.

La metodología liderada por Toyoda Kiichiro presidente de la compañía automotriz Toyota y creada por Taiichi Ohno, establece los 5 porqués “5 Why’s” como el método para la solución de problemas, hacer preguntas a cada respuesta de las preguntas consideraron lleva a la causa raíz del inconveniente.

El conjunto de algunas herramientas creadas por Toyota en el TPS son las siguientes, el orden de los mismos no tiene ninguna significancia:

1. 5 porqués (5 Whys).
2. Diagrama de pescado (Ishikawa).
3. 7 desperdicios (7 Wastes / Muda).

4. Irregularidad, Exceso, Desperdicio (Mura, Muri, Muda).
5. Sistema de control de producción por tarjetas (Kanban).
6. Sistema justo a tiempo (JIT).
7. Sistema Jidoka (autonomía).
8. Sistema del control estadístico del proceso (SPC).
9. Entregas en el lugar de uso (POU).
10. Sistema una pieza a la vez (One piece Flow).
11. Sistema de reflexión continua (Hansei).
12. Sistema de mejora continua (Kaizen).
13. Nivelación de carga laboral (Heijunka).
14. 5's (Seleccionar, Organizar, Limpiar, Estandarizar, Mantener).
15. Manufactura esbelta (Lean Manufacturing).
16. Sistemas contra errores (Poka Yoke).
17. Sistemas Andon, paro ante anomalías.
18. Cambio de matriz en menos de 10 minutos, (SMED, Single Minute Exchange of Dies).
19. Sistema jalar (Pull).
20. En el lugar de trabajo, ensuciarse las manos (Genchi Genbutsu).
21. Mapeo del flujo valor (Value Stream Map).
22. Tiempo de proceso (Takt time).

Las herramientas del TPS por sí solas no hacen ningún cambio o mejora, se requiere de trabajo, disciplina y en casos romper paradigmas a todos niveles de la organización.

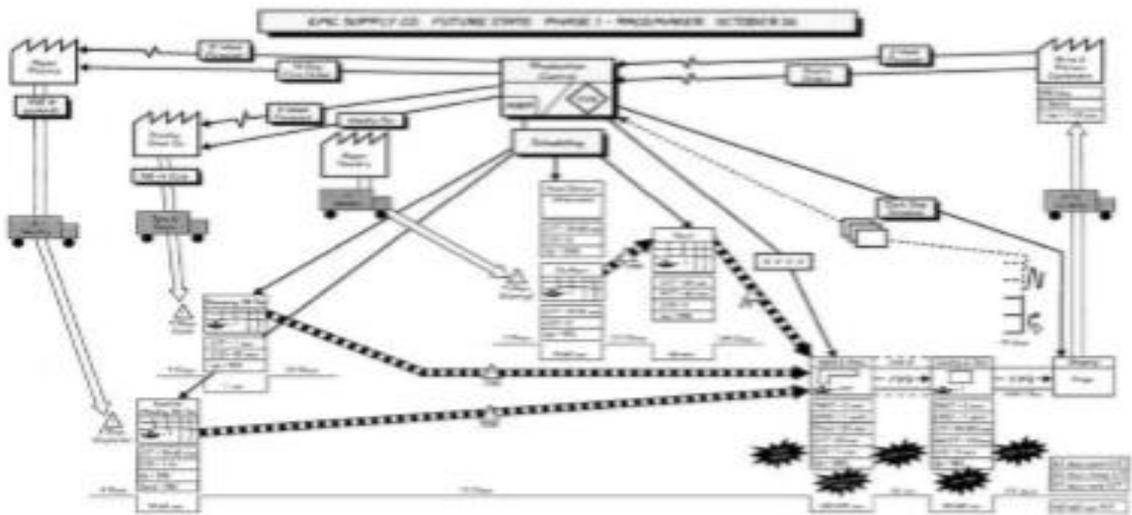
2.2.2. Mapeo del flujo de valor.

El mapeo del flujo de valor, es una práctica adoptada por las empresas que desean conocer a profundidad todo su proceso, desde el cliente (inicio) hasta el cliente (fin), es muy útil si se desea encontrar donde se rompe el flujo continuo, todo sistema productivo en teoría debe de andar sin problema, es importante conocer los síntomas de las líneas de manufactura antes de ejecutar los cambios para que al final de los

cambios se refleje el antes (situación actual) y el después (situación ideal), claro está que debe de haber una mejora si los esfuerzos son enfocados en eliminar los desperdicios detectados durante el mapeo.

El mapeo es un término ya conocido, en el Sistema Productivo Toyota (TPS, por sus siglas en inglés) es conocido como Value Stream Mapping (VSM), como se aprecia en la figura 3, donde se aprecia un mapeo de ejemplo,

Figura 3– Mapa de ejemplo de flujo de valor



Los mapeos se deben de efectuar mediante la siguiente disciplina; selecciona un producto o familia, crea el mapeo de la situación actual, crea el mapeo futuro o ideal, utilizar las técnicas de lean, crear un plan de implementación para llegar al estado futuro, implementar el estado futuro a través de actividades de mejora continua, visualizar el estado ideal al que se desea llegar.

Al desarrollar el mapeo se debe de considerar uno de los puntos clave según la acertada filosofía japonesa, lo debes de elaborar en el lugar donde está la línea de producción o el sistema que se desea mejorar, donde se observa proceso paso a paso y donde es fácil detectar problemas. Datos adicionales que se deben tener es el tiempo ciclo, cambios de modelo (si hay diferentes tipos de ellos), tiempos máquina considera que es el tiempo que la máquina opera sin problema y el número de operadores

2.2.3. Líneas de producción híbridas.

Los procesos de fabricación que combinan operaciones aditivas y sustractivas están ganando posiciones en la industria moderna gracias a su capacidad de generar formas complejas con el mínimo material y óptimas tolerancias y acabado. Las máquinas híbridas que integran dichos procesos sirven de puente entre ambas tecnologías, las cuales se complementan con el objetivo de fabricar piezas de gran valor añadido.

Los sistemas híbridos consisten en combinar dos métodos de elevación artificial para lograr ventajas en la explotación de los recursos. Esta combinación permite aumentar el caudal de bombeo a mejorando la relación costo/beneficio. Además, estos sistemas poseen una mayor versatilidad para afrontar condiciones futuras de operación en los que se necesitaría modificar o reemplazar el método de operación por otro.

La combinación de dos sistemas convencionales permite que el rango de la operación se amplíe, con la ventaja de permitir operar cada sistema en sus puntos de máxima eficiencia de manera independiente.

A largo plazo, si bien el costo inicial de inversión y producción son mayores, se podrían obtener beneficios debido a una mayor producción y una mayor disponibilidad del sistema, mejorando la relación costo/producción.

2.2.4. Manufactura (Manufacturing).

La manufactura es la creación de bienes y servicios, su administración don las actividades que se relacionan con la creación de los mismos a través de la transformación de insumos en salidas, y su generación tiene lugar en todas las organizaciones.

En otras organizaciones que no manufacturan productos físicos, la función de producción se dice que esta escondida, y a este tipo de compañías se les llama organizaciones de servicios. Una organización productiva, es la estructura técnica de las relaciones que deben de existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos humanos y materiales de un organismo, con el fin de lograr su mayor

eficiencia al transformar la materia prima en productos industriales. Así se crea el concepto de manufactura o fabricación que es la elaboración de productos o servicios al mas bajo costo, en el tiempo mas breve y que cumpla con todas las especificaciones de diseño.

Existen dos objetivos que tienen los procesos de manufactura:

Primario (Geométrico): Un producto de forma, dimensiones y acabado superficial requeridos.

Secundario: La eficacia optima de los recursos empleados para obtener los productos y a su vez lograr la exactitud de la pieza, economía y rapidez en la ejecución de las actividades, así como la facilidad de fabricación y el menor costo de producción. Todo esto se resume como la eliminación del desperdicio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Metodología OSKKK.

Observar todas las operaciones.

1. Dirigirse al área de trabajo para observar los diferentes ciclos del proceso.
2. Documentar de forma escrita los pasos del proceso de forma individual en la secuencia que estos ocurren.
3. Identificar los orígenes de la variación en ambos, tanto en flujo de información, como en el flujo de materiales.

Estandarización.

1. Realizar 5S para promover que tenga lugar la estandarización productiva y simplificada.
2. Trabajar para minimizar/eliminar problemas e interrupciones del proceso usando Técnicas de Resolución de problemas.
3. Asegurar que todos los flujos y puntos de decisión en el proceso tienen una metodología estándar.

Kaizen de flujo y proceso.

1. Entender y dibujar el flujo del proceso (mapa de proceso).
2. Entender y dibujar el flujo del material (mapa de cadena de valor).
3. Mejorar el flujo del material y la información en el área de trabajo.
4. Identificar todos los tiempos que no añaden valor tanto en el flujo de información, como en el flujo del proceso, entonces trabaja para eliminarlo y minimizarlo.

5. Trabajar para reducir el tiempo de procesamiento.

Kaizen del equipo.

1. Buscar implementar avances y velocidades (reducir los ciclos de las maquinas).
2. Usar OEE como la medida para dirigir las mejoras.
3. Entender la carga de trabajo del operario en comparación con los tiempos de ciclo de las maquinas. (eliminar la espera forzada)
4. Buscar mejoras en el Mantenimiento Predictivo Total.
5. Buscar simplificar las maquinas.

Kaizen del Layout.

1. Recoger datos: Flujos de proceso, capacidades, nuevos productos, cuellos de botella, OEE, mapas de cadena de valor, flujos de información, etc.
2. Mínimo de 3 proposiciones de layout, todas mostrando las flechas de flujo y completando las matrices de correlación.
3. Nuevos layouts que consideren todos los principios Lean y eliminar el trabajo que no aporta valor para justificar los coster,
4. Simular el nuevo layout, ya sea marcando en el suelo (para layouts existentes) o con maquetas de cartón para los equipos.

3.2. Metodología 3P.

El padre del TPS Taiichi Ohno instruye en la metodología Toyota a Yoshiki Iwata, Akiro Takenaka y Chihiro Nakao, 3 de sus subordinados que fueron también responsables de actividades gerenciales dentro de la compañía Toyota, los mismos en el año de 1987 crean el “Shingijutsu” que refiere a crear nuevas tecnologías, el termino no se limita a la tecnología, pueden ser nuevos caminos, procesos, pensamientos, métodos, es la extensión y complemento del “Kaizen” termino relacionado con la mejora continua.

La metodología Preparation, Product, Process (3P) fue creada por Chihiro Nakao a finales de los 1980's, quien dejó la compañía Toyota después de 25 años de laborar en esta. La necesidad de introducir nuevos programas e implementar actividades de TPS a nivel mundial hacen del 3P una herramienta que contribuye a la mejora continua de las industrias y organizaciones, quienes encuentran apoyo para:

1. Rápida introducción de nuevos programas.
2. Mejorar la calidad y la productividad.
3. Reducir costos de operación.
4. Lograr cero defectos, rechazos y retrabajos.
5. Implementar takt time.
6. Lograr objetivos de medio ambiente, salud, ergonomía y seguridad.
7. Adquirir ventajas competitivas.
8. Implementar mejoras o innovaciones tecnológicas.
9. Mejorar equipos.
10. Cumplir los objetivos de la organización.
11. Cumplir con la calidad en los productos y procesos.

Lograr la correcta implementación del TPS en una empresa puede tomar varios años, el usar e implementar la metodología 3P en el inicio, arranque o mejora de los proyectos puede reducir el proceso de adaptación, el objetivo es formar un equipo multidisciplinario dedicado a eliminar los desperdicios con los que pudiese nacer un programa, simular de manera física cada paso del proceso para asegurar los niveles óptimos de calidad, productividad, seguridad y entregas justo a tiempo. La metodología está comprendida principalmente por 10 pasos:

1. Investigar la verdadera función del producto o proceso.
2. Definir la esencia de la función.
3. Relacionar palabras clave con la naturaleza.
4. Realizar bosquejos.
5. Entender cómo opera y funciona el producto o proceso.
6. Combinar las ideas de la naturaleza y crear diseños.

7. Seleccionar 7 propuestas a ser construidas.
8. Experimentar con las propuestas y observar conductas.
9. Seleccionar los mejores 3 diseños y mejorarlos.
10. Seleccionar el mejor de los 3 diseños

3.3. Tipo de estudio.

De campo: Se tomo el estudio de campo, ya que el proyecto se desarrollará concretamente en el programa de producción Bolster HD, (línea híbrida).

3.4. Plan de análisis de datos.

Se analizarán las capacidades de la línea LD donde se compara con las capacidades de la línea Híbrida, se observarán las diferencias entre los diferentes procesos y como de esta forma comprobaremos que la línea híbrida es la mejor opción para cumplir con la producción requerida, disminuyendo sus costos y aumentando su productividad.

3.5. Plan de recolección.

Se reunirá la información obtenida por los diferentes elementos de investigación en hojas de datos electrónicas, las cuales nos permitirán manejar la información de una manera fácil y rápida.

3.6. Estudios de tiempos y movimientos.

Para realizar el presente estudio fue importante conocer las condiciones en las que se corre el producto de la línea LD semejante al de línea híbrida. Esto con la finalidad de ir conforme a la metodología de evidencia objetiva.

Se inicia con la recolección de datos por varios días durante turnos completos, referente a la toma de tiempos, junto con los operarios de la línea y personal de soporte de líneas LD para poder calcular las capacidades del producto LD y el producto HD.

Los apuntes tomados durante esta etapa fueron procesados y comparados con los ya existentes, de esta manera se pudo obtener la información requerida para iniciar el estudio de cambios. La recaudación de información se realizó en las líneas Rear LD donde se corrían ambos productos.

En la Figura 4. Se muestra la línea Rear físicamente, en donde se corren ambos productos.

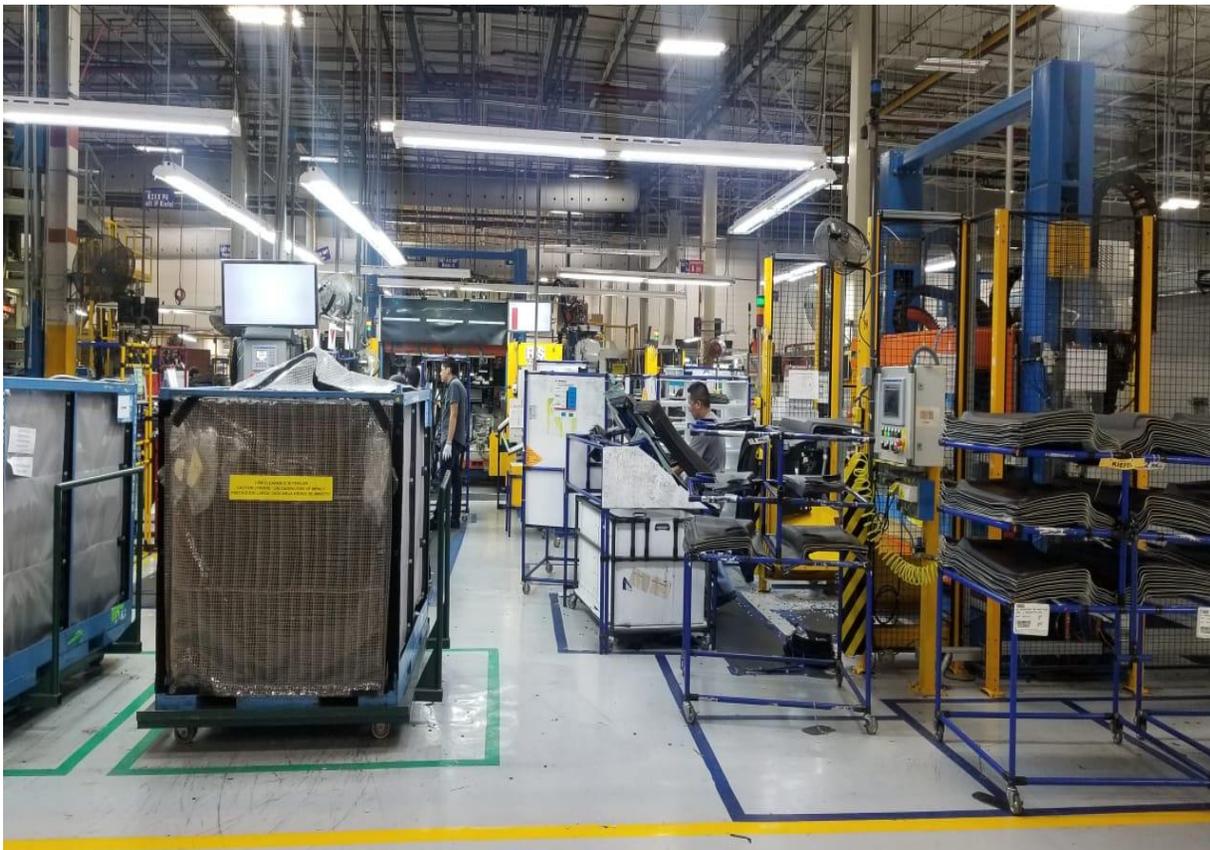


Figura 4– Línea Rear

3.7. Layout de Línea LD.

La línea Rear LD está diseñada como una celda de distribución bucle y distribuida de la siguiente manera: ver figura 5.

La materia prima que es el TPO termoformado entra por medio de un carro de WIP (work in process- trabajo en proceso) a la maquina Die trim, esta máquina es esencial para el corte de cubierta para nuestros dos productos.

Se coloca en carros que pasan a costura, en donde se encuentran dos máquinas de costura, una para el lado RH (derecho) y otra para el lado LH (izquierdo), las cubiertas pasan a un robot donde se les colocara el adhesivo para que así de esta manera sean unidas con los insertos, esta máquina se llama celda de integración.

Al terminar la operación, el operador descarga la pieza, ya transformada en un solo producto y terminan de darle el acabado a la pieza para que no se despegue, esta línea se llama finesse, para así finalizar con la inspección y empaquetarlo llevándolo a embarques.

3.8. Diagrama de gente.

En la figura 6 se muestra el diagrama de gente en el cual nos muestra el número total de operadores con los que debe correr la línea Rear LD/HD.

Rear Bolsters RH/LH (LD)

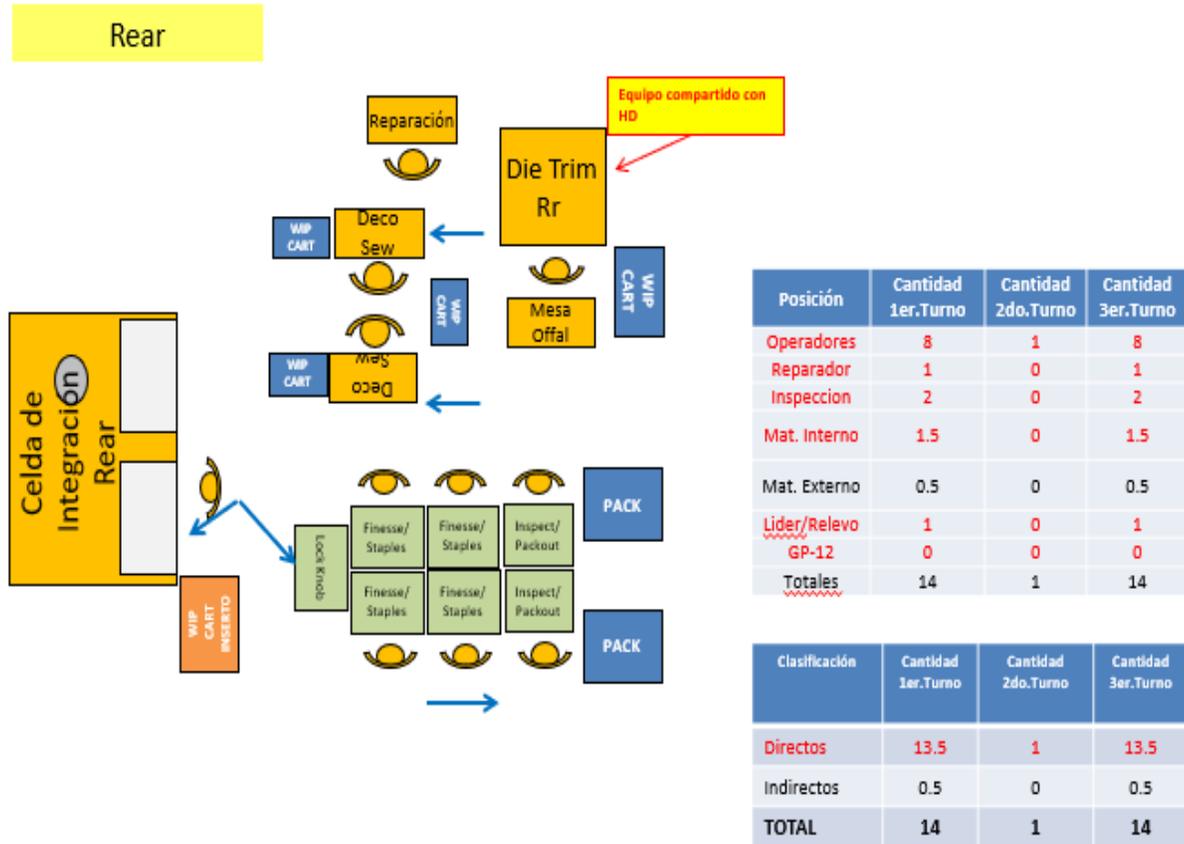


Figura 6– Diagrama de gente Línea Rear LD

La línea se encuentra diseñada para correr ambos productos, donde se comparten maquinas como la Die trim y la celda de integración realizando cambios de modelo.

3.9. Análisis de capacidad de líneas Front, Rear, LD y HD.

En la figura 7 se muestra la matriz de capacidad con el número de celdas de integración que necesitan las líneas Front y Rear LD para cumplir con la demanda diaria que nos exige nuestro cliente, estas máquinas corren con un OEE del 64% para las líneas Front y un 42% para las líneas Rear. Requiriendo así 6 líneas de producción para el Front (Frontal) y 6 líneas de producción para el Rear (trasera).

Para poder sacar estos datos se realizó un estudio de tiempos, 50 tiempos en total y de esta manera determinamos el ciclo de la máquina para las líneas de producción Front y Rear. Ver figura 8.

Con un promedio de piezas por turno para el Front de 369 y para el Rear de 242.

No pudiendo cumplir con el requerimiento que nuestro cliente nos demanda para las líneas del HD.

| Current MC | Current IWC | Shifts Avail | Model | GM Daily | Pred Mach CT (Sec) | Act Mach CT (Sec) | PC CT (Sec) | Hr Req | Current OE | Hr/Day req @ OEE | Lines Req. - current perf | Shifts - current | pieces/ day over under | Pieces /hour | Avg Pieces/ shift-current |
|------------|-------------|--------------|-------|----------|--------------------|-------------------|-------------|--------|------------|------------------|---------------------------|------------------|------------------------|--------------|---------------------------|
| | 4 | 8 | FR LD | 4172 | 108 | 78 | 54 | 62.58 | 64% | 97.78 | 5.7 | 11.3 | -1219 | 66.667 | 369.1 |
| | 3 | 6 | RR LD | 2978 | 108 | 79 | 54 | 44.67 | 42% | 106.36 | 6.1 | 12.3 | -1525 | 66.667 | 242.2 |
| 0.7 | 0 | 1.4 | FR HD | 1158 | 62 | N/A | 31 | 9.97 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 116.13 | N/A |
| 0.7 | 0 | 1.4 | RR HD | 1168 | 62 | N/A | 31 | 10.06 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 116.13 | N/A |

Figura 7– Matriz de capacidad actual Línea Rear-Front LD/HD

| | Sep. 18/19 | Time Study (50 cycles each) | | | |
|--------|----------------|--------------------------------|--|--------------------------|-----|
| LD | R/R Sec/Set | 1 Shift CT Sec/Set | | 2 Shift CT Sec/Set | Avg |
| FR1 LD | 84.1 | 78.92 | | 79.14 | 78 |
| FR2 LD | 74.5 | 78.01 | | 75.89 | |
| FR3 LD | 79.6 | 78.41 | | 79.14 | |
| RR1 LD | 79.6 | 81.48 | | 81.64 | 79 |
| RR2 LD | 72.79 | 75.31 | | 77.03 | |

Figura 8– Matriz del promedio de toma de tiempos de máquinas Actual.

La figura 9 muestra la matriz propuesta de aumento de OEE al 80%, aquí podemos apreciar que las líneas analizadas disminuyeron a 4 para el Front (frontales) y para el Rear (traseras) se redujeron a 3 líneas de producción. también consideradas las líneas del HD, donde solo se requerirá una línea de producción para el Rear (traseras) y una línea de producción para el Front (frontales).

| Current MC | Current IWC | Shifts Avail | Model | GM Daily | Pred Mach CT (Sec) | Act Mach CT (Sec) | PC CT (Sec) | Hr Req | Current OE | Predicted OEE | Hr/Day req @ Current OEE | Hr/Day req @ Predicted OEE | Lines Req. - current perf | Lines Req. - predicted | Shifts - current | Shifts - predict | pieces/day over under | pieces/day over under | Pieces /hour | Avg (Pieces) /shift-current |
|------------|-------------|--------------|-------|----------|--------------------|-------------------|-------------|--------|------------|---------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------|
| | 4 | 8 | FR LD | 4172 | 108 | 78 | 54 | 62.58 | 64% | 80.0% | 97.78 | 78.23 | 5.7 | 4.5 | 11.3 | 9.0 | -1219 | -481 | 66.667 | 369.1 |
| | 3 | 6 | RR LD | 2978 | 108 | 79 | 54 | 44.67 | 42% | 80.0% | 106.36 | 55.84 | 6.1 | 3.2 | 12.3 | 6.5 | -1525 | -210 | 66.667 | 242.2 |
| 0.7 | 0 | 1.4 | FR HD | 1158 | 62 | N/A | 31 | 9.97 | N/A | 85.0% | N/A | 11.73 | N/A | 0.7 | N/A | 1.4 | N/A | 37 | 116.13 | N/A |
| 0.7 | 0 | 1.4 | RR HD | 1168 | 62 | N/A | 31 | 10.06 | N/A | 85.0% | N/A | 11.83 | N/A | 0.7 | N/A | 1.4 | N/A | 27 | 116.13 | N/A |

Figura 9– Matriz de capacidad propuesta Líneas Rear-Front LD/HD.

En la siguiente grafica de capacidad (figura 10) se puede apreciar el volumen de octubre del 2018 a septiembre de 2019, trabajando solo con las 7 celdas de integración manifestando un OEE del 55% con ambos productos (HD y LD).

Bolster LD + Bolster Front HD Volume vs IWC Capacity 70 sec, 55% OEE

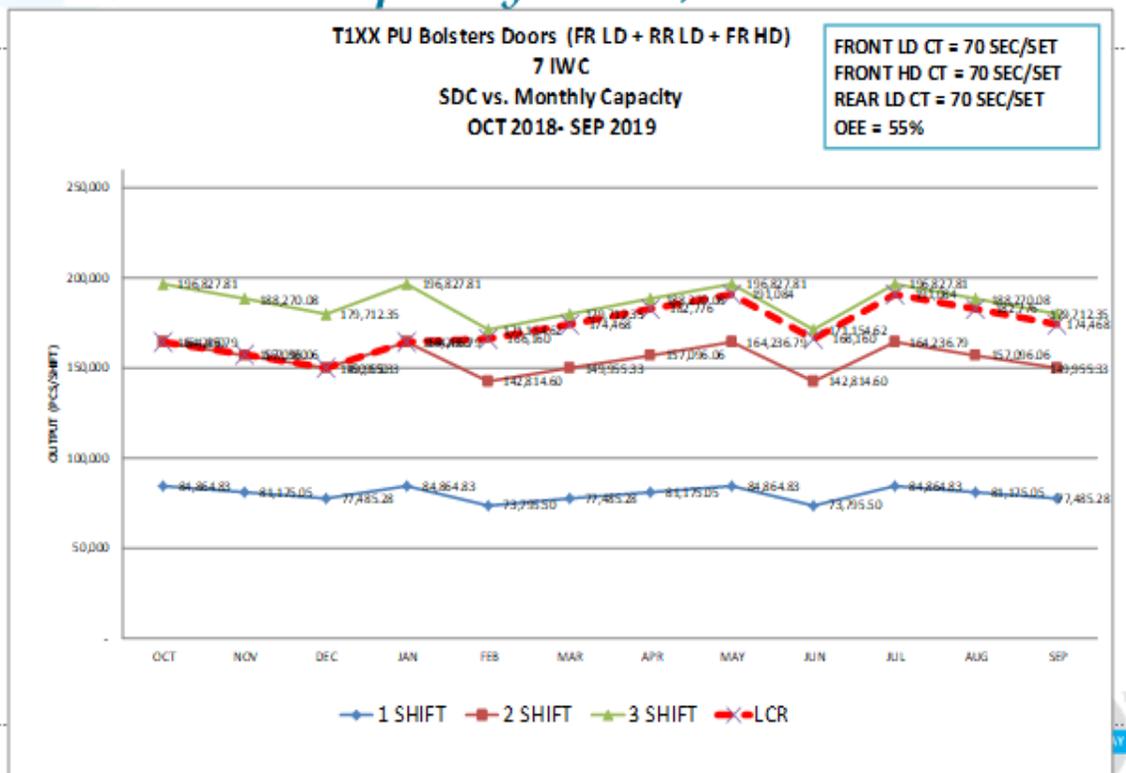


Figura 10– Grafica de capacidad Bolster LD/HD actual.

Se realizó una gráfica de capacidad propuesta figura (11) en la cual se puede apreciar como el volumen incremento al remover los productos HD y solo estar produciendo productos LD con solo 7 celdas de integración.

Bolster LD Only Volume vs 7 IWC Capacity 78 sec, 68% OEE

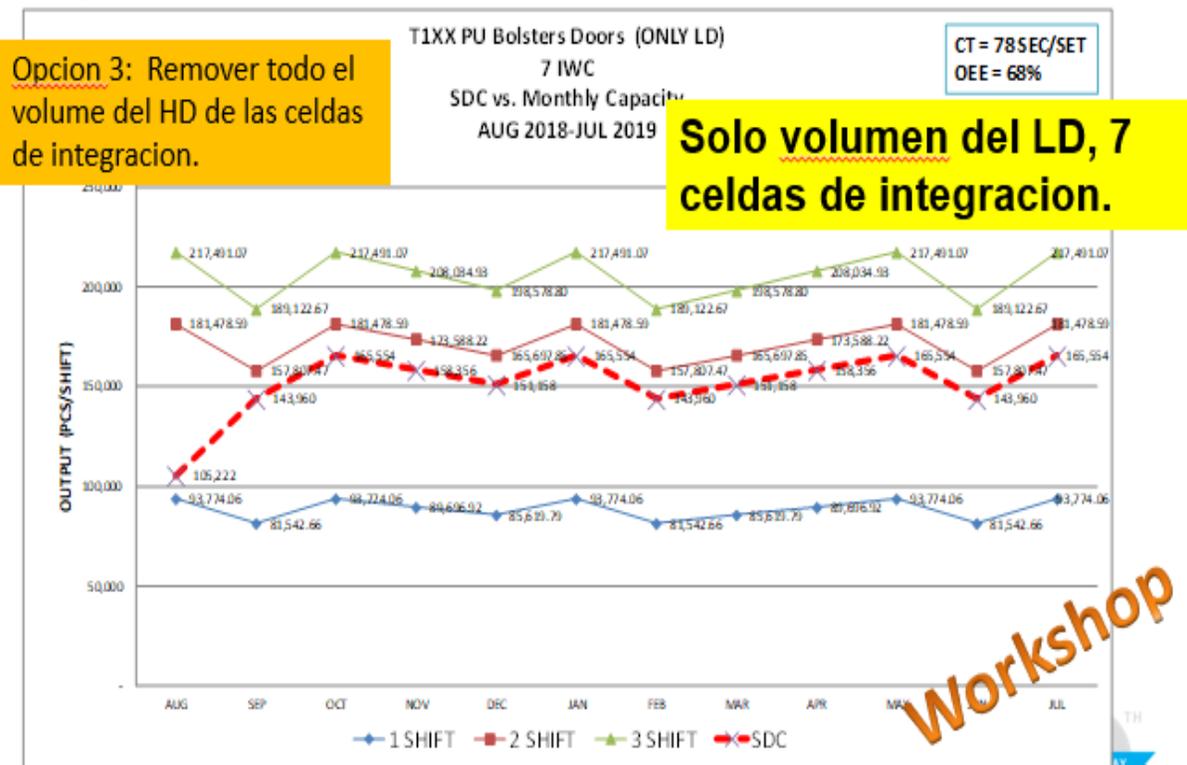


Figura 11– Grafica de capacidad Bolster LD propuesta.

3.10. Propuesta de Layout Bolster HD.

Se presento al cliente y al staff la propuesta en Layout del espacio disponible para estas nuevas líneas de producción. (Figura 12). En la cual se encontraba anteriormente el programa K2XX donde termino su ciclo de producción dejando el espacio adecuado para nuestro nuevo programa.

La distribución de nuestro nuevo programa se presentó en este layout propuesta de los equipos y como estarían acomodados. (figura 13).

De tal forma que nuestra línea de producción pudiera ser hibrida, combinando dos métodos de producción. El automatizado con la mano de obra, trabajando en un conjunto.

El layout propuesta muestra al principio un pequeño buffer el cual abastecerá a cuatro máquinas de costura las cuales proveerán a dos robots de adhesivo manejado por operarios, siguiendo con el proceso se colocarán las piezas en el horno para su calentamiento previo y se retirarán por los operarios las piezas para proceder con el proceso de adhesivo, forrado y grapado, finalizando la producción del producto con inspección y empaquetado.

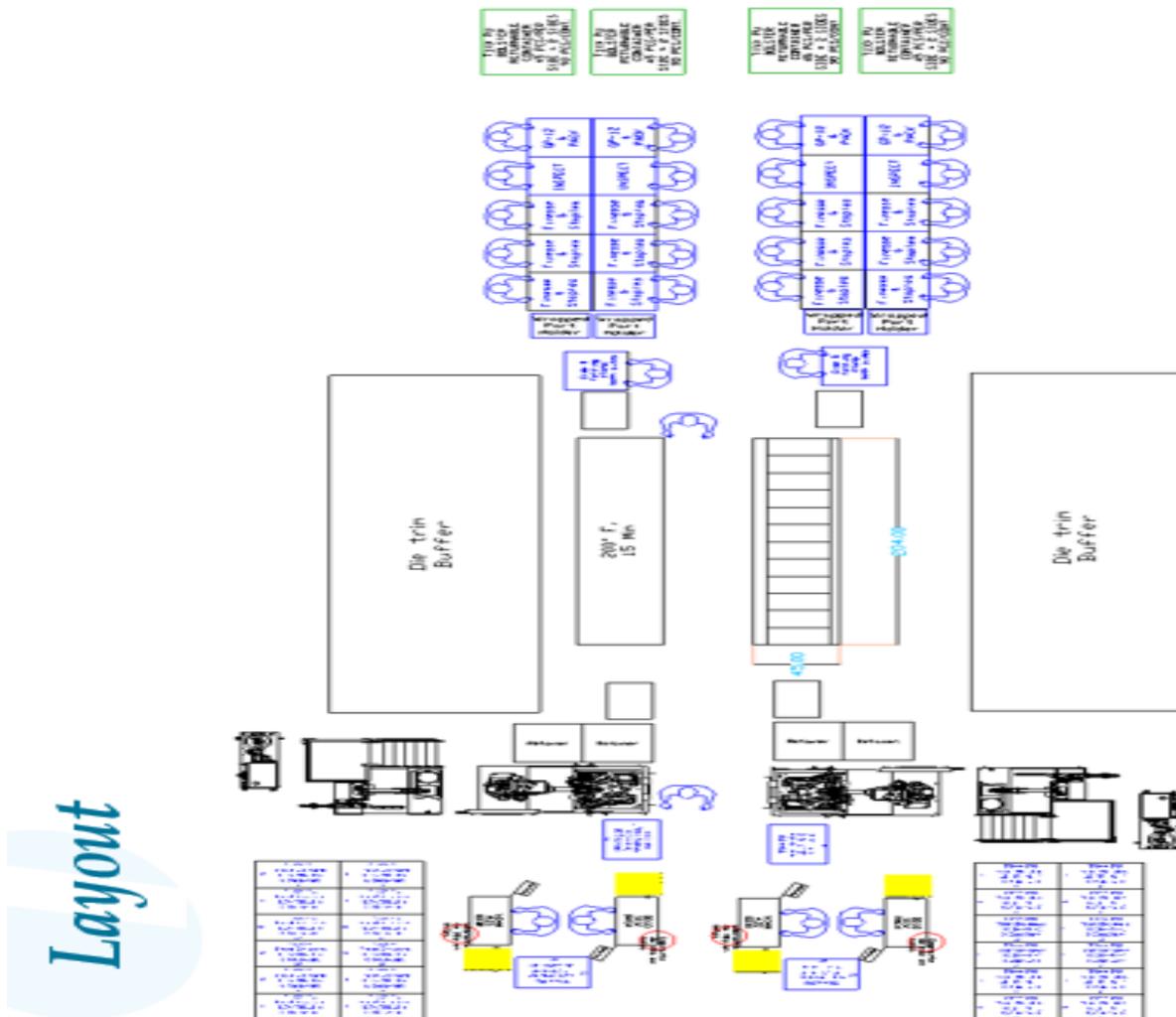


Figura 13– Layout Propuesta Bolster HD

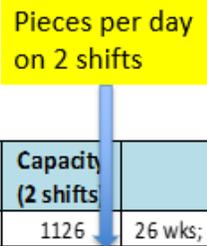
3.11. Resumen de cotizaciones de equipo.

Se determino el tipo de equipo que se iba a utilizar en la línea de producción, uno de los factores que se examinaron respecto al equipo fue el costo. Contábamos con dos proveedores de máquinas, Estados unidos y Alemania uno de nuestros proveedores principales en cuestión de equipo.

Entre estos dos proveedores se tomo en cuenta los siguientes elementos.

1. Riesgo de tiempo.
2. Vendedor
3. Equipo
4. Proceso desconocido.

Se analizó el equipo que nos incrementara la capacidad y estos fueron los resultados (la capacidad está calculada en dos turnos, las piezas son diarias) (figura 14):



| | Options | Equip | Tools | Capacity (2 shifts) | Timing |
|----------|-----------------------------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------------|
| OPTION 2 | IWC #8 | \$995,200 | \$0 | 1126 | 26 wks; operational ~ Mar 1 |
| OPTION 3 | Oven bake ; family tools, skin spray | \$970,000 | \$128,750 | 3229 | 26 wks; operational ~ Mar 1 |
| OPTION 4 | 1 HD cell, family tools, skin spray | \$485,000 | \$64,375 | 1615 | |
| | Oven bake ; 2-cav tools, retainer spray | \$970,000 | \$408,750 | 3431 | 26 wks; operational ~ Mar 1 |

Figura 14– Layout Propuesta Bolster HD

Se recomendó la opción 3, con los conocimientos adquiridos en la línea de producción Rear LD, se crearía un proceso, con dos excepciones.

1. Doble herramienta para el proceso en lugar de la herramienta clásica.
2. Un retenedor en aerosol, ya que sería más fácil y mejoraría el proceso.

El concepto de la celda de integración ya no se volvería a usar.

Las porciones del proceso que automatizamos deben considerarse teniendo en cuenta la variación de componentes entrantes. La atomización del pegamento del robot es lo correcto para automatizar la transferencia de piezas, el prensado no, lo cual era la función de la celda de integración.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4. Establecer equipo de trabajo.

Con el equipo definido se procedió a hacer un listado con los nombres, descripciones de puestos, correos electrónicos y números telefónicos de contacto. También se obtuvieron los datos de cada una de las contrapartes del lado del cliente.

4.1. Requerimientos del cliente.

Se solicito los contratos de acuerdos y cotización del proyecto y se revisaron a detalle, con esto se logro definir lo que el cliente espera del servicio contratado.

En la figura 15 se muestra una tabla donde solo se visualizan los volúmenes diarios y turnos trabajados de nuestros nuevos productos de puertas frontales y traseras Heavy Duty (HD).

| Current MC | Shifts Avail | Model | GM Daily |
|-------------------|---------------------|--------------|-----------------|
| 1 | 2 | FR HD | 1158 |
| 1 | 2 | RR HD | 1168 |

Figura 15– Tabla volúmenes diarios.

La revisión del contrato abarco lo siguiente:

1. Gastos.
2. Grupo de trabajo encargado del arranque del programa.
3. Viáticos.
4. Facilidades requeridas para la línea de producción.
5. Herramientas estándar y especiales.
6. Entrenamiento y adaptación de operarios.
7. Equipos de tecnologías de la información.
8. Volúmenes de producción.
9. Tiempos.
10. Pruebas.
11. Empaque.
12. Surtido de materiales.
13. Producto terminado.
14. Almacenamiento de materiales.

4.1.1. Elaborar Value Stream Mapping.

Se analizaron los diversos factores por separado que se involucraban en el proyecto y se realizó un mapeo de proceso (value stream mapping) mostrado en la figura 16. Se hizo una captura de pantalla del punto inicial del proyecto, con lo que se tenía o conocía como punto de partida.

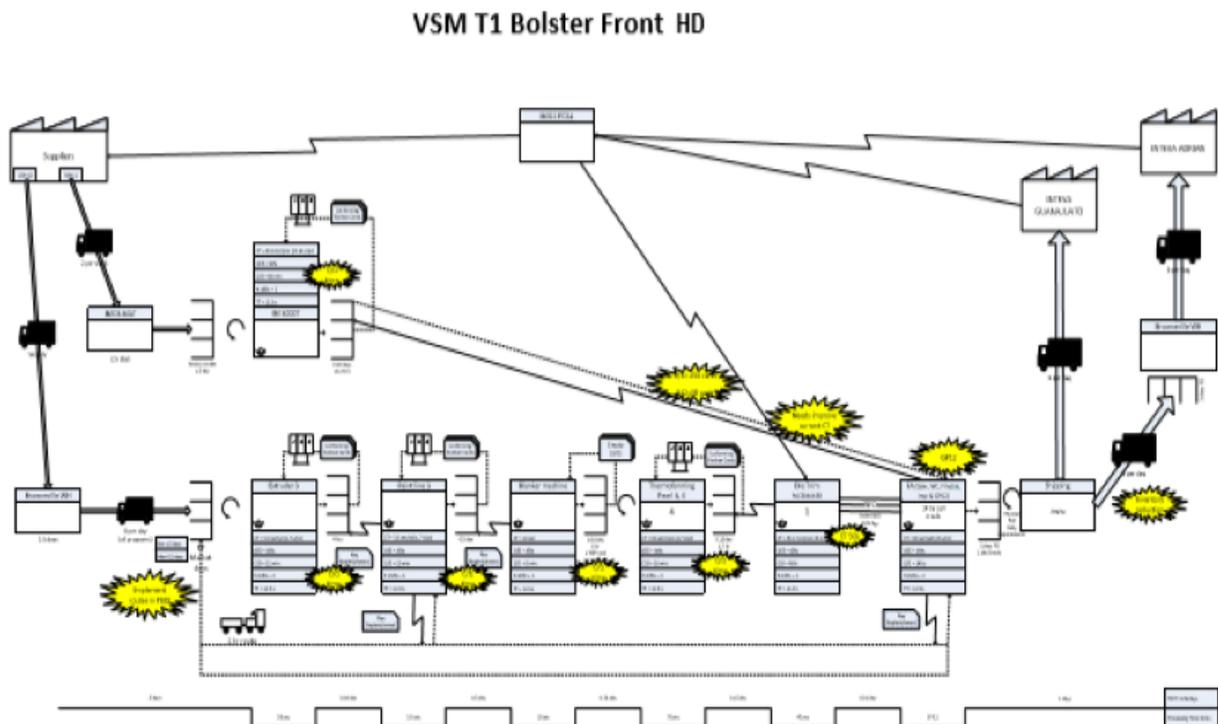


Figura 16– Mapeo de proceso.

4.2. Diseñar herramienta, equipo y proceso.

El equipo completo participo en varios workshops (talleres) con lluvia de ideas para la realización del diseño de varias posibilidades de herramientas para cumplir con la ideología de manos libre a la hora de desempeñar el proceso.

Al diseñar el plan herramental, se seleccionó las herramientas más funcionales.

Se evaluaron los planes por integrantes ajenos al equipo de trabajo, estos aportaron sus puntos de vista, los cuales perfeccionaron el trabajo realizado en las herramientas, y se determinó la utilidad y funcionalidad de estos mecanismos.

Al concluir la evaluación se tomaron anotaciones y se hicieron mejoras que dieron la confianza para poder iniciar la construcción de este herramental para la línea de producción.

En la figura 17 se muestra la evaluación de fixture para forrar el Bolster.



Figura 17– Equipo evaluando fixture de forrado.

4.3. Definición de flujos.

4.3.1. Establecer proceso.

Se visualizo el proceso, con la ayuda del equipo, el cual requirió la siguiente información:

1. Secuencia.
2. Nombre de la secuencia.
3. Proceso.
4. Especificaciones.
5. Tiempo de operación.
6. Herramienta estándar
7. Herramienta especial.
8. Maquinaria.

Se consideraron los siguientes puntos durante la visualización del proceso, fue muy importante haberlos considerado ya que se facilitó la representación de la línea, al conocer estos puntos, fue más fácil definir el proceso para la necesidad de ahorro en tiempo de operación y cero defectos.

1. Abastecimiento de material.
2. Área accesible para mantenimiento.
3. Bajo mantenimiento.
4. Bajo tiempo de espera.
5. Balance de línea.
6. Costo de instalación.
7. Costo de mantenimiento.
8. Costo de operador.
9. Cumple con el takt time.
10. Cumplimientos de calidad.
11. Ergonomía.
12. Espacio.

13. Estética.
14. Fácil acceso.
15. Facilidad de acceso de material.
16. Facilidad de paros ante anomalías.
17. Facilidad para surtir el material.
18. Flexibilidad ante cambios de demandas.
19. Flujo del producto, menor lead time.
20. Implementación rápida.
21. Material identificado
22. Menor porcentaje de inventario en WIP (Work in process- trabajo en proceso).
23. Menor distancia de recorrido por ciclo.
24. No flujos cruzados.
25. Periodo de mantenimiento.
26. Recorridos.
27. Seguridad del personal.
28. Seguridad del producto.
29. SMED.
30. Tiempo de entrega.
31. Tiempo de surtido.
32. Una pieza a la vez.

Se trabajó sobre el plan que mayor aprobación tuvo y se definió la línea siendo esta práctica un éxito.

4.4. Materialización y layout de la línea de producción.

La figura 18 muestra como quedo la distribución de la línea de producción, resultado de la practica 4.3.1.

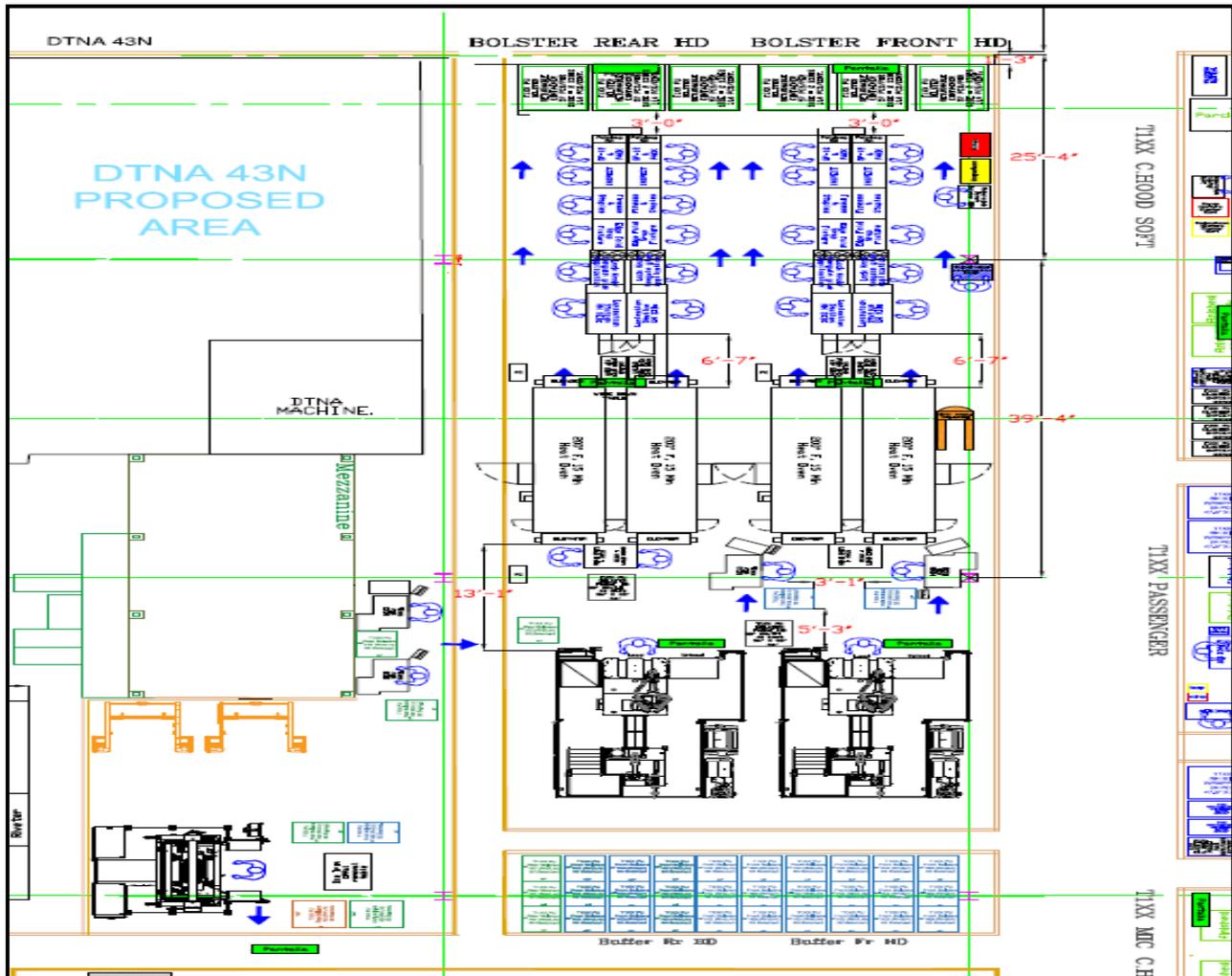


Figura 18– Layout línea Bolster HD.

En esta etapa del proyecto se comienzan a ver los resultados, la figura 19 muestra la delimitación del área donde se colocará el equipo (robot de adhesivo).

Se comenzó tomando medidas estimadas del robot y se acordó el área para localizar la maquina conforme al layout.



Figura 19– Delimitación del área.

Se procedió a instalarse el equipo, donde el personal de mantenimiento realizo las bajadas de luz y de aire húmedo para el sistema eléctrico y neumático de los robots. (Figura 20). De igual manera se colocaron guardas en la maquinaria para evitar accidentes

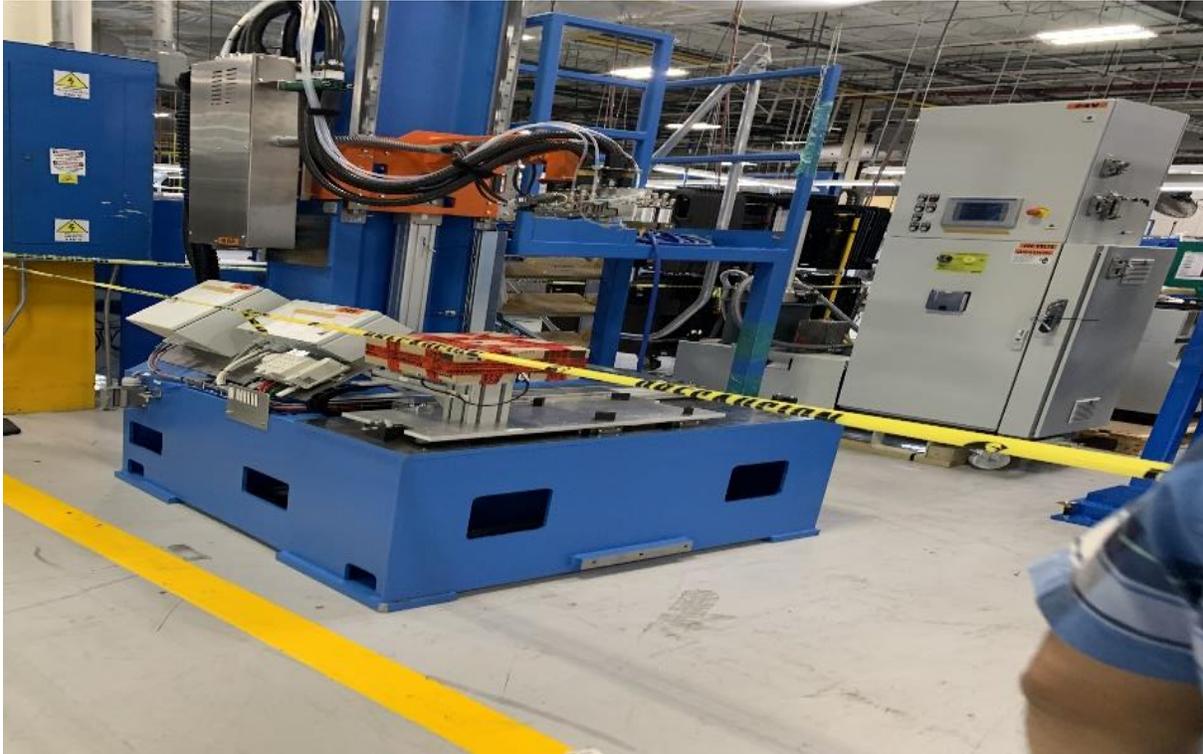


Figura 20– Instalación de robot.

En la figura 21 podemos apreciar la instalación del horno para activación del pegamento.



Figura 21– Instalación de horno.

De igual manera se realizó la delimitación e instalación de la press lam, equipo cuya finalidad es hacer presión sobre la piel y el inserto para mejor adherencia. (figura 22),



Figura 22– Instalación de Press lam.

Se diseñaron e instalaron las mesas de trabajo, en base a la ergonomía de nuestros operarios y tomando en cuenta las medidas de seguridad.

En la figura 23 podemos ver las estaciones de pen güin, forrado, grapado y empaque, ya preparadas para los operarios con sus instalaciones de luz y tapetes ergonómicos.



Figura 22– Estaciones de pen güin, forrado, grapado y empaque.

La manera de como se iba abastecer la línea de producción, fue un tema deliberado por el equipo el cual logro grandes avances.

Se estableció el tipo de carro, el std pack y la cantidad de carros que se iban a realizar.

La figura 23 nos muestra una tabla donde se calculo el numero de carros de costura que se utilizarían en las estaciones de Die trim, costura y robot de adhesivo.

| Rear HD | WIP carts | Std Pack | Pieces |
|----------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| Pearl - Die Trim | 57 | 16 | 912 |
| Die Trim - sewing | 4 | 60 | 240 |
| Sew-Spray Adh Robot | 7 | 60 | 420 |

| Front HD | WIP carts | Std Pack | Pieces |
|----------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| Pearl - Die Trim | 43 | 16 | 688 |
| Die Trim - sewing | 2 | 60 | 120 |
| Sew-Spray Adh Robot | 18 | 60 | 1080 |

Figura 23– Tabla de cálculos de carros de trabajo en proceso.

En la figura 26 se muestra el modelo del carro de moldeo por inyección al robot de adhesivo. Estos carros están diseñados para llevar los insertos lado derecho e izquierdo.

A los insertos se les coloca adhesivo para que el tpo (piel no genuina) pueda adherirse mejor y no presente problemas de calidad.

WIP Carts from Injection Molding to Adhesive robot

Front Bolster LD Wip Cart



**Std. Pack = Holds 60 RH Substrates / 60
LH Substrates = 120 pcs.**

Rear Bolster LD Wip Cart



Figura 26– Carros de inyección.

Para el empaque se realizaron dos carros de metal los cuales transportaban el producto a embarques, 8 carros en total se necesitaron.

La figura 27 nos muestra el modelo del carro para empaque.

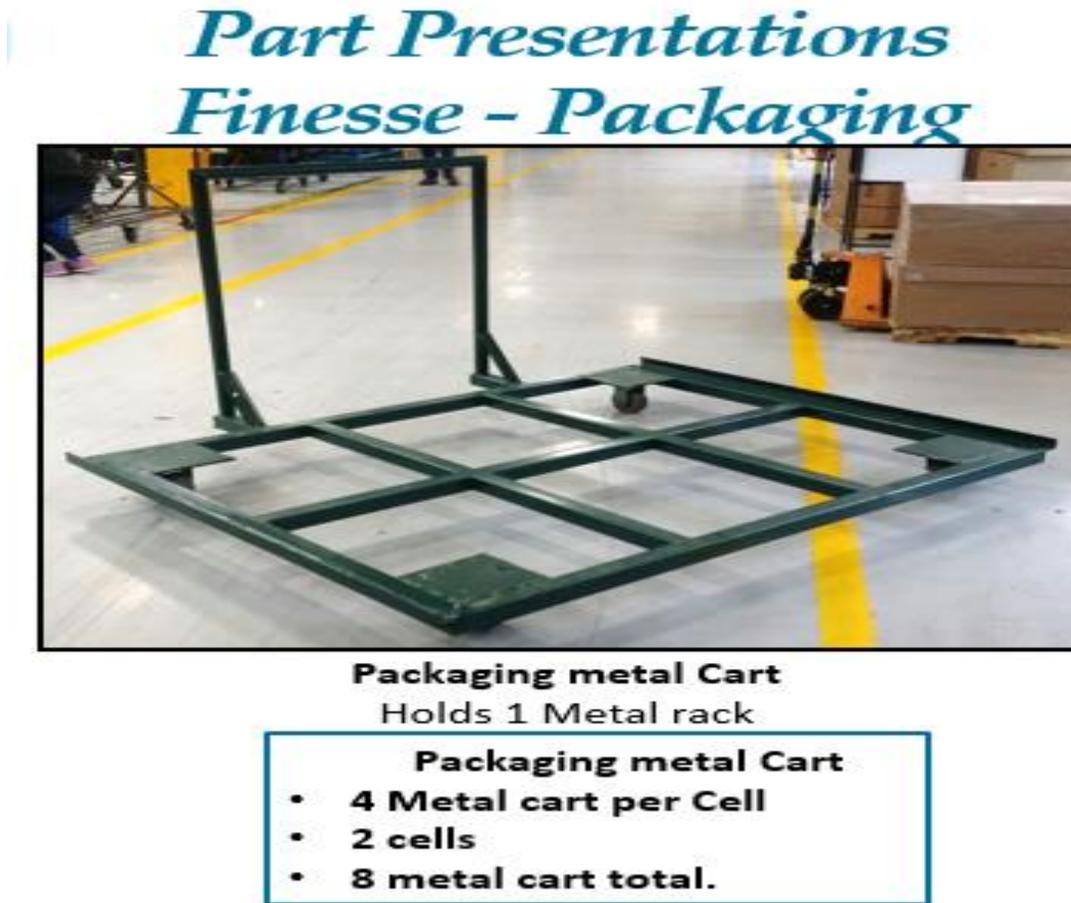


Figura 27– Carro para empaque.

4.5. Corridas de producción por parte de ingeniera.

Se realizaron distintas corridas de ingeniera con el material que se tenía disponible para lograr demostrar los resultados contra los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Al término de esta sección se cumplieron con los siguientes puntos.

1. Plan de control.
2. Diagramas de flujo.
3. Plan de calidad.
4. Instrucciones de trabajo.
5. Instrucciones de inspección del producto.
6. Materiales de empaque.
7. Etiquetas.
8. Plan de mantenimiento.

4.5.1 Run and rate.

Se hicieron corridas de run@rate las cuales proporcionaron al equipo con información y datos previos para prever la disponibilidad del producto.

Estos nos indicaron si la capacidad de nuestra línea de producción era la adecuada para alcanzar el volumen requerido por nuestro cliente y permitieron la toma de decisiones y acciones antes de la producción.

Nos indicaron cuales eran nuestros cuellos de botella dentro de nuestro proceso y nuestro rendimiento total en la producción.

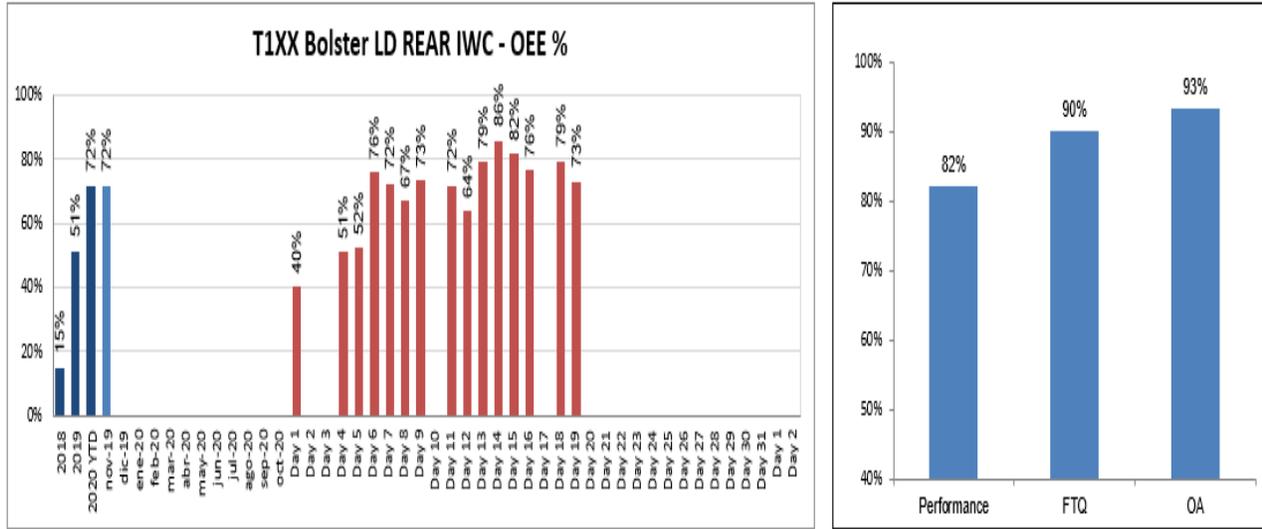
En la figura 28 se muestra una tabla donde se encuentra el promedio de los tiempos tomados en cada estación de la línea de producción HD.

T-1 Door Bolster Rear HD (Hybrid Cell)

| | Cylce time (sec) | |
|----------------------|------------------|--------------|
| | LH | RH |
| Sew | 46.1 | 29.6 |
| Robot Adhesive | 66.57 | |
| Loading Oven | 55.86 | |
| Die Trim | 49.35 | |
| Unload Oven / P. Lam | 57.93 | 66.30 |
| Cut, Penguin glue | 45.63 | 43.94 |
| Edge wrapping | 64.48 | 69.89 |
| Wrap, staples. | 53.01 | 60.11 |
| Inspection | 44.20 | 59.43 |
| GP12/Pack | 51.30 | 55.52 |

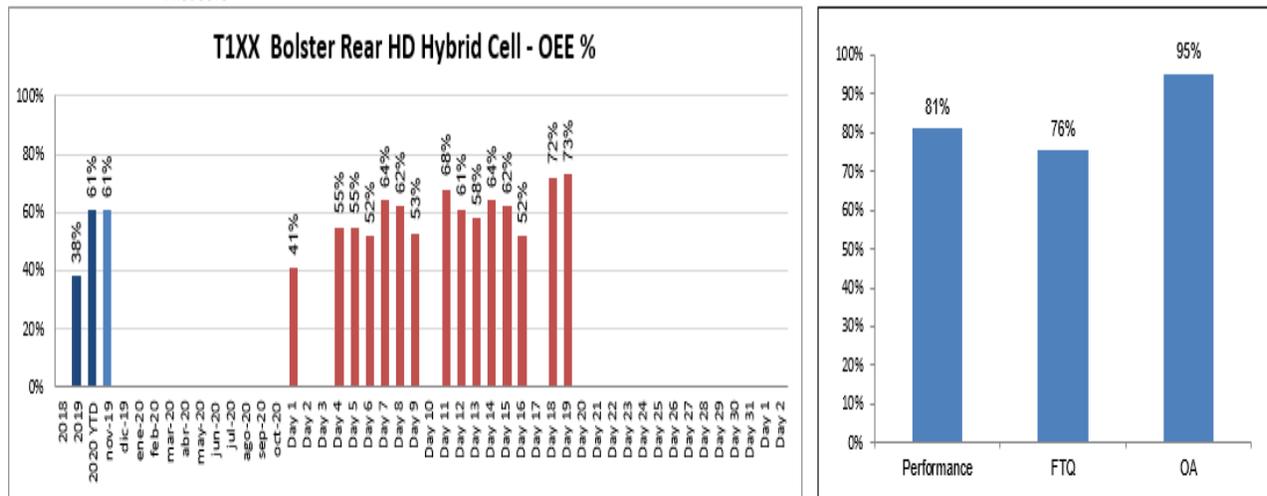
Figura 28– Promedio de tiempos Run@rate

En las gráficas presentadas a continuación, se hace una comparación de como el OEE tuvo un aumento en ambos programas al separar las líneas del HD y del LD. noviembre 2019, Figuras 30 y 31.



| Metric | 2018 | 2019 | 2020 YTD | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct |
|------------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OEE Target | 70.0% | 70.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% |
| OEE Actual | 15.0% | 51.3% | 71.8% | 71.8% | | | | | | | | | | | |

Figura 30– Grafica Rear Bolster LD.



| Metric | 2018 | 2019 | 2020 YTD | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct |
|------------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OEE Target | 70.0% | 70.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% | 80.0% |
| OEE Actual | | 38.0% | 60.8% | 60.8% | | | | | | | | | | | |

Figura 31– Grafica Rear Bolster HD.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones.

Se llego a la conclusión de que el trabajar con una línea de producción hibrida, logro que nuestro OEE aumentara considerablemente, además de reducir costos al combinar ambos métodos: Mano de obra y automatización.

Se lograron los objetivos establecidos al principio de este proyecto y como resultado obtuvimos, incrementar la productividad de nuestros procesos, no solo de los productos HD sino de las líneas de producción LD.

Las metodologías implementadas proveen simulación, comprensión, facilidades y mucha organización al arranque del proyecto.

5.2. Recomendaciones.

1. El trabajo en equipo es de gran valor.
2. El departamento de mejora continua nos ayudó a solucionar varios problemas que se nos presentaron al inicio de nuestro arranque, es muy importante mantenerlos y darles más importancia dentro de la empresa.
3. La motivación a los trabajadores es esencial, fueron una pieza clave para el lanzamiento de nuestra línea de producción.
4. No cesar de trabajar hasta lograr los objetivos propuestos

Referencias

- Arndt, P. (2005). *Just in time: el sistema de produccion Justo a tiempo*. Murcia: GRIN.
- asier, T. (2009). *Las claves del exito de Toyota. Lean, mas que un conjunto de herramientas y tecnicas*. Cuadernos de gestion.
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Boylestad, R. (2004). *Introducción al análisis de circuitos*. México: Pearson Educación.
- Carreras, M. R. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Diaz santos.
- CHAPMAN, S. N. (2006). *PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION*. MEXICO: PEARSON EDUCACION.
- Garcia, A. A. (2014). *Metodología para el diseño, estandarizacion y mejoramiento de procesos*. españa: Academica Española.
- Guerindon, P. C. (1995). *Continuous Flow manufacturing: quality in design and process*. New York: Marcel Dekker.
- Kalpakjian, S. & Schmid, S. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson Educación.
- Krajewski, L. J. (2000). *Administracion de operaciones, estrategia y analisis*. Mexico: Pearson Educacion.
- macias, E. J. (s.f.). *Tecnicas de automatizacion avanzadas en proceso industriales*. Universidad de la Rioja.
- Monden, Y. (1998). *El Just in time hoy en toyota*. España: Deusto.
- Ocegueda Mercado, C. G. (2007). *Metodología de la Investigación. Métodos, Técnicas y estructuración de trabajos academicos*. H. Matamoros: ResearchGate.

Riley, J. (2018). *Production capacity*. mbaskool.

Santos, J. (2016). *Mejorando la produccion con Lean thinking*. PIRAMIDE.

Sekine, K. (2005). *One Piece Flow: Cell design for transforming the production process*. Productivity Press.

Urbina, G. B. (2014). *Introduccion a la ingenieria Industrial*. Mexico: ebook.