

PROPUESTA DE INNOVACIÓN SOPORTADA EN UNA HERRAMIENTA DIGITAL
DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CARROCERÍAS DE LA LÍNEA DE
CAMIONES PARA LA EMPRESA MEGACARROCERIAS S.A.S

ANGEL DAVID RODRIGUEZ AVILA
MANUEL DARIO WILCHES BEJARANO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2023

PROPUESTA DE INNOVACIÓN SOPORTADA EN UNA HERRAMIENTA DIGITAL
DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CARROCERÍAS DE LA LÍNEA DE
CAMIONES PARA LA EMPRESA MEGACARROCERIAS S.A.S

ANGEL DAVID RODRIGUEZ AVILA
MANUEL DARIO WILCHES BEJARANO

OPCIÓN DE GRADO

ALEXIS NAVAS DOMINGUEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2023

Tabla de contenido

Tabla de ilustraciones	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 PRESENTACIÓN DEL CASO	6
1.2 PROPÓSITO Y JUSTIFICACIÓN	7
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.4 ANTECEDENTES	10
2. PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y REVISIÓN LITERARIA.	11
3. NARRACIÓN DEL CASO	15
3.1 FASE 0 ACERCA LA EMPRESA	16
3.2 FASE 1 EMPATÍA	17
3.3 FASE 2 DEFINIR	19
3.4 FASE 3 IDEAR	20
3.5 FASE 4 PROTOTIPAR	21
3.6 FASE 5 EVALUAR - TESTEAR	28
4. LECCIONES Y RECOMENDACIONES	29
Bibliografía	31

Tabla de anexos

<i>Anexo 1 Furgón estándar.....</i>	<i>8</i>
<i>Anexo 2 Fibra de vidrio</i>	<i>9</i>
<i>Anexo 3 Estaca.....</i>	<i>10</i>
<i>Anexo 4 Árbol causa efecto</i>	<i>11</i>
<i>Anexo 5 Modelo CANVAS</i>	<i>19</i>
<i>Anexo 6 Pestel.....</i>	<i>20</i>
<i>Anexo 7 cuestionario</i>	<i>21</i>
<i>Anexo 8 formato personas.....</i>	<i>22</i>
<i>Anexo 9 5 ¿por qué?</i>	<i>23</i>
<i>Anexo 10 diagrama ishikawa</i>	<i>23</i>
<i>Anexo 11 Brain storm</i>	<i>24</i>
<i>Anexo 12 Scamper</i>	<i>24</i>
<i>Anexo 13 Prototipo</i>	<i>26</i>
<i>Anexo 14 Código QR</i>	<i>26</i>
<i>Anexo 15 Muckap</i>	<i>26</i>

Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1</i> Árbol causa efecto	10
<i>Ilustración 2</i> Modelo CANVAS	17
<i>Ilustración 3</i> Código QR	22
<i>Ilustración 4</i> Cuestionario	23
<i>Ilustración 5</i> Pantalla principal power BI	24
<i>Ilustración 6</i> Actualización power BI	24
<i>Ilustración 7</i> Gráficas generales	25
<i>Ilustración 8</i> Gráfica 1	25
<i>Ilustración 9</i> Gráfica 2	26
<i>Ilustración 10</i> Gráfica 3	26
<i>Ilustración 11</i> Gráfica 4	27
<i>Ilustración 12</i> Gráfica 5	27
<i>Ilustración 13</i> Gráfica 6	28

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN DEL CASO

Mega carrocerías S.A.S. es una empresa dedicada al diseño, atención, modificación, fabricación y distribución de carrocerías para los vehículos de uso de remolques y semirremolques; esta empresa fue creada en el año 2018 y cuenta ya con cuatro años de antigüedad. Fue fundada por la empresaria Carolina y al día de hoy cuenta con dos sedes en Bogotá, en la localidad Antonio Nariño y Fontibón. Dentro de la empresa se evidenció una gran caída económica a mediados del 2020 por temas de salubridad, pero esto no impidió que la empresa pudiera mantener los estándares de calidad y ventas presupuestadas. La clasificación internacional industrial uniforme (CIIU), otorgada por la cámara de comercio data que ellos cuentan con el código 2920 lo cual trata de (fabricación de carrocerías para vehículos automotores fabricación de remolques y semirremolques), donde ofrecen un amplio portafolio de sus carrocerías como también un valor agregado en atención al cliente.

El presente documento tiene como objetivo abordar los diferentes problemas que tiene la empresa para posteriormente ofrecer una solución que ayude a la toma de decisiones y cambios en Mega carrocerías.

La empresa Mega carrocerías S.A.S cuenta con dos clientes principales los cuales son la ruta 40 y Sircol. Entre sus principales proveedores están Inocenter, El Palacio del Aluminio y Ferreterías la Campana. La compañía se destaca por contar con una asesoría totalmente personalizada para ayudar a escoger que carrocería es la indicada, el precio, básicamente lo que realmente necesita el consumidor, la cual permite a los clientes más recientes como también a los antiguos, poder escoger la mejor opción de carrocerías en el sector, este portafolio viene dado por un sistema de servicio con beneficios y un catálogo de productos terminados donde se puede visualizar en la siguiente ilustración [1].

El portafolio de la empresa viene dado por 3 tipos de carrocerías, estas carrocerías son:

Furgones: Los furgones es el producto insignia de la marca ya que es el más solicitado por los clientes, y es en el que más se ha trabajado para que tenga la mayor calidad posible, este tipo de furgón es usado para llevar mercancía ordinaria.

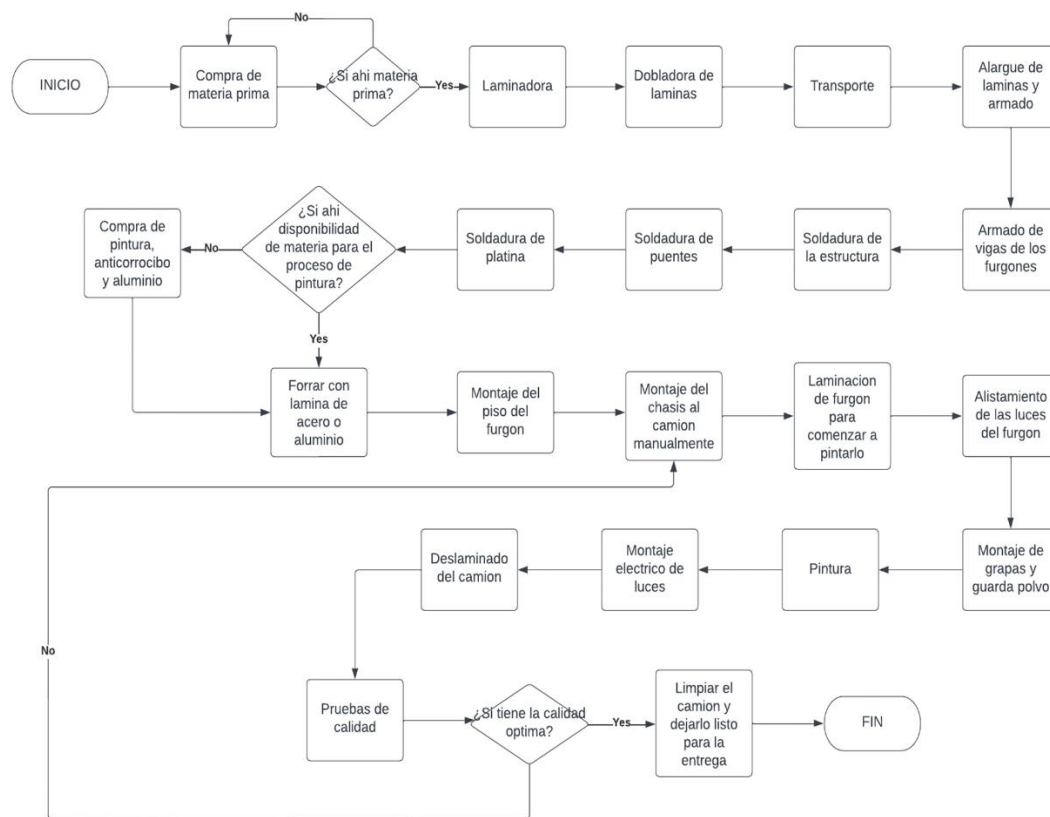
Furgones en fibra de vidrio: Este tipo de furgón es solicitado por empresas que se dedican mayormente a los cárnicos o a productos que requieran un ambiente controlado, ya que por su estructura este no deja que entre aire y las cosas a transportar se mantengan frescas. A este furgón también le implementan un enfriador especial para el transporte de alimentos como quesos o carnes.

Estacas: Las estacas o furgón en madera abierta, es un tipo de carrocería que se implementa para el transporte de productos ordinarios y que no necesiten un cuidado excesivo, es el menos solicitado, ya que este tipo de carrocería solo se encuentra en ciudades y lo usan para el transporte de muebles.

1.2 PROPÓSITO Y JUSTIFICACIÓN

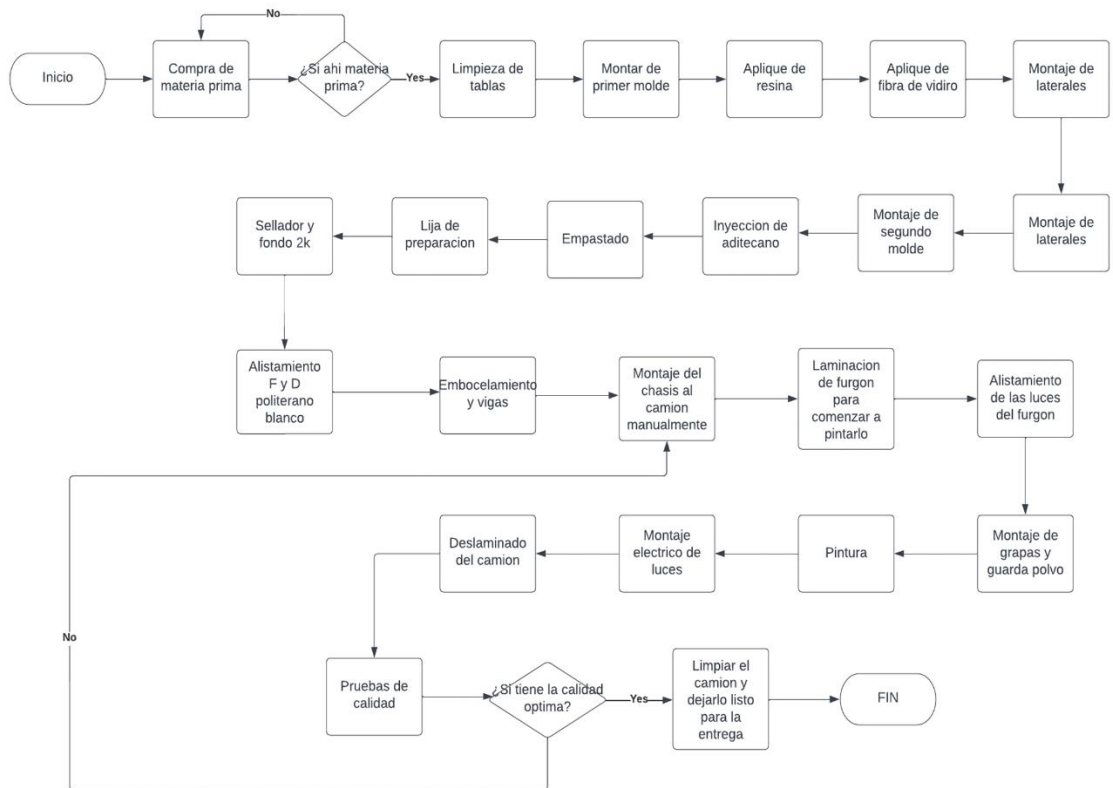
El propósito del proyecto es realizar una propuesta de innovación para la toma de decisiones enfocado en el mejoramiento del proceso de fabricación de carrocerías de forma más eficiente en la empresa Mega carrocerías, para así cumplir con las fechas estipuladas de cada pedido sin ningún tipo de retrasos. Lo anterior pretende lograrse, por medio de diferentes herramientas de análisis e interpretación que ayuden a evidenciar las causas y falencias que poseen los procesos y así, subsecuentemente, cambiar y mejorar la efectividad de los mismos. El proyecto concluye con la elaboración de una herramienta tecnológica que permita a la empresa tomar acciones para optimizar sus procesos, operaciones y su crecimiento.

Actualmente, la empresa Mega carrocerías se encuentra alerta por la disminución de ventas, debido a la demora en los procesos de fabricación de las carrocerías, lo que conlleva a la poca credibilidad de tiempos de entrega a los nuevos clientes de la organización. Sin embargo, al investigar más acerca de los procesos de producción, se encontró que la empresa no cuenta con una herramienta tecnológica que le ayude a evidenciar las falencias que se presentan a la hora de realizar la carrocería. Para justificar la necesidad de la herramienta se realizó un estudio de tiempos y movimientos que previamente requirió la elaboración de tres diagramas de flujo de cada producto. A continuación, se presentan los diagramas y su respectiva toma de tiempos:



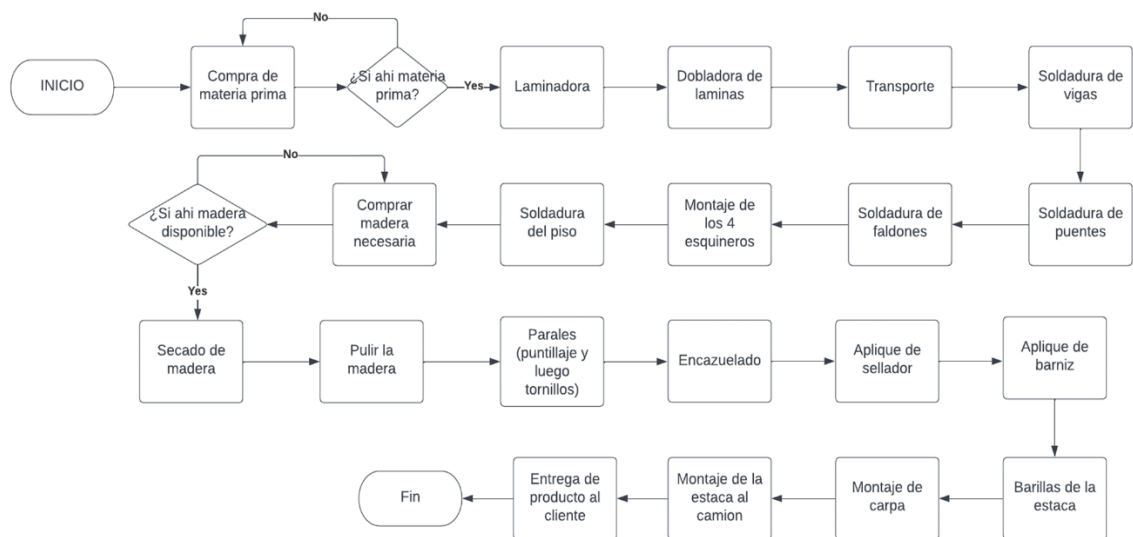
Anexo 1 Furgón estándar

En el primer diagrama del proceso se observa la fabricación del primer producto ofertado por la empresa: el furgón. Este producto es el de mayor demanda en el mercado y dentro del diagrama se muestra la complejidad del proceso de fabricación. Es importante recalcar que este furgón tiene un tiempo de fabricación de entre 13 a 16 días comentado por la dueña de la empresa, lo que lo convierte en un producto tardío en la producción. Este artículo es el más requerido por las grandes empresas pues es indispensable, ya que en este se trasladan, de manera principal materiales comunes. Realizando el estudio de tiempo se determinó que el furgón podría estar listo en 11 días, lo que significa demoras en el proceso de entre 2 hasta 5 días, lo cual hace que se pierda mucho tiempo y esto retrasa cada una de las entregas para la empresa.



Anexo 2 Fibra de vidrio

En el segundo diagrama de procesos se muestra el proceso de la línea de carrocerías en fibra de vidrio. En el diagrama se puede observar las diferencias de este proceso con el anterior y como este es más complicado debido a la inversión de recursos por ciertos químicos, ocasionando que el proceso sea el que se tarde más y a su vez que gran parte del lugar de producción tenga estos moldes espaciosos y se pierda gran parte del tiempo productivo de los trabajadores, haciendo que tan solo el proceso hasta el empastado tenga una duración de 1 semana, el cual se evidencia en el estudio de tiempos, y como tiempo total tenga una duración de entre 15 a 20 días desde su comienzo hasta la entrega; teniendo una estructura espaciosa en el taller de producción por casi 1 mes, de manera que según el tiempo teórico arrojado por el estudio de tiempos, se tiene que es de 13 días, teniendo una variación de entre 2 en el mejor caso, a 7 días siendo el peor caso, verificando que la demora de este producto es el que más varía según datos y también dicho por la gerente de la empresa.



Anexo 3 Estaca

En el tercer y último diagrama se evidencia la carrocería más simple de mega carrocerías, la cual es la estructura en madera y tiene como nombre estaca, esta carrocería es la menos solicitada ya que es para cargas pequeñas no industriales, lo cual la hace perfecta para cargas dentro de la ciudad como lo son las mudanzas.

Esta estructura al ser la más simple, tiene una duración de fabricación de 9 a 11 días hábiles siendo la más rápida en realizarse, pero de igual forma siendo la más simple, tiene ciertos retrasos en su fabricación, este se ve reflejado en el estudio de tiempos realizado para esta carrocería, teniendo así un tiempo teórico de 7 días necesarios, significando demoras en los procesos de entre 2 a 4 días, lo que significa una demora bastante notoria siendo en el peor de los casos 4 días, que es casi el doble de tiempo para la fabricación de la carrocería.

En conclusión, se evidencia una clara problemática dentro de los anexos donde hace falta una mejor organización y toma de decisiones para que mejore la producción de carrocerías frente a los tiempos de producción, con respecto a los procesos demorados; lastimosamente con lo anterior mostrado y según la entrevista realizada a la gerente indica que la empresa en el último año ha perdido credibilidad en los tiempos de entrega y una gran parte de los clientes nuevos se han ido insatisfechos, ya que ellos esperaban su producto con un menor tiempo de espera habiendo retrasos desde los 2 días hasta una semana entera.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez identificada la posible problemática se procedió a utilizar una metodología que ponga en evidencia y ratifique el problema a tratar; la cual se presenta a continuación.

Para el planteamiento del problema se utilizó la herramienta árbol causa-efecto, la cual se entiende como una técnica de identificación de ciertas situaciones-problemas que se presentan en la empresa y que es de importancia para el análisis del mismo como también para desarrollar y entender la razón por la cual ha ocurrido dicha problemática, proyectándose a tomar mejores decisiones a futuro e implementar acciones correctivas a tiempo.

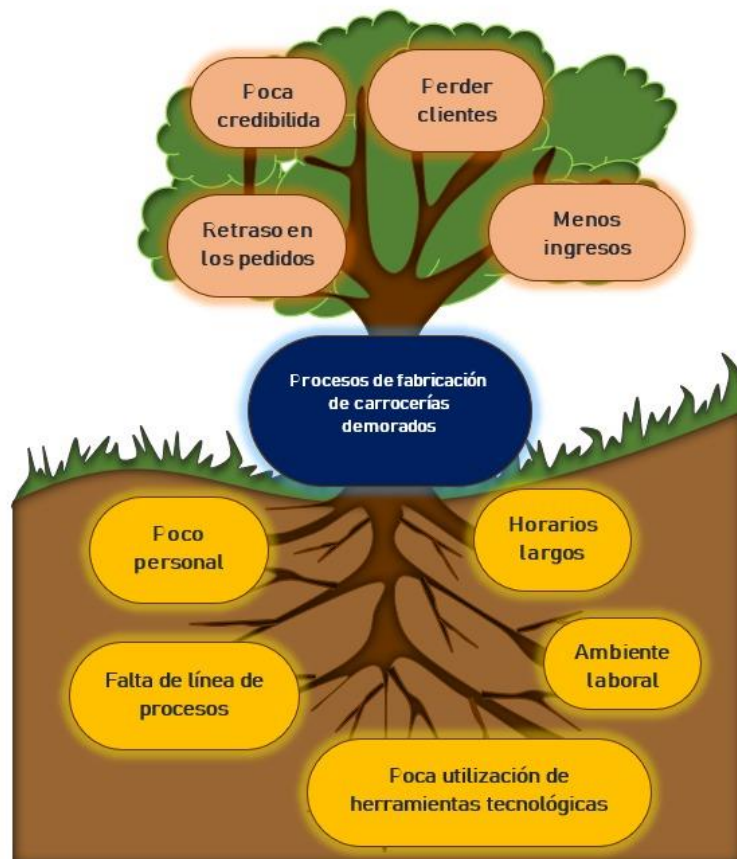


Ilustración 1 Árbol causa efecto

Anexo 4 [Árbol causa efecto](#)

En el árbol donde el problema principal es “Los procesos de fabricación de carrocerías demorados”; tenemos como efectos en las ramas, dos importantes los cuales son, el retraso en los pedidos y perder clientes, debido, que a la hora de fabricar y posteriormente vender el producto va ser más difícil encontrar un cliente que compre la carrocería, y como causas, colocadas en las raíces del árbol, tenemos que se debe a distintos factores, sin embargo el que más resalta es la no utilización de herramientas tecnológicas que ayudará a tomar la mejor decisión frente a los procesos demorados y a su vez los tiempos de fabricación en la empresa y como poder optimizarla

1.4 ANTECEDENTES

Al investigar y tener como referencia más proyectos, estudios y/o tesis; se encontró cinco, los cuales fueron de gran importancia para entender cómo llevar a cabo las diferentes estrategias, para mejorar la productividad de una empresa de carrocerías.

El primer proyecto que se tomó de guía, fue el “Herrera Uribe y Francisca Mariela” de la universidad de Ambato- Ecuador, el cual la investigación se enfocó en analizar diferentes aspectos o problemas, presentes en la productividad de la empresa “Carrocerías Cepeda”, como lo es el rendimiento del personal que a su vez causa el desperdicio de la materia prima; ocasionando retrasos en los pedidos, no cumplimiento de calidad en las carrocerías y un sistema de fabricación lento. Para enfrentar esta problemática, desarrollaron una evaluación de desempeño, utilizando el método de escalas gráficas con factores que fueron definidos previamente por ellos para ver el desempeño de los trabajadores y así mirar las características individuales de su productividad, con la finalidad de crear un plan de acciones para la toma de decisiones [2].

Como segunda investigación que se resaltó es la tesis de “Paulo Delgado y Roy Escalante” de la universidad Privada del norte en Perú, que trata de cómo mejorar la productividad de la empresa “Ballena S.A.C” con respecto a la línea de carrocerías en madera que cuenta con cuatro operaciones (armado, alistado, pintado y acabados); para esto realizaron un estudio de tiempos, análisis de cada estación de trabajo y distribución en planta para identificar formas de poder estandarizar los tiempos en cada operación, como también la disminución de áreas que son ocupadas innecesariamente, causando retrasos y demoras en los tiempos

de fabricación de la carrocería. Para resolver las problemáticas aplicaron un balance en línea para ver la capacidad real y adecuada en un área de trabajo, una redistribución en planta para evidenciar los espacios desperdiciados y un plan de mantenimiento preventivo para mejorar y tomar acciones en relación al estado operativo de la empresa [3].

La tercera investigación, realizada por varios autores de Universidades, centros e institutos de investigación, resaltaban el desarrollo, evaluación y funcionamiento de herramientas para la toma de decisiones en el sistema productivo del establecimiento ganadero de Santa cruz – Argentina, el cual a partir de diferentes métodos para establecer los problemas de producción, evidenciaron que afectaba en gran manera lo económico y financiero por lo que se empezó a realizar diversos trabajos técnicos en el que actores del sector público, privado y agropecuario, diseñaron una herramienta por un modelo matemático para la toma de decisiones, el cual, su aplicación, dará respuesta a las necesidades de los gestores públicos y productores, determinando escenarios y acciones necesarias para mejorar la situación del establecimiento a nivel productivo [4].

La cuarta investigación, es una tesis, realizada por “Ana Daccarett”, de la Universidad Don Bosco en Salvador, que trata de la optimización de los recursos, para lograr una mayor eficiencia en las exigencias y necesidades de los clientes en la industria de la confección, ajustándose a la calidad, la puntualidad de entrega y volúmenes de producción para ser competitivo en un mercado más amplio, para esto diseñó una herramienta evaluativa y/o tecnológica como apoyo para tomar decisiones y control en el departamento de producción, como los tiempos, el personal, capacidad y nuevos productos para lograr la maximización de las utilidades a un menor costo y una gestión adecuada [5].

Como quinta investigación, se resalta el trabajo de grado para el título de maestría de “Daniela Murillo”, de la Universidad Pontificia Bolivariana, el cual trata de un prototipo de una herramienta de inteligencia para negocios (Power BI), por medio del análisis de información en ordenes de producción para tomar decisiones en la compañía Flores el Capiro S.A, con la finalidad de permitir a los directivos evidenciar, cada día las ventas realizadas en un dashboard de forma descriptiva, para realizar el control y seguimiento del negocio de manera oportuna y confiable. La implementación de la herramienta se dio, debido a que, en el sector agro, es necesario tener un soporte para la toma de decisiones, explotando y comprendiendo las dinámicas que puede realizar un negocio, si se optimiza las decisiones oportunamente, impactando en el cumplimiento de entrega a los clientes [6].

2. PREGUNTAS DE REFLEXIÓN Y REVISIÓN LITERARIA.

Una vez analizada la problemática se plantean las siguientes preguntas de reflexión:

- ¿Será que una herramienta digital puede provocar mejores estrategias en la línea de producción de Mega Carrocerías SAS?
- ¿Realmente la innovación para la toma de decisiones en el proceso de producción tiene un impacto dentro de la empresa Mega Carrocerías SAS?

En la problemática del presente caso, la necesidad de la empresa Mega Carrocerías SAS está centrada en el proceso de producción. Dicho proceso presenta un cuello de botella que origina retrasos de pedidos, esta terminología se encuentra dada por el autor [4]. Goldratt que define un cuello de botella como un déficit de una empresa o de un proceso de producción lento, haciendo que este tenga retrasos para los otros sistemas productivos, el autor también afirmó que una de las únicas maneras para poder suplir ese déficit es acelerar los procesos donde está el cuello de botella, haciendo que trabajen al límite de la capacidad del proceso para que así se pueda manejar esas limitaciones.

Esta teoría establece que los diferentes procesos de cualquier índole sólo avanzan por la rapidez del paso más lento, lo que quiere decir que para poder nivelar y mejorar el proceso de fabricación de Mega Carrocerías SAS, es necesario enfocarse en el paso más lento, debido a que, si se logra llevar o alcanzar su límite de capacidad, va a mejorar todo el proceso, logrando así una efectividad del mismo.

Actualmente y debido al crecimiento del mercado, las empresas han tenido que evolucionar en relación a las operaciones industriales, por lo que han empezado a resaltar el método de gestión de producción de Drum-Buffer, que se convierte en un factor diferenciador a la hora de mejorar los sistemas de gestión en relación a la producción. Esta metodología, analiza la teoría de limitaciones (TOC), identificando los efectos indeseables, con una solución sistemática, lo que quiere decir que los problemas no se resuelven de forma independiente sino conjuntamente, abarcando el problema desde la raíz [5].

En la revista [6] hace referencia a que la teoría de cuellos de botella o restricciones, es muy utilizada en las industrias debido a que la cadena de producción en muchas ocasiones presenta un cuello de botella, esto por un proceso más demorado que

los demás, teniendo como resultado que el sistema productivo se verá limitado por dicha restricción; además para entender mejor si el proceso lento está afectando en gran medida el proceso total, es necesario clasificarlo como corto plazo haciendo referencia a algo temporal y que no representara un problema y largo plazo, cuando dicho problema ocurre frecuentemente y representa retrasos y afectaciones en la producción.

La optimización en los procesos de fabricación representa una maximización en la productividad de la empresa, logrando que las operaciones sean eficientes, seguras y rentables, sin embargo, varias compañías en la necesidad de optimizar sus procesos, solo ven los resultados al inicio puesto que con el pasar del tiempo los rendimientos de la empresa decrecen, tanto a nivel interno como externo (macroentorno) y esto debido a falencias en el sector productivo.

Actualmente si cualquier empresa quiere posicionarse en un mercado competitivo debe tener claro la relación entre la productividad e innovación, el cual la segunda, a pesar de ser una palabra fácil de entender, para ponerla en práctica, es la parte complicada puesto que una empresa que innova, es la que atiende y está pendiente de las necesidades de los clientes; como también evolucionar dependiendo del contexto y situación en la que se encuentre por lo que a varias empresas se les dificulta. Además, una parte fundamental de esto es qué las compañías que analicen periódicamente sus actividades en la búsqueda de mejora, tendrán mejores resultados puesto que sus estrategias y objetivos estarán relacionados con la innovación incremental [7].

Continuando con el anterior párrafo, en el artículo [8] recalca la importancia de incorporar las medidas de investigación y desarrollo en los sistemas de contabilidad, atribuyendo directamente el impacto sobre el crecimiento, como también el conocimiento para el desarrollo económico. La finalidad del artículo es poder relacionar el desempeño productivo con la innovación, medido por PT y PTF, que significan productividad del trabajo y productividad total de los factores, respectivamente, para posteriormente clasificar las variables explicativas en: experiencia tecnológica, cambio organizacional, indicadores de innovación y las características de la industria.

La globalización de los mercados presiona a las empresas a planificar el uso adecuado de los recursos para garantizar un alto rendimiento y competitividad frente a otras, esto por medio de modelos de optimización que ayuda a la empresa a la mejora de las operaciones estocásticas como determinísticas, buscando así la

manera más óptima de la utilización de los recursos. Para entender mejor hay que resaltar que un modelo es la conceptualización de un problema, el cual implementa diferentes consideraciones de forma matemática, para lograr obtener los resultados esperados [9].

En el artículo escrito por Tello M. y Marulanda G. describen la aplicación de los modelos de optimización a la operación y diseño de sistemas, relacionados con las redes inteligentes; considerando la generación distribuida, energías renovables, gestión de la demanda y las micro redes, por lo que encontraron que los modelos son de gran importancia en la toma de decisiones, estableciendo a partir de los datos óptimos, las diferencias de la realidad por factores externos, por lo que es necesario la validación de los modelos mediante pruebas a gran escala y valores reales [10].

La mejora del rendimiento de fabricación en relación al inventario de la empresa, ha sido un tema de gran importancia, puesto que muchas compañías han empezado y optado por la práctica de Lean Production (fabricación ajustada) en las operaciones de distribución como de producción; en el artículo [11] se habla de la empresa Kodak, la cual fue una compañía multinacional reconocida por la forma de procesar las imágenes de sus películas y cámaras para posteriormente iniciar el proceso de impresión; esta empresa tuvo un gran éxito en su momento puesto que su modelo en relación a la cadena de suministros era muy “completo”, en vista de que utilizaban la técnica conocida como Heijunka para la implementación y acercamiento al lean manufacturing con el objetivo de cumplir con el principio de producir diferentes modelos en una misma línea por lotes pequeños consiguiendo así, una maximización en la productividad y utilización en las herramientas y/o medios a su alcance.

El sistema que implementó Kodak en los procesos de control de producción (lean), se basaba en técnicas de procesos estadísticos, como también la investigación de operaciones, para modelar analíticamente la producción y control de los inventarios en la demanda de los procesos estocásticos, que en otra palabra sería que la demanda del producto va a tener distribución aleatoria. Este método mejoró en gran medida los procesos de fabricación ajustada como también los costos de operación y producción de la empresa.

En la investigación [12] realizada por el autor Johan U, propone un plan de mejora para el sistema de producción en relación a los servicios de una empresa encargada de la reparación de herramientas y/o maquinarias pesadas, con el fin de poder

mejorar el servicio que se le da al cliente; esto por medio de un proyecto factible con diseño de campo y descriptivo, conformado por un sistema de producción, el cual en el levantamiento de información se recolectó datos a través de encuestas aplicadas a los clientes, para posteriormente en la etapa de validación, emplear el juicio de expertos y cálculos. El análisis de los datos se llevó a cabo por medio de un software que permite evidenciar las falencias que tienen y así darle solución al mismo.

El estudio de tiempos y movimientos son técnicas que permiten a las empresas suponer valores importantes para lograr la optimización, eficiente y eficaz en las actividades, trabajos y/o procesos, básicamente determina el tiempo estándar de cada una de las actividades - operaciones de algún proceso, como también analizar movimientos realizados por el operario en dicha actividad [13].

El trabajo investigativo (tesis) [8] enfocado el mejoramiento de procesos de la empresa Panarte, realizó la técnica de estudios de tiempos y movimientos con la finalidad de poder incrementar la productividad como también la optimización de los recursos, analizando las etapas de cada proceso mediante la matriz de priorización, encontrando que varios procesos tienen un tiempo estándar a diferencia de los realizados manualmente. Por lo que en la empresa Mega Carrocerías S.AS aplica totalmente este trabajo, debido a que al realizar las carrocerías gran parte es de forma manual.

Las empresas a lo largo del tiempo han tenido el reto de registrar las actividades económicas y financieras de una forma clara y concisa, sin embargo, muchas no han tenido éxito en el ejercicio de implementar un sistema de asientos de producción, por lo que los autores Takayoshi Tamura, Seiichi Fujita y Takeo Kuga en su artículo de revista, dan a conocer las características y aplicaciones de este sistema en las industrias de Japón, asemejando a la acción de reservar en las aerolíneas. Su forma de explicar esto es que al momento de la recepción de pedidos de los clientes, en la mesa de producción se reservan y esto a su vez se reserva en el sistema de asientos de producción, luego cada pedido pasa a un proceso en un ciclo de trabajo; básicamente lo que quieren explicar es que para mejorar y reducir los tiempos de entrega de los productos a los clientes, es necesario el sistema de asientos por cuanto los sistemas de producción y planificación tradicionales no van a tener la misma efectividad de mejora en las fechas de entrega de los pedidos [14].

En el proyecto de investigación escrito por Fonseca C, trata el tema de los flujos de materiales por medio de la redistribución de áreas en el proceso de fabricación de carrocerías, el cual identificaron tres áreas que son: bodegas, subensambles y los

procesos. El análisis empieza con la construcción del diagrama de flujo, identificando la cantidad de materiales que se trasladan por área, observando que el forrado, los acabados y la estructura contemplan un gran número de materiales; por consiguiente, empieza la realización del diagrama de recorrido total y por cada área los diagramas de intensidad contra distancia, para así identificar las relaciones con el transporte. En el proyecto utilizan la herramienta Flow planner para evaluar el diseño de la fábrica, visualizando los niveles de tráfico y proponiendo una nueva distribución de las áreas [15].

Solano G, en su libro [16] hace énfasis en los procesos de fabricación mecánica, resaltando la importancia de procesos convencionales y las capacidades de estos mismos, para efectuar las condiciones del diseño instaurado para los productos y piezas. Por lo que es necesario entender la metrología dimensional; conocida como una ciencia dedicada a los estudios y análisis de mediciones, por el cual justificará los métodos con los equipos utilizados para las mediciones de precisión en los diferentes procesos de manufactura [17]. En el libro también especifica la forma de secuenciación y selección de los recursos y procesos de fabricación.

3. NARRACIÓN DEL CASO

Dentro de este capítulo se dará a conocer la metodología implementada para la realización del caso de estudio de la empresa Mega carrocerías S.A.S, la metodología que se implementó es la de Design Thinking, la cual pone en evidencia de forma más amplia los aspectos de la empresa, permitiendo así, desarrollar o implementar la mejor estrategia para dar solución a la problemática presentada. A Continuación, se explicará la metodología que consta de cinco fases las cuales son: Empatía, definir, idear, prototipar y testear, como también una fase cero para el entendimiento de la empresa.

3.1 FASE 0 ACERCA LA EMPRESA

Dentro de esta fase se realizó el levantamiento de información de la empresa, entendiendo e identificando las necesidades y/o problemas que tiene Mega carrocerías con la ayuda de las siguientes herramientas:

El modelo Canvas es una metodología que permite visualizar, analizar y describir los diferentes aspectos que sean viables para la empresa, describir un “modelo de negocio”, el cual permitió entender como Mega carrocerías, se desempeña en el

entorno tanto social como económico y así comprender si la operatividad del mismo es factible.

El modelo al ser un esquema fácil de comprender se pudo analizar cada segmento dejando como evidencia los elementos centrales del modelo de negocio de esta empresa y la importancia de su marca personal para los clientes. La propuesta de valor, las actividades clave, las relaciones y segmentos de clientes, son los 4 puntos esenciales para que la empresa se diferencie de las demás, lo cual es necesario enmendar y corregir los problemas que tienen para así seguir creciendo en el mercado.



Ilustración 2 Modelo CANVAS

Anexo 5 Modelo CANVAS

Al identificar los 4 puntos mencionados anteriormente, se establece que la empresa, cuenta con un modelo de negocio que proporciona varias oportunidades de crecimiento, resaltando, la asistencia postventa, los portafolios, la calidad, entre otros, los cuales son algunos aspectos que realmente aporta valor a la empresa, pero que vienen acompañados de una correcta gestión y planificación, por cuanto la herramienta resalta los puntos fuertes de Mega Carrocerías, pero también indirectamente, las aspectos que hacen falta como las entregas a tiempo, los

procesos eficientes, etc, que hacen parte de una estructurada estrategia para el crecimiento en el mercado.

La segunda herramienta es el Pestel, considerado como un método para el análisis de los factores externos que afectan a la empresa (Macroentorno), se representó a modo de tabla, donde, después de definir cada ambiente, “Político, Económico, Social, Tecnológico, Medioambiental y legal” en relación a Mega carrocéricas, se procedió a realizar lo optimista, pesimista y neutro de los factores con el fin de ver los pros y los contra de cada uno y así mirar el más representativo para la compañía, luego se dio un nivel de probabilidad y ocurrencia para poder ver cuál es el factor más probable que pase siendo pesimistas; esto con el fin de dar foco y mejorar en ese aspecto.

En el ambiente Tecnológico, se identificó que la empresa puede beneficiarse en cuanto a la innovación de los productos, la implementación de herramientas tecnológicas para los procesos y la maquinaria de última tecnología por las industrias 4.0, el cual al no cumplir con este factor (Tecnológico) puede ocasionar problemas productivos, concordando con la problemática presentada, con un porcentaje de ocurrencia del 80% siendo el más alto que afecta negativamente a la compañía, cabe resaltar que el factor Económico tiene un porcentaje de ocurrencia más alto, del 90% pero positivamente debido al incremento de ventas pronosticado por los mercados nacionales. .

Anexo 6 [Pestel](#)

3.2 FASE 1 EMPATÍA

Siguiendo con la continuidad de la fase, tras la identificación del ambiente que afecta más a la empresa (Tecnológico), se procedió a realizar la fase Empatizar para comprender a los clientes y trabajadores de la empresa, viendo su comportamiento y necesidades, básicamente un análisis detallado de los consumidores e implicados.

Esta fase es importante debido a que en ella se resaltarán los aspectos centrados en el usuario, entendiendo lo que realmente es valioso para ellos; para lograrlo se enfocó en los clientes para identificar y comprender todo lo que aporta valor a la empresa Mega carrocéricas; a continuación, se presentará las dos herramientas que fueron de gran ayuda para el levantamiento de información.

En primera instancia, para entender un poco más a los trabajadores de la empresa se realizó la herramienta de análisis exploratorio a modo de cuestionario a tres trabajadores (debido que, al momento de implementarlo, eran los únicos disponibles para aplicar la encuesta), y las preguntas fueron las siguientes:

- ¿Cree usted que se puede mejorar el proceso (producción) de la empresa, haciendo que los productos salgan con mayor rapidez?
- ¿Cuál cree que es el proceso que más se demora?
- ¿Tiene alguna queja o reclamo hacia la empresa?
- ¿La empresa si implementa herramientas para las actividades a realizar?

Cabe resaltar que las respuestas de los trabajadores en cada pregunta, fueron muy superficiales, por cuanto no se puede analizar detalladamente una por una, sin embargo, a medida de revisar cada pregunta con la retroalimentación al momento de terminar, cada persona comentaba de forma explícita a lo que se refería, por cuanto fue de gran ayuda para establecer los diferentes puntos en los que se puede mejorar.

Cada una de las preguntas se complementa para contestar el por qué los procesos varían tanto y como estos se sienten dentro de la empresa, teniendo una gran tendencia en los acabados de los productos, los cuales vienen siendo después del montaje de la carrocería al chasis del camión, como también la falta de espacio proporcionada en la empresa, ya que dijeron directamente que la parte de acabados al ser relativamente la más rápida que las anteriores, ocupaban más espacio de lo requerido haciendo que estos acabados ocupen el espacio de hasta 5 camiones sin estarle haciendo trabajo alguno, teniendo un espacio enorme para actividades a realizar pero con un espacio que se está desperdiciando.

Anexo 7 [cuestionario](#)

La segunda herramienta implementada en esta fase, es el formato de personas, el cual su objetivo principal es entender y enfocarse en las necesidades de los clientes, su perspectiva, expectativas y demás, que ayude al mejoramiento de la empresa. La realización de esta herramienta permitió identificar que el cliente de Mega Carrocerías busca la eficacia y eficiencia al momento de realizar la carrocería como también la entrega de la misma a tiempo, haciendo referencia a un punto de partida para resaltar esas necesidades y trabajar en ellas, cabe resaltar que el resultado de la herramienta no era representar a los usuarios que son posiblemente potenciales,

sino a todos los usuarios y/o clientes importantes para la empresa, además el cliente definido, fue en función de la recolección de información que se realizó a medida de la construcción de este proyecto.

Anexo 8 [formato personas](#)

Como resultado de esta fase se determinó que tanto los clientes como trabajadores, necesitan el mejor rendimiento en los procesos a la hora de realizar y entregar una carrocería, sin embargo, es necesario resaltar en los aspectos que pueden provocar a futuro problemas para la empresa. Para explicar de mejor manera el porqué, se llegó a esa conclusión, fue por las herramientas explicadas e implementadas anteriormente, el cual, en la primera, relacionada al trabajador, se especificó que necesitan más espacio para realizar sus labores, por cuanto al tener un espacio reducido no van a tener el mejor rendimiento en sus actividades, ocasionando retrasos en la realización y entrega de la carrocería. Con respecto a la segunda herramienta, enfocada en los clientes, se realizó un supuesto, de como sería el cliente de Mega Carrocerías S.A.S en el presente, con la información recolectada de manera exploratoria, llegando a una decisión con la Dueña, de que los clientes necesitan la atención y entrega oportuna de las carrocerías y para esto es necesario procesos eficientes.

3.3 FASE 2 DEFINIR

Luego de que en la fase anterior se establecerán los problemas que se han venido presentando en la empresa, identificado por las personas (clientes, trabajadores), se empezó a Definir qué se busca cambiar o implementar para mejorar los problemas presentados.

En esta fase se realizó dos herramientas las cuales fueron de ayuda para definir el alcance y problemática que actualmente tiene la empresa, estas herramientas fueron el diagrama ISHIKAWA y los 5 por ques, a continuación, se mostrarán las herramientas con la descripción de su implementación.

Como primer herramienta implementada en esta fase se realizó los 5 por qué, esta herramienta nos ayuda a comprender la fuente del problema principal que es “los procesos demorados para la fabricación de una carrocería”, el cual a medida de preguntamos el porqué de la problemática y hallar las causas, encontramos la raíz del problema, la cual es la falta de implementación de una herramienta tecnológica

que ponga en evidencia las falencias que se están presentando en los procesos para la fabricación de una carrocería.

Anexo 9 [5 ¿por qué?](#)

Esta herramienta más que identificar las falencias, permite explorar la causa y efecto del problema de los procesos demorados, del por qué puede ocurrir o que lo ocasiona, terminando con una posible y factible solución, además fue muy útil, porque da la opción de eliminar, esas barreras de generar o llegar a soluciones comunes y por el contrario permite plantear soluciones que aporten un cambio real en la empresa, puesto que se cuestiona los aspectos fundamentales en relación al problema presentado.

Como segunda herramienta aplicada en esta fase, es el diagrama ISHIKAWA, el cual su función principal es analizar e identificar los aspectos que afectan negativamente a la empresa en relación a la problemática, dejando como evidencia cuatro causas generales las cuales son: la maquinaria, materiales, la mano de obra y la gerencia, en cada una se escribieron las sub-causas relacionadas a cada categoría (causas generales), que en cierta medida contribuyen a las falencias que se presentan en Mega Carrocerías. Primero se enfocó en dos, los cuales son la Maquinaria y Mano de obra, debido a que son las causas generales que más resaltan y que están involucradas directamente con el problema de los procesos demorados, a lo cual analizamos cada una de las sub-causas y llegamos a la conclusión de enfocarnos en la causa “falta de utilización de herramientas tecnológicas”, por cuanto es una causa que destaca la importancia de implementar una herramienta que ayude para tomar acciones correctivas.

Anexo 10 [diagrama ishikawa](#)

3.4 FASE 3 IDEAR

Posteriormente de las etapas anteriores, ya definido e identificado las problemáticas, se procedió a diseñar las ideas creativas e innovadoras permitiendo así, encontrar la mejor solución a dicho problema, esto con la ayuda de dos herramientas que serán explicadas a continuación:

El brainstorming, considerado como una técnica que facilita encontrar soluciones a base de ideas, realizado con ayuda de tres trabajadores, en una reunión que se

organizó y que como primera medida se dio una pequeña contextualización de la herramienta para posteriormente iniciar con la lluvia de ideas en relación a cómo solucionar el problema de los procesos demorados, dejó como evidencia que del problema principal que tiene la empresa, se detectó que hay varias soluciones, sin embargo se resaltó seis las cuales son:

- Contratar más personal.
- Utilización de Indicadores de Gestión
- Utilización de Herramientas Tecnológicas.
- Innovación en sus procesos.
- Sistematizar procesos.
- Evaluar alternativas de mejoramiento.

Estas soluciones están en amarillo y se procedió a ubicarlas en una matriz de impacto y esfuerzo, con la finalidad de ver si es factible implementar dichas soluciones, a lo que deducimos que entre las ideas de impacto y esfuerzo alto la que más se ajusta al problema principal es la utilización de una herramienta tecnológica para la toma de decisiones y así mejorar el área de producción.

Anexo 11 [Brain storm](#)

La segunda herramienta implementada es el Scamper, utilizada para mejorar los procesos de Mega carrocías, ofreciendo una orientación con respecto a cómo se puede mejorar el problema a tratar sin afectar los demás procesos. De cada concepto del scamper los cuales son: Sustituir, combinar, adaptar, Modificar, Poner otros usos enfocamos a cómo visualizar las mejores opciones y/o ideas que realmente aporten un cambio real en la empresa teniendo como conclusión que para aumentar la producción mejorando tiempos es imprescindible utilizar una herramienta que ponga en evidencia las fallas que se están presentando en los procesos de fabricación para realizar las acciones necesarias.

Anexo 12 [Scamper](#)

Como resultado de esta fase, se concluyó que sí es necesario implementar una herramienta tecnológica que forme parte del mejoramiento en los procesos tardíos de la empresa para tomar acciones, haciendo que sea más eficiente y eficaz a la hora de fabricar una carrocía.

3.5 FASE 4 PROTOTIPAR

Para la realización de esta fase se tomó la retroalimentación de las 3 fases anteriores teniendo como punto de partida la problemática, donde el foco principal del problema era la demora en los procesos por diferentes cuellos de botella, esto debido a la falta de estrategias que se puede tomar desde la gerencia para la optimización de dichos procesos.

En esta fase lo que se pretende es realizar el prototipo de la herramienta para la toma de decisiones estratégicas y así optimizar los tiempos de entrega y los tiempos desperdiciados en los procesos productivos. Para el prototipo, el primer paso que se realizó fue una reunión con la gerencia, lo cual ayudó a definir el formato de la herramienta siguiendo los programas que le llamaban la atención a la compañía; por decisiones acordadas se tomó la herramienta principal de recolección de datos GOOGLE FORMS y como herramienta de visualización POWER BI, ya que estas dos herramientas son de fácil acceso para la compañía y también son estandarizadas para el uso en la misma, como paso siguiente se realizaron diferentes borradores para llegar a un acuerdo de las visualizaciones que se ajustan a la problemática y por último se realizó un manual de usuario para la implementación de esta herramienta tecnológica en formato de video el cual hace de manera más fácil al colaborador el uso de la herramienta, este manual de usuario se realizó en la plataforma de CANVA, esto con el fin de poder compartir el vínculo (link) a la empresa para cualquier cambio o actualización del formato que tengan para dicho video; cabe resaltar que el video se compartió a la gerencia de la compañía para la aprobación y poder ser divulgado en la misma.

Una vez se realizó la aprobación del prototipo con su manual de usuario en formato de video, se divulgó unos códigos QR en cada una de las áreas de producción de la compañía para comenzar a realizar el testeo de la herramienta y su correcto funcionamiento.

El funcionamiento de la herramienta es el siguiente:

- Escanear el código QR que lo direccionará a un Formulario de Google Forms y diligenciar los campos.
- Una vez respondido cada campo, la información pasará a un Excel que está modificado con nueva información.
- Dirigirse a la aplicación POWER BI y dar clic en Actualizar en la pestaña superior y automáticamente traerá toda la información registrada.

Para descargar la aplicación lo puede realizar de dos maneras:

- La primera opción es dar clic en el siguiente enlace: <https://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=58494>, lo direccionará a una pagina para descargar la aplicación más rápido; seleccionar el idioma y dar clic en “**Descargar**”. Luego seleccionar todos los cuadros y dar clic en “**Next**” para iniciar la descarga. Al terminar la descarga realizar los pasos que le pide la aplicación.
- La segunda opción es Desde Microsoft store (en el computador), buscar “**Power BI Desktop**” y dar clic en Obtener para iniciar la descarga.

A continuación, el prototipo será mostrado; para visualizarlo, dar clic en  Descargar y automáticamente y después de haber instalado la aplicación, los archivos se convertirán en el formato Power BI para ver la herramienta.

Anexo 13 [Prototipo](#)

Anexo 14 [Código QR](#)

Anexo 15 [Muckap](#)

PASOS PARA EL USO DE LA HERRAMIENTA

1. Escanear el código QR con cualquier dispositivo móvil a la mano.



Ilustración 3 Código QR

2. Completar el formulario digitando: Nombre y apellido, tipo de furgón a trabajar, y cuál actividad va a realizar.



MEGA CARROCERIAS

- Estacas
- Furgones Mixtos
- Furgones Refrigerados

MEGACARROCERIAS SAS

MEGACARROCERIAS SAS

manuel.dario.wilches.bejarano@gmail.com [Cambiar cuenta](#)

 No compartido

NOMBRE COMPLETO

Tu respuesta

SEDE

☐ ANTONIO NARIÑO

☐ FONTIBON

TIPO DE FURGON

☐ ESTACA

☐ ESTANDAR

☐ FIBRA

AREA

☐ SOLDADURA

☐ PINTURA

☐ ELECTRICIDAD

☐ ACABADOS

☐ MADERAS

☐ EMPASTADO

Ilustración 4 Cuestionario

- Una vez digitado el formulario por el colaborador ir al software realizado en power BI



Ilustración 5 Pantalla principal power BI

4. Dirigirse a la pestaña superior y dar click en el botón de actualizar, automáticamente el power BI traerá las respuestas del formulario de google sin necesidad de copiar y pegar las mismas de manera manual, esto con el fin de minimizar el error que pueda suceder.

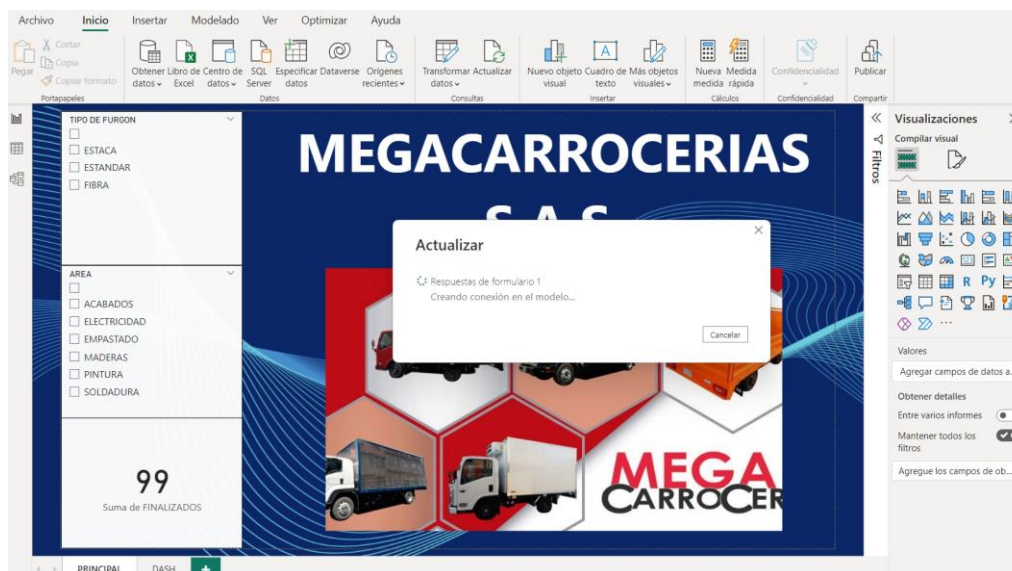


Ilustración 6 Actualización power BI

5. Una vez actualizado el power BI se podrá observar en la pestaña que dice dash las diferentes gráficas que nos muestra los tipos de cuello de botella que hay en las áreas, como también la productividad en las diferentes sedes.

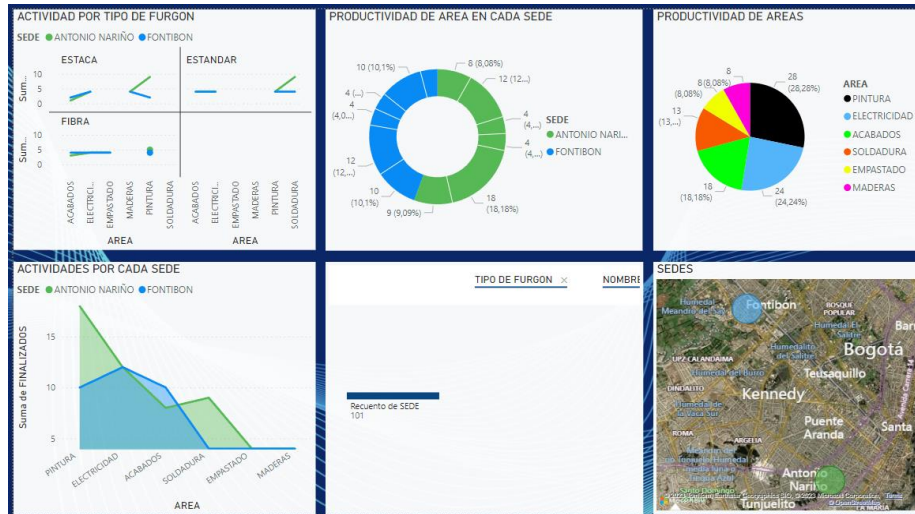


Ilustración 7 Gráficas generales

6. En el primer recuadro se puede observar una serie de gráficas que representan las actividades realizadas para la creación de cada tipo de furgón, esta gráfica si la analizamos podemos ver la variabilidad en los procesos, si esta variabilidad se encuentra muy alta es donde se percata el cuello de botella en la siguiente actividad, lo que se pretende es tener la menor variabilidad posible para que el proceso mantenga un flujo continuo eliminando los desperdicios de esperas.

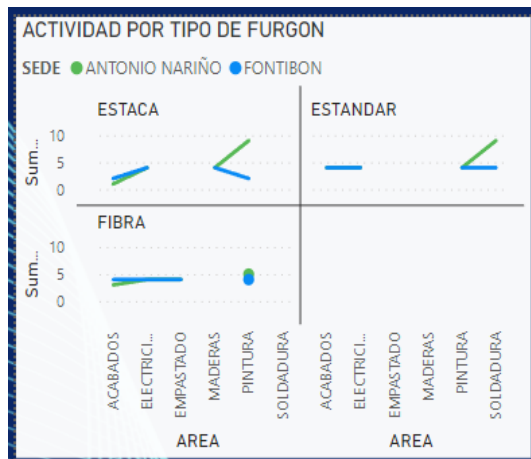


Ilustración 8 Gráfica 1

7. En el segundo recuadro se puede ver la productividad del área en cada una de las 2 sedes siendo verde Antonio Nariño y azul la sede de Fontibón, con unos diálogos desplegados que dice el porcentaje de cada actividad.

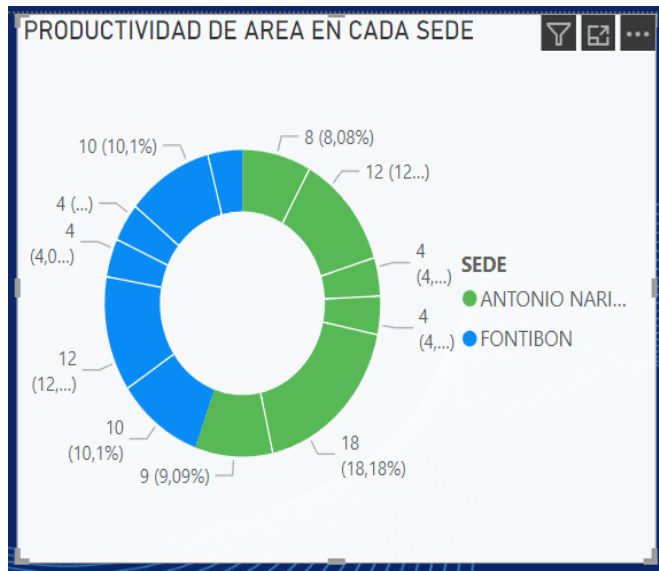


Ilustración 9 Gráfica 2

8. En el tercer recuadro podemos ver la productividad general de cada área teniendo.

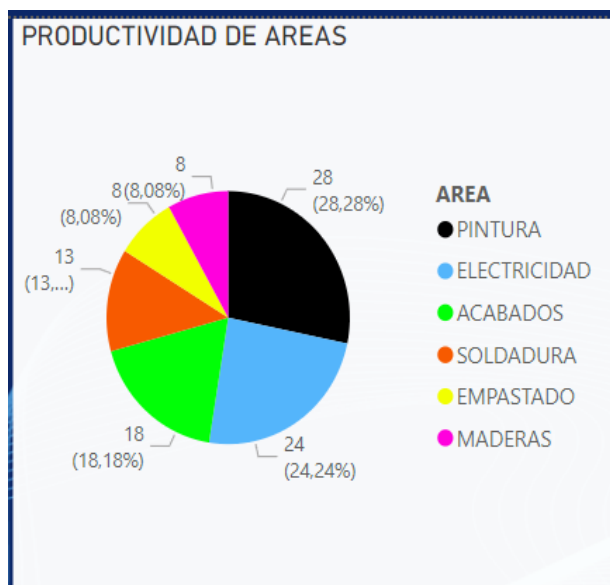


Ilustración 10 Gráfica 3

9. En el cuarto recuadro tenemos las actividades por cada sede, la cual nos ayuda a identificar qué sede es más productiva frente a la otra y cuál tiene mayor variabilidad.



Ilustración 11 Gráfica 4

10. En el penúltimo cuadro encontramos una lista desplegable la cual nos deja ver con mayor profundidad que persona es más productiva según la actividad que realiza en el área.



Ilustración 12 Gráfica 5

11. Como último cuadro tenemos las sedes, donde encontramos un mapa de la capital de Colombia en modo satélite donde está señalado donde se encuentran las sedes y si damos en uno de esas señales todas las gráficas cambian teniendo en cuenta la sede seleccionada para ver a detalle lo anteriormente dicho, pero por sede.



Ilustración 13 Gráfica 6

3.6 FASE 5 EVALUAR - TESTEAR

En la última fase de la metodología Design Thinking la cual es testear o evaluar lo que se realizó es dar observación a la herramienta tecnológica prototipada para poder verificar su correcto funcionamiento, una vez terminado la fase anterior, se empezó a realizar el muestreo para ver el si la herramienta cumple con sus funcionalidades como también su alcance en tiempo.

El muestreo que se tomó para esta fase fue la totalidad de los colaboradores en las áreas de producción, esto para ver la funcionalidad de la herramienta en un escenario real, teniendo en cuenta el alcance de la misma, se implementó en las

sedes de Fontibón y de Antonio Nariño; con estas dos sedes se realizó un test durante 10 días para verificar cualquier tipo de error que pueda producir la herramienta, donde se encontraron 0 errores en prototipo según los criterios calificados y la opinión de la gerente misma donde en esta misma reunión la gerente nos dio su aprobación del proyecto firmando el certificado de innovación generada en la compañía y dando aval al proyecto presentado.

Anexo 16 [Respuesta del test](#)

4. LECCIONES Y RECOMENDACIONES

Como primera conclusión frente al proyecto, se puede establecer que la metodología del design thinking fue muy útil a la hora de diseñar y tener un enfoque creativo para la solución de la problemática planteada, implicando, tener desafíos al momento de entender las diferentes perspectivas de los usuarios y trabajadores, los cuales fueron de gran ayuda para avanzar en este proyecto y crear el prototipo.

La herramienta fue realizada pensando en las necesidades de la empresa como también la facilidad de utilizarlo y así al momento de tomar acciones y/o decisiones frente a un proceso sea más fácil y eficiente para tener un resultado esperado. La implementación de la misma puso como evidencia que cumple con el objetivo y finalidad del proyecto, el cual es una herramienta para la toma de decisiones, plasmando en tiempo real el desempeño tanto de los trabajadores como de los procesos, los cuellos de botella y funcionamiento como tal de las sedes de la empresa.

La realización de este proyecto nos permitió identificar y entender más acerca de la importancia de un ingeniero industrial para las empresas, en nuestro caso el tiempo que ha pasado para poner en práctica los conocimientos que tenemos frente a una problemática real en una organización, ha hecho que nos enfoquemos a ver las diferentes perspectivas frente a todo lo que está relacionado en un ambiente industrial y así tener un pensamiento crítico y de análisis, que ponga en evidencia las facultades que se poseen, frente a la toma de decisiones y soluciones efectivas en las empresas.

Se resalta, lo importante que es incluir y definir bien, desde el principio, lo que se pretende aplicar para el proyecto, realizar un plan de trabajo en el que se especifique toda la información como los objetivos, metas, procesos, tiempos

estimados, entre otros y que al momento de poner en práctica lo que se planteó, se realice de la mejor manera y sea más eficaz para culminar con un proyecto exitoso; lo cual evidenciamos que lo pusimos en práctica más sin embargo lo trabajamos de forma superficial, debido a que estábamos más enfocados en ir a medida del tiempo y no como se había planeado desde un principio, sin embargo el resultado fue el esperado y se terminó realizando una herramienta funcional para la empresa Mega carrocerías S.A.S.

Bibliografía

- [1] MEGACARROCERIAS, «MEGACARROCERIAS,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.google.com/maps/uv?pb=!1s0x8e3f9956ba2e1f3f%3A0xdf2941fba4507232!3m1!7e131!4s!5sMega%20Carrocerias!15sCglgAQ&hl=es&imagekey=!1e10!2sAF1QipMTqvpGnG7q6cS8mNn4Yflb1hvTyavyaUbJHmw>.
- [2] F. M. Herrera Uribe, « Evaluación del Desempeño del personal en el área de producción y su incidencia en la productividad de la empresa "Carrocerías Cepeda Cía Ltda.", de la ciudad de Ambato,» 2011. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1454>.
- [3] P. C. Delgado Ríos, «Propuesta de mejora en la línea de producción de carrocerías de madera para incrementar la productividad en la empresa Ballena S.A.C.,» 02 05 2014. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10192>.
- [4] E. Goldrath, la meta, 1984.
- [5] A. U. L. A., «Enfoque estrategico para la identificacion de cuellos de botella en entornos de fabricacion contra pedido y plantas tipo V,» 2018.
- [6] S. A. M. G. Galvilanes, cuellos de botella, caribeña de ciencias sociales, 2018.
- [7] C. Martinez, la innovacion y sus protagonistas, Madrid: consejo superior de investigaciones científicas, 2020.
- [8] V. rojas, Propuesta de mejoramiento de procesos en el area de produccion de la empresa planificadora, Quito, 2017.
- [9] R. P. Peña, induccion a los modelos de optimizacion, bogota, 2019.
- [10] J. T. Maita, Modelos de optimizacion para sistemas de potencia en evolucion hacia redes inteligentes, 2017.
- [11] Bernegger, Fixed cycles smoothed production improves lean performance for make to stock, 2014.
- [12] J. Urdaneta, Plan de mejoras en el sistema de produccion del departamento de servicio de una empresa de reparacion de maquinaria pesada, 2019.
- [13] G. S. T. Diaz, Metodología de estudio de tiempo y movimiento, 2017.

- [14]F. S. T. T., The concept andf practice of the production sistem, 1997.
- [15]F. Caarion, Optimizacion del flujo de materiales con enfoque esbelto para la industria carrocera, 2021.
- [16]S. Garcia, Proceso de fabricacion de maquinaria, Valencia: universidad poolitecnica de valencia , 2020.
- [17]Sampieri, Metodologia de la investigacion, 2000.