

APLICACIÓN DE MAPA DE CADENA DE VALOR A UNA EMPRESA
PRODUCTORA DE TRIPLEX

JOHN EDWARD VALENCIA CELIS
TANIA VALENTINA GALEANO CASTILLO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
GUADALAJARA DE BUGA
2022

APLICACIÓN DE MAPA DE CADENA DE VALOR A UNA EMPRESA
PRODUCTORA DE TRIPLEX

JOHN EDWARD VALENCIA CELIS
TANIA VALENTINA GALEANO CASTILLO

TRABAJO DE GRADO

MSc. ANDRES MAURICIO PAREDES

COPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
GUADALAJARA DE BUGA
2022

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ciudad y Fecha (día, mes, año) (Fecha de entrega)

Para mis padres quienes fueron un pilar fundamental dentro del proceso, por apoyarme y motivarme en cada etapa de mi vida profesional. También a mi hermana quien siempre ha sido mi compañía incondicional en muchas etapas de vida.

Tania Valentina Galeano Castillo

Este logro se lo dedicó con todo mi corazón a mi abuela Myriam, quien ha sido mi ejemplo por seguir, es la mujer que me ha dado todo su amor desde el primer día, me dio su apoyo, creyó en mí, me formó y me inspiró a ser la persona que soy en la actualidad, sin ella no lo hubiera logrado. A mis tíos Diego y James quienes me apoyaron incondicionalmente toda mi vida, a mi madre, de más familiares y amigos que me brindaron su apoyo.

John Edward Valencia Celis

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, damos gracias a Dios por brindarnos la sabiduría a lo largo de esta maravillosa etapa. Agradecemos a nuestras familias quienes nos apoyaron incondicionalmente para lograr los objetivos propuestos. A todo el personal de docencia quienes nos brindaron todos los conocimientos necesarios para nuestro crecimiento personal y profesional, en especial al Ms.c Andrés Mauricio Paredes Rodríguez quien nos guio en todo el proceso de aprendizaje. Del mismo modo agradecemos a la compañía que nos dio la oportunidad de realizar la investigación y apporto la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

A mi compañero gracias por toda la entrega y dedicación durante toda la carrera universitaria.

Tania Valentina Galeano Castillo, John Edward Valencia Celis

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3. MARCO TEORICO	22
3.1 Marco conceptual	22
3.1.1 Lean Manufacturing	23
3.1.2 VSM (Value Stream Mapping)	30
3.1.3 Estudio de trabajo	34
3.1.4 Revisión de la literatura	37
4. METODOLOGIA	41
5. RESULTADOS	45
5.1 Caracterización del proceso productivo	45
5.1.1 Presentación de la empresa	60
5.1.2 Presentación de la planta física	61
5.1.3 Identificación de desperdicios	64
5.2 Estudio de tiempos	65
5.3 Mapa de estado actual	70
5.4 Modelo del mapa en estado futuro	77
5.4.2 Selección de herramientas Lean	78
5.5 Plan de mejoramiento	83
5.5.2 Plan de acción para 5s	83
5.5.3 Plan de acción para estandarización	85
5.5.4 Plan de acción para TPM	87
5.5.5 Plan de acción SMED	88
5.5.6 Plan de acción para Gestión visual	91
6. CONCLUSIONES	93
7. RECOMENDACIONES	95

8. BIBLIOGRAFIA..... 96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Eficiencia de los procesos. Fuente: Elaboración propia.....	20
Tabla 2: Diagrama SIPOC. Fuente: Elaboración propia.	48
Tabla 3: Estudio de tiempos. Fuente: Elaboración propia.....	67
Tabla 4: Muestras a tomar. Fuente: Elaboración propia.	69
Tabla 5: Tiempos de ciclo. Fuente: Elaboración propia.	69
Tabla 6: Eficiencia general de los equipos. Fuente: Elaboración propia.....	71
Tabla 7: Cuadro de desperdicios. Fuente: Elaboración propia.	75
Tabla 8: Cuadro de desperdicios. Fuente: Elaboración propia.	79
Tabla 9: Presupuesto 5s. Fuente: Elaboración propia.	84
Tabla 10: Presupuesto de implementación 5s. Fuente: Elaboración propia.	85
Tabla 11: Presupuesto implementación de estandarización. Fuente: Elaboración propia.....	87
Tabla 12: Presupuesto implementación de mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración propia.	88
Tabla 13: Presupuesto implementación de Smed. Fuente: Elaboración propia.....	91
Tabla 14: Presupuesto Implementación de Gestión visual. Fuente: Elaboración propia.....	92

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Flujograma

Anexo 2. Estudio de tiempos.

Anexo 3. Value Stream Mapping.

Anexo 4. Inventario y días laborados.

Anexo 5. Value Stream Mapping.

Anexo 6. Diagrama de Gantt.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de árbol del problema. Fuente: Elaboración propia.	18
Figura 2: Pasos para aplicación del VSM. Fuente: Elaboración propia.	31
Figura 3: Simbología VSM. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 4: Etapas de la metodología. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura 5: Entorno del proceso. Fuente: Elaboración propia.	45
Figura 6: Diagrama de flujo. Fabricación de láminas trípex. Fuente: Elaboración propia.	46
Figura 7: Cursograma Analítico: Recepción de materia prima. Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 8: Cursograma Analítico: Torneado. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 9: Cursograma Analítico: Guillotinado. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 10: Cursograma Analítico: Cosido. Fuente: Elaboración propia.	54
Figura 11: Cursograma Analítico: Secado. Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 12: Cursograma Analítico: Prensado. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 13: Cursograma Analítico: Juntar interior. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 14: Cursograma Analítico: Encintado o alistamiento de material. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 15: Cursograma Analítico: Escuadrado. Fuente: Elaboración propia.	59
Figura 16: Cursograma Analítico: Lijado. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 17: Presentación de la planta. Fuente: Arcorian SAS.	63
Figura 18: Desperdicio identificados. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 19: VSM actual. Fuente: Elaboración propia.	76
Figura 20: VSM futuro. Fuente: Elaboración propia.	82
Figura 21: Cronograma 5s. Fuente: Elaboración propia.	83
Figura 22: Cronograma para estandarización. Fuente: Elaboración propia.	86
Figura 23: Cronograma para mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración propia.	88
Figura 24: Cronograma de Smed. Fuente: Elaboración propia.	90

Figura 25: Cronograma de Gestión visual. Fuente: Elaboración propia.....92

GLOSARIO

BAGAZO: residuo fibroso que resulta de la trituración o presión de frutos semillas, troncos para extraer su jugo.

CISCO: residuo que sale del torneado de los troncos de madera y se le dan diferentes usos para galpones.

CONTRACHAPADO: tablero elaborado con finas chapas de madera reforzada pegada una sobre otra y terminadas con presión y calor.

CORRELACION: medida estadística que demuestra hasta qué punto dos variables se relacionan entre sí.

CHAPA: fina hoja de madera de espesor uniforme que sale de desenrollar trozas de madera.

ESTRUCTURAL: dentro del sector maderero el material estructural es el de aspecto más feo y con menos calidad.

INTERIOR: capaz interiores que se encuentran dentro de la lámina para brindar consistencia.

OKUME: madera de árbol tropical.

OTOBO: madera de árbol myristicaceae.

SANDE: madera de árbol monoico.

RESUMEN

Las industrias madereras especialmente las enfocadas a la fabricación de tableros contrachapados o comúnmente conocidos como láminas tríples, poseen un enfoque empírico en la indagación de mejoras para sus procesos. No obstante, es adecuado que estas industrias midan sus procesos productivos por medio de técnicas y herramientas que son aplicadas en las grandes empresas con el fin de lograr una mayor competitividad, consolidación y participación en el mercado. El presente documento se enfoca en una empresa caso de estudio ubicada en la zona centro del valle del Cauca, en la cual se propone un plan de mejoramiento en su sistema productivo para mitigar los desperdicios e incrementar la eficiencia de sus actividades internas, pero a su vez crear un impacto positivo en la parte cultural de la organización por medio de la implementación de la filosofía Lean Manufacturing.

Cabe mencionar que la filosofía Lean permite tener un enfoque global de la organización, donde se pueden estudiar detalladamente factores internos y factores externos. De esta manera se puede realizar un análisis específico que ayude a la identificación de oportunidades de mejora y a su vez evaluar qué impacto se puede generar tanto en el sistema productivo como a nivel social.

PALABRAS CLAVE: Tableros contrachapados, filosofía Lean, oportunidades de mejora.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia la industria maderera ha sido una de las más importantes a nivel mundial en cuanto a el aprovechamiento de los recursos naturales. La industria del aserrado ha existido hace varios siglos atrás, a medida que los avances tecnológicos aparecían se fueron produciendo importantes mejoras para facilitar el trabajo como lo son la electricidad, diseños de sierras y la automatización de la clasificación. Por otra parte, los tableros contrachapados o láminas trípex, se componen de elementos de la madera de varios tamaños, que pueden ir desde chapas hasta fibras, y se mantienen unidos por adhesivos o enlaces químicos (Teschke y otros, 1998). La estimación del aporte porcentual de la madera a nivel mundial de troncos para el aserrado de tableros contrachapados según regiones se presenta a continuación: NORTEAMERICA y SUDAMERICA 14.8% , EUROPA 7.9%, ASIA 76%, , ÁFRICA 0.9% y OCEANIA 0,9% (FAO, 2021)

Por otra parte, Colombia ofrece un gran potencial forestal pero solo posee actividad comercial en 528 mil hectáreas lo cual quiere decir que se está desaprovechando la oportunidad de competir a nivel internacional y también de tener un impacto económico positivo a través de la madera. Colombia cuenta con una disposición forestal aproximada de 24 millones de hectáreas, pero solo 7.2 millones son consideradas aptas para el proceso de plantación forestal comercial. Para el año 2021 se estimó un aporte económico de US\$1.889 millones provenientes del sector forestal lo cual es equivalente a 0.69% que aporta al PIB colombiano. (Vásquez, 2022)

El crecimiento competitivo al que se enfrenta el mundo hace que las grandes, medianas y pequeñas empresas se vean obligadas a brindar soluciones eficientes, mejoras continuas y estrategias para poder mantenerse en el mercado, seguir creciendo y no ser opacados por la competencia. En la industria maderera especialmente las que se dedican a la fabricación de tableros contrachapados más conocidos en el mercado como láminas trípex, es necesario tener en cuenta dicha

competencia y diseñar planes que permitan la implementación de mejoras en los procesos de manufactura y los procesos que están dentro de su cadena de valor, que van desde la obtención de la materia prima, la fabricación y la entrega al cliente final, buscando generar un valor agregado en el producto. Cabe mencionar que el cliente es quien al final define el éxito o fracaso que implica la fabricación de un producto o servicio y para aumentar su competitividad deberán innovar continuamente por lo que necesitarán herramientas que brinden frecuentes mejoras en los procesos. (Lopez, 2019)

Una gran oportunidad en la industria de tableros contrachapados para buscar estrategias es la implementación del Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) y sus herramientas de mejoramiento en su cadena de valor, ya que su filosofía va enfocada a la mejora continua y a la optimización en los sistemas productivos, mediante la identificación y eliminación de desperdicios ya sean de inventarios, tiempos ociosos, productos con defectos, transporte, reprocesos, costos de producción, entre otros (Jauregui & Soler, 2017). En la empresa caso de estudio la problemática principal es la baja eficiencia en el sistema productivo la cual es causada por el alto desorden organizacional que posee la entidad, dando como resultado ciertos efectos los cuales hacen más denso el problema, lo que termina afectando drásticamente todo su funcionamiento interno.

Para analizar la cadena de valor se utilizará la herramienta VSM o Value Stream Mapping (Mapa de cadena de valor) la cual ayudará visualmente a entender qué actividades agregan valor y cuáles no. El VSM se traza en primera instancia para el estado actual del proceso y basándose en ese sistema actual, se diseñará el mapa para el estado futuro donde se incorporan todas las mejoras que se proponen para el estado ideal. (Quesada-Pineda y otros, 2018)

En este trabajo será necesario un análisis detallado y un diagnóstico específico en la empresa caso de estudio que permita entender el estado actual, el

funcionamiento de la organización y establecer su grado de desarrollo, para luego promover acciones de mejora en corto, mediano y largo plazo. Más adelante en el marco teórico serán abordados conceptos de algunas herramientas de la filosofía lean Manufacturing. Por otro lado, se plantea la revisión de la literatura lo cual ayudará a entender de forma más específica como estas herramientas sirvieron para dar solución a temas relacionados con la industria de producción de láminas de madera contrachapadas. Para finalizar se explicará la metodología utilizada paso a paso para llevar a cabo el caso de estudio, luego se abordarán los resultados obtenidos del proceso realizado lo cual dará paso a la obtención de las conclusiones y recomendaciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pérdidas de eficiencia en los sistemas productivos ocasionan mayores costos operativos, tiempos de despachos más largos, no conformidades, inadecuado uso de la energía, entre otros efectos no deseados que perjudican la compañía. Por tal motivo, resulta interesante el estudio y el análisis de las eficiencias parciales y globales de la producción, ya sean estas directamente relacionadas con los bienes físicos o con la producción de servicios. (Fucci, 2016).

La problemática principal que fue identificada en la empresa caso de estudio la cual se dedica a la fabricación de tableros contrachapados (tríplex), es la baja eficiencia en el sistema productivo causado por ciertos factores de tipo administrativo y operativo que impiden el correcto funcionamiento de la organización. La empresa cuenta con el mismo sistema de producción que venían manejando tradicionalmente tiempo atrás, el cual consiste en producir grandes cantidades de inventario dependiendo del flujo de materia prima que se tenga disponible sin prestarle importancia a todo el sistema productivo que la integra, por esta razón se desencadenan diferentes causas que conforman el problema tales como: la prominente desorganización en sus procesos de fabricación y en las labores de las áreas administrativas, la falta de estandarización y planeación tanto en el flujo de información como también en la línea productiva, falta de capacitaciones al personal, mal manejo en el aprovisionamiento de los insumos, la carencia en la implementación de mantenimientos preventivos y a esto se le suma el hecho de que la materia prima principal, la cual proviene del sector forestal, se ha deteriorado y cada vez es más difícil acceder a ella, por consiguiente se ve afectado el cumplimiento de la demanda del cliente final. Todo esto hace que el proceso interno sea menos eficiente por tanto tiene repercusión de una manera negativa que influye en su productividad, eficiencia y competitividad.

En relación con la problemática expuesta y las causas que la conforman es importante mencionar los efectos que se producen a raíz de esto, ya que de esta manera se logra resaltar los diferentes aspectos negativos que la conforman. Los efectos encontrados son: la pérdida de ventas, altos niveles de inventario, disminución del flujo de caja, tiempos ociosos y desperdicios innecesarios, todo esto es el resultado de las causas mencionadas en el párrafo anterior, por tanto, inciden en gran magnitud en el correcto desarrollo operativo de la empresa. En otras palabras, no tener un control sobre las problemáticas expuestas podría generar a largo plazo afectaciones de alta gravedad en la productividad de la empresa lo cual se ve reflejado en pérdidas monetarias.

Para dar una mayor claridad con base a la problemática encontrada, se presenta la figura 1, la cual es integrada por diversos factores que constituyen las causas y efectos dentro de la baja eficiencia del sistema productivo.

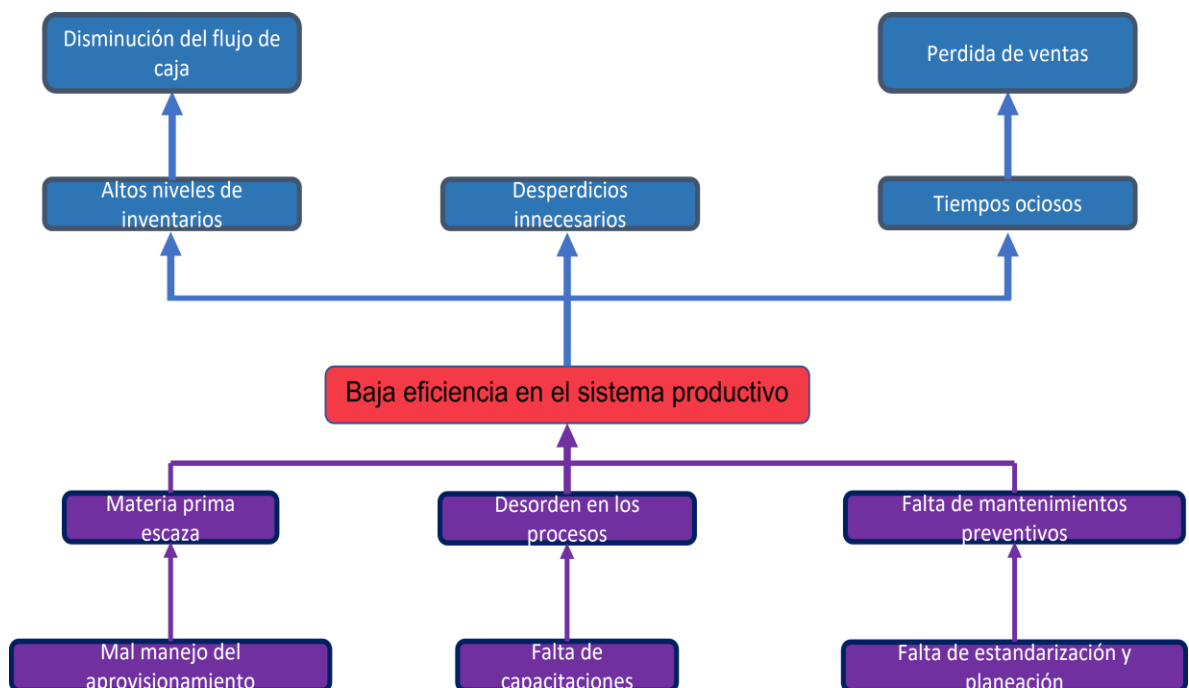


Figura 1: Diagrama de árbol del problema. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la información anterior se elaboró un estudio que fue realizado para el mes de marzo del año 2022 que permite evidenciar la baja eficiencia de los procesos productivos de acuerdo con los veintisiete (27) días laborados en dicho mes, el cual se puede apreciar en el anexo 1, donde también se consideraron los días no productivos en los cuales no hubo actividad en la maquinaria a causa de la escasez de materia prima en cada tipo de proceso. En la tabla 1 se encuentran ubicados los porcentajes de eficiencia los cuales están ordenados de mayor a menor. El estudio se llevó a cabo bajo el indicador de tiempo de inactividad en proporción al tiempo de funcionamiento el cual se presenta en la ecuación 1.

Tiempo de inactividad en proporción al tiempo de funcionamiento

$$= \frac{\text{Días activos en producción}}{\text{Días activos del mes}} \times 100 \quad (1)$$

Proceso	Días activos en producción	Días activos del mes	Porcentaje eficiencia
Secador	27	27	100%
Encintado	24	27	88%
Escuadradora	22	27	81%
Prensa Francis	21	27	77%
Guillotina	20	27	74%
Recepción de M.P	19	27	70%
Torneado Rau-te	19	27	70%
Lijadora	18	27	66%
Juntadora de interior	16	27	59%
Cosedora	14	27	51%
Prensa continua	10	27	37%
Torneado chino	4	27	14%

Tabla 1: Eficiencia de los procesos. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1, se consideró la cantidad de tiempo de producción por maquina que se llevo a cabo en el mes de marzo del año 2022, donde se puede evidenciar la baja eficiencia operativa en procesos como el torneado chino que presenta una gran capacidad de producción pero debido a la baja recepción de materia prima no es posible aprovechar dicha capacidad lo que implica costos extras en mantenimiento y perdida en la oportunidad de ampliar el portafolio de ventas, es necesario que la organización intervenga y modifique su modelo actual debido a las deficiencias que presentan en su sistema productivo, con el fin de garantizar un buen desempeño en la elaboración de las láminas trípex a largo plazo, al mismo tiempo promover una cultura de mejoramiento continuo buscando progreso en los procesos, lo cual se verá reflejado en una mayor productividad. Lo mencionado anteriormente se relaciona con la filosofía Lean Manufacturing, de esta manera se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo el uso de las técnicas Lean Manufacturing aportan en el desarrollo eficiente del proceso de fabricación de láminas trípex?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras para el desarrollo eficiente en el proceso de fabricación de láminas tríplex con el uso de técnicas de Lean Manufacturing.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso de fabricación de láminas de tríplex mediante el estudio de un mapeo detallado del proceso con el fin de identificar los problemas que afectan el desempeño actual.
- Elaborar un Mapa de la cadena de valor (VSM) actual que ayude a mitigar los problemas identificados que no agregan valor al proceso.
- Proponer un plan de mejora con base en el VSM futuro tomando como referencia las herramientas lean seleccionadas

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual

En este apartado se explicarán conceptos que son utilizados en la industria de láminas de madera contrachapada.

Resane: Se compone de una mezcla de pegamento blanco, agua y colorantes minerales, la cual se usa para rellenar imperfecciones de la lámina trípex para lograr una superficie uniformemente lisa. Las medidas utilizadas para cada componente son: 1.5 litro de aceite, 1.5 litros de pegamento blanco, 12.5 kilos de carbonato y 4 litros de agua, se utilizan colorantes de color amarillo y rojo para dar una tonalidad parecida a la de la lámina.

Bache: Es una mezcla que está compuesta por harina de trigo, resina, inmunizante (utilizado para la conservación de la madera), y catalizador el cual se utiliza para unir las chapas interiores y exteriores formando finalmente la lámina trípex. Las medidas estándares utilizadas en la empresa son: 32 kg de harina, 80 kg de resina, 4000 ml de inmunizante y 2300 gr de catalizador el cual hace que la mezcla se seque de manera más rápida haciendo reacción con los otros ingredientes.

Chapa interior: Es una lámina de madera la cual es obtenida en el proceso de torneado, su espesor es aproximadamente de 2 mm y es utilizada para darle firmeza a la estructura de la lámina trípex, cabe resaltar que es solamente utilizada en el interior de la lámina. El personal de la planta usualmente lo llaman interior.

Chapa exterior: Es una lámina de madera la cual complementa las chapas interiores, usualmente su espesor es de 0.7, 1.8, 2.4 y 3.8 mm que se utiliza de manera paralela a la chapa interior para fortalecer su estructura. El personal de la planta usualmente la conoce como chapa.

Troza: Es la materia prima principal en el proceso de láminas trípex, de su calidad depende el producto final, sus medidas son 2.6 mts de largo y su diámetro tiene una variabilidad entre 30 cms y 1mt.

Bolillo: Es el material sobrante del proceso de torneado el cual es aprovechado en otra máquina para obtención de chapa interior.

Arrume: Conjunto de láminas de diferentes milímetros que se acomodan una sobre otra en ciertas cantidades dependiendo del grosor de la lámina.

Lámina de madera contrachapada (trípex): Es el producto terminado el cual está compuesto por chapas interiores y exteriores, viene en diferentes espesores y las medidas usadas dentro de la empresa son: 2mm, 4mm, 7mm, 9mm, 12mm, 14mm, 18mm, 21 mm, 25mm y 28 mm. Su medida estándar es de 1.22 mts x 2.44 mts.

3.1.1 Lean Manufacturing

En la actualidad, la productividad es un factor importante dentro de las organizaciones que se dedican a la producción de bienes o servicios, el objetivo de toda empresa además de tener buena rentabilidad es tratar al máximo de ser productivas, esto quiere decir, aprovechar los recursos disponibles de la mejor manera posible. A lo largo del tiempo se han diseñado diferentes técnicas para satisfacer las necesidades productivas, una de ellas es la filosofía Lean Manufacturing que juega un papel importante en el desarrollo de las actividades realizadas por las compañías. (José Vargas Hernández, 2016)

Para entender la filosofía Lean es necesario dar una mirada desde sus orígenes, que surge a partir de la segunda guerra mundial a manos de Eiji Toyoda y Taiichi Ohno quienes empezaron a utilizar este concepto de manufactura esbelta en la fabricación de automóviles Toyota. En 1937 fue fundada Toyota Motor Company lo cual dio inicio a lo que se conoce como sistema de producción Toyota que consiste

en producir solo lo que se solicita, de esta forma se garantiza un flujo continuo y uniforme evitando la acumulación de inventarios innecesarios que producen pérdidas (Padilla L. , 2010). Por otra parte se dio la necesidad de restablecer la economía después de la posguerra ya que la nación estaba deteriorada por lo enfrentamientos, los japoneses dieron un giro en la batalla preocupándose por la competitividad mundial y por el liderazgo económico, el presidente de Toyota se dio cuenta que su rendimiento competitivo estaba por debajo de los alemanes y norteamericanos por lo cual dio paso a la creación de un sistema que pudiera generar rentabilidad y una fuerte participación en el mercado.

Por otro lado, el sistema de producción Toyota o sistema justo a tiempo (JIT), se define como el proceso que busca la identificación y eliminación de desperdicios o excesos, cabe resaltar que el exceso es toda acción que no agrega valor a los procesos, pero si trabajo y costos. El enfoque de la filosofía Lean se fundamenta en la búsqueda de oportunidades de mejora debido a que de una u otra manera siempre habrá desperdicios y estos podrán ser eliminados por medio de dicha herramienta buscando el desarrollo productivo. (Socconini., 2019).

Los desperdicios en la manufactura esbelta fueron detectados por el pionero del estudio de los movimientos de las personas Frank Gilbreth, el cual detecto que uno de los albañiles cuando necesitaba un ladrillo se agachaba hasta el piso para tomarlo, por tal motivo Frank incluyo un andamio de pequeña longitud, el cual cumplía como función acercar los ladrillos a la altura del trabajador, lo que permitió que este trabajara tres veces más rápido de lo habitual y con menos esfuerzo, lo que dio como resultado la eliminación de un movimiento innecesario. También es importante mencionar al padre de la ingeniería Frederick Taylor el cual se enfocaba en la reducción del tiempo en los procesos y quien implementó el estudio de tiempos y movimientos (Correa, 2007). Existen ocho desperdicios dentro de la filosofía Lean los cuales serán nombrados a continuación:

- **Sobreproducción**

Este desperdicio se define como el más grande y se debe en su mayoría de las ocasiones a la planeación diaria de las actividades, se identifica debido a que se produce más de lo que el cliente ha solicitado generando exceso de inventario y grandes costos de mantenimiento. Uno de los indicadores más usados para lograr métricas en la sobreproducción es el takt time que busca a que ritmo se debe seguir en un proceso productivo para satisfacer la demanda del cliente.

- **Inventarios**

Hace referencia al costo que se genera por el mantenimiento, conservación y perdida de productos guardados en inventario sin que tengan salida. Al no existir una orden estipulada de ventas surgen problemas como tener más productos disponibles del que se necesita. El indicador más idóneo que se utiliza es el índice de rotación de inventarios que consiste en tomar las veces que rota el inventario en un año y se estima por medio de la relación entre las ventas acumuladas y los inventarios promedio.

- **Transporte**

Su característica principal es el desplazamiento de materia primas, productos en proceso y productos terminados los cuales no hayan sido requeridos. En el movimiento los productos no están siendo modificados por lo tanto no se agrega ningún tipo de valor.

- **Espera**

Es el tiempo en el cual no se agrega valor alguno a los productos, ya sea por retrasos, reparación en máquinas y modificaciones en los procesos, se puede medir por medio del nivel de cumplimiento en los despachos y el tiempo en que esperan los recursos a ser utilizados.

- **Talento desaprovechado**

Se considera un desperdicio de talento no utilizar las ideas de los que trabajan en el proceso a diario, debido a que las personas encargadas de ejecutar el proceso son los que tienen una mejor capacidad de comprender como mejorarlo. De esta manera darles la oportunidad de aportar y escuchar sus ideas darán resultados positivos tanto para el proceso que se está abordando como también a los colaboradores, pero si por el contrario un colaborador aporta una idea y no es escuchado, lo más probable es que no vuelva a compartir ideas lo que conlleva a un talento desaprovechado.

- **Movimientos innecesarios**

Se entiende que es cualquier movimiento extra que genera el operador cuando está realizando una secuencia de trabajo, esto puede poner en riesgo la salud del operario debido a que debe generar más esfuerzos, malas posturas, un entorno agotador y menos productivo. Por medio del indicador del tiempo total empleado, se tiene en cuenta cualquier movimiento innecesario o excesivo durante el desarrollo de sus actividades.

- **Sobre procesamiento**

Se caracteriza por desarrollar más actividades al proceso de las que el cliente ha solicitado, debido a esto se puede aumentar el costo y el tiempo de producción, un ejemplo puede ser utilizar materiales de mayor valor de los que el cliente necesita. La calidad es un factor importante ya que nos indica que hay cambios en los productos los cuales representaran costos en cada unidad imperfecta.

- **Artículos defectuosos**

Se refiere a los productos que son mal ejecutados durante el proceso de elaboración, por ende, requiere un reproceso lo cual conlleva a un nuevo consumo de materia prima, tiempos de producción y corrección en los defectos.

Herramientas y técnicas Lean

A continuación, se presentarán las diferentes herramientas y técnicas de la filosofía lean Manufacturing que serán empleadas en la elaboración del trabajo.

- **Metodología 5S**

La herramienta está orientada hacia la calidad total que se originó en Japón y va incluida en lo que se conoce como mejoramiento continuo (Kaizen). El concepto de 5`s hace referencia a la creación y mantenimiento de las áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras, tiene como función mejorar la calidad de vida en el trabajo para todo el personal en general (Correa, 2007). Los términos que serán nombrados a continuación son practicados tanto a nivel empresarial como en nuestra vida cotidiana.

- **Seiri/Clasificar:** consiste en desechar lo que no se necesita en el área de trabajo para realizar una labor, esto puede ser tanto en áreas de producción como administrativas. Es importante mencionar que, aunque pensemos que el elemento podría ser útil en otra área de trabajo deberá ser eliminado porque no se necesita en el puesto de trabajo actual.
- **Seiton/Orden:** se define como la organización de los elementos que se necesitan de tal manera que puedan ser de fácil uso y acceso, de este modo deberán estar cada uno respectivamente etiquetados para lograr su encuentro, retiro y devolución al lugar asignado que facilite el trabajo de los operarios.

- Seiso/Limpieza: se caracteriza por la limpieza en las áreas de trabajo y los equipos, logrando reducir la suciedad y hacer más seguro el ambiente de trabajo.
- Seiketsu/Estandarizar: mediante la documentación de procedimientos se establecen parámetros teniendo en cuenta las S' anteriores, esta etapa debe ser permanente y son los trabajadores lo que adelantan programas y diseñan mecanismos que permitan beneficiarse a sí mismos.
- Shitsuke/Disciplina: consiste en el cumplimiento de las S' anteriores, es quizá la parte más difícil de cumplir por parte del personal debido a sus creencias culturales las cuales en la mayoría de los casos ejercen una resistencia al cambio.
- **Mantenimiento productivo total (TPM)**

Es una técnica japonesa la cual consiste en mantenimiento industrial y preventivo, que se encarga de evitar todo tipo de pérdidas durante el sistema de producción, involucra a todo el personal de la planta desde los operarios hasta la alta gerencia. El enfoque de la herramienta consiste en realizar cuidado y limpieza a los equipos por medio del operario encargado de la máquina para evitar averías, accidentes o defectos. Esta técnica llega a revolucionar el enfoque tradicional que consistía en que unas personas producían y las otras eran las encargadas de reparar si se presentaban averías en la máquina. (Alvarez E. F., 2018).

Estandarización

Se refiere a la estandarización de las operaciones en producción mediante las hojas de operación estándar las cuales consisten en eliminar la variación, desperdicio y el desequilibrio, buscando realizar las operaciones con mayor

facilidad, rapidez y menor costo, y priorizando la seguridad en la relación con los clientes (Correa, 2007). Para garantizar la conservación de la estandarización y la mejora de trabajo se deben aplicar herramientas como 5's y SMED que refuercen el mantenimiento sistemático, reducción de costos y aprovechamiento del trabajo. (Burgos & Blasco, 2020).

Cambio de matriz en menos de diez minutos (SMED)

Este sistema se desarrolló con el fin de acortar los tiempos de preparación de máquinas buscando la posibilidad de producir lotes más pequeños. Es un proceso orientado paso a paso que busca mejorar la eficiencia y la exactitud del trabajo en el proceso de cambios y que incluye procedimientos técnicos bien documentados. El propósito de esta herramienta es incrementar la flexibilidad y estar disponible para actuar rápidamente a los requerimientos del cliente como también la reducción en los inventarios (Correa, 2007).

Mejoramiento continuo (Kaizen)

Kaizen tiene como objetivo incrementar la responsabilidad y compromiso tanto de los operarios como de los directivos, es un inicio a una oportunidad de mejora y cambio la cual es un desafío para el personal que encuentra resistencia a las nuevas mejoras. Esta herramienta implica un cambio de actitud lo que conlleva a dar el cien por cien de las capacidades de cada persona (Cuadros & Vasquez, 2018)

Gestión visual

Las prácticas de gestión visual en las organizaciones buscan reflejar de forma sencilla la situación del sistema productivo enfocándose en los desperdicios y anomalías que se presenten, su enfoque se basa en brindar información de valor que ayude a evidenciar pérdidas y oportunidades de mejora en el sistema de la empresa. Su metodología consiste en proporcionar comunicación directa

basada en pocas palabras, con anuncios llamativos que puedan ser fácilmente captados por los operarios (Llanos & Rivera, 2019).

3.1.2 VSM (Value Stream Mapping)

Es una herramienta de gran ayuda para las organizaciones debido a que permite representar gráficamente el estado actual y futuro del proceso, buscando como objetivo un mejor entendimiento de las actividades que generan desperdicio y necesitan ser eliminadas (Canto & Gandia, 2019). El Value Stream Mapping refleja las necesidades de la cadena de valor optimizando el proceso de producción y creando competitividad, eficiencia y flexibilidad en dichos procesos.

La cadena de valor permite a las organizaciones un mapeo más a fondo que puede ir desde el flujo de materiales que van pasando por diferentes procesos de transformación hasta llegar a ser un producto terminado. De allí se comienza con el mapa en el estado actual que nos indica donde estamos ubicados, es decir, que información tenemos a la mano. Luego de terminar el estado actual del mapa, se continúa plasmando el estado futuro el cual ayudara a plantear lo que se quiere lograr y de qué manera se alcanzara. Con esta herramienta se eliminarán costos y operaciones innecesarias.

El uso de la metodología inicio en los años 80`s en la compañía Toyota por el ingeniero Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, los cuales estaban orientados hacia la productividad más que a la calidad. Para dar un impacto positivo en la mejora de la productividad, la metodología se debe enfocar en la exposición de los problemas que pueda tener la organización en un futuro como también en la calidad del sistema. Tiempo después, Michael Porter planteó el concepto de cadena de valor con el fin de distinguir formas que pudieran generar más beneficio a los consumidores lo cual ayudaría a obtener una ventaja competitiva. (Gonzales Torres & Velasquez Reyes, 2012).

Se llevaron a cabo los pasos descritos por (Barcia & Loor, 2007) los cuales serán ilustrados en la figura 2.

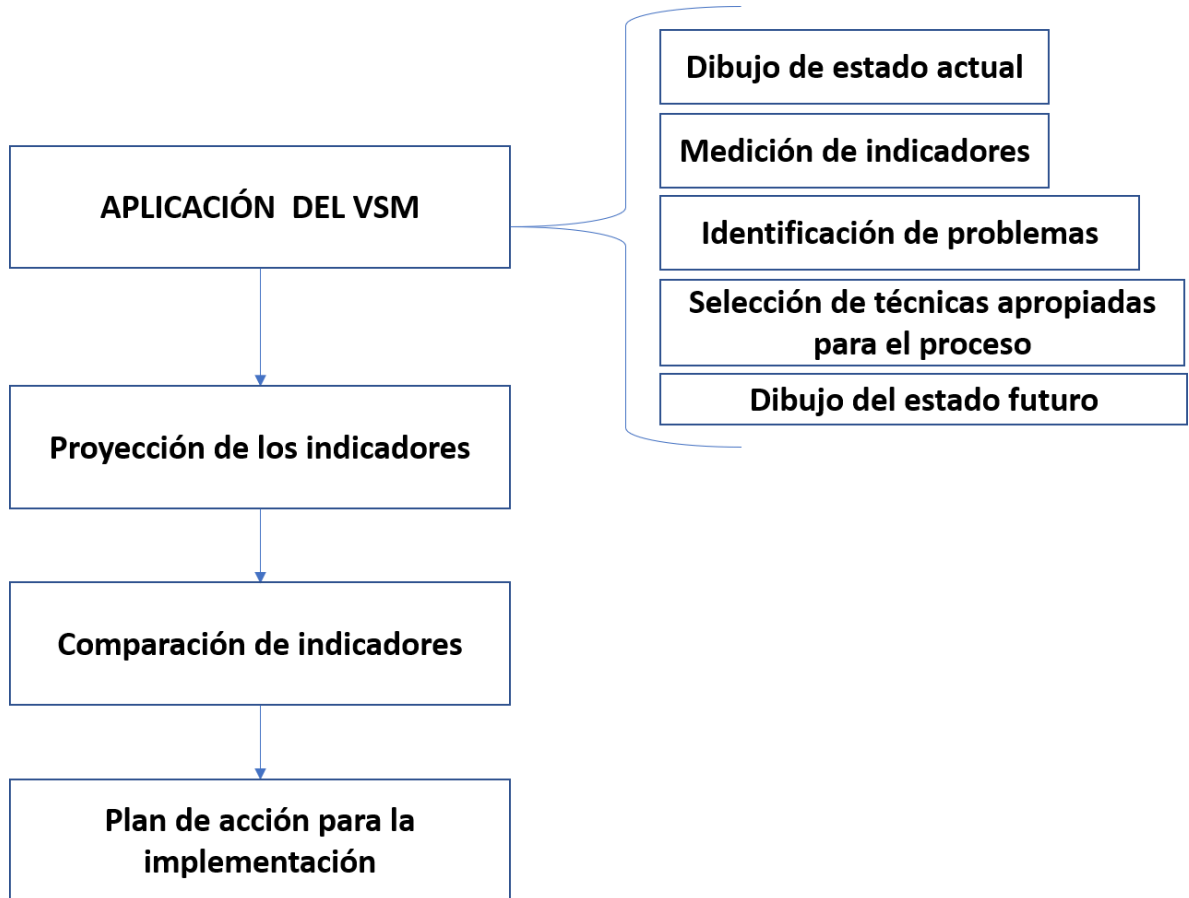


Figura 2: Pasos para aplicación del VSM. Fuente: Elaboración propia.

Mapeo de cadena de valor en su situación actual: En el mapa del estado actual se incluye el estudio de tiempos como actividad principal, como también toda la información que es necesaria para el proceso.

Medición de indicadores: Se miden indicadores importantes dentro del proceso de producción.

Identificación de problemas: Se reconocen los distintos desperdicios y problemas que afectan tanto la cadena productiva como los procesos individuales.

Selección de técnicas: Dependiendo de los desperdicios encontrados en la etapa anterior se hace una selección de técnicas apropiadas para su futura solución.

Dibujo de estado futuro: Se realiza el estado futuro del mapa de cadena de valor destacando las mejoras implementadas.

También es importante mencionar que los autores (Barcia & Loor, 2007) integran el mapa de cadena de valor con tres acciones y ellas son: proyección de indicadores, comparación de indicadores e implementación de un plan de mejora para el proceso que ayudaran en las técnicas planteadas.

Para conocer el proceso detallado en la planta de producción, se aplicaron técnicas como el diagrama de flujo, de esta manera se hacía más sencillo entender y plasmar el proceso para su posterior estudio.

Simbología

En el siguiente apartado se presentarán los diferentes símbolos que son utilizados para representar las tareas y funciones dentro del mapa de cadena de valor, cabe resaltar que los símbolos no son estándares y existen muchas alternativas. Dentro de la aplicación del mapa de cadena de valor se incluyen diferentes conceptos que se presentan en la figura 3, los cuales son de gran importancia para el desarrollo de la metodología (Canto & Gandia, 2019).

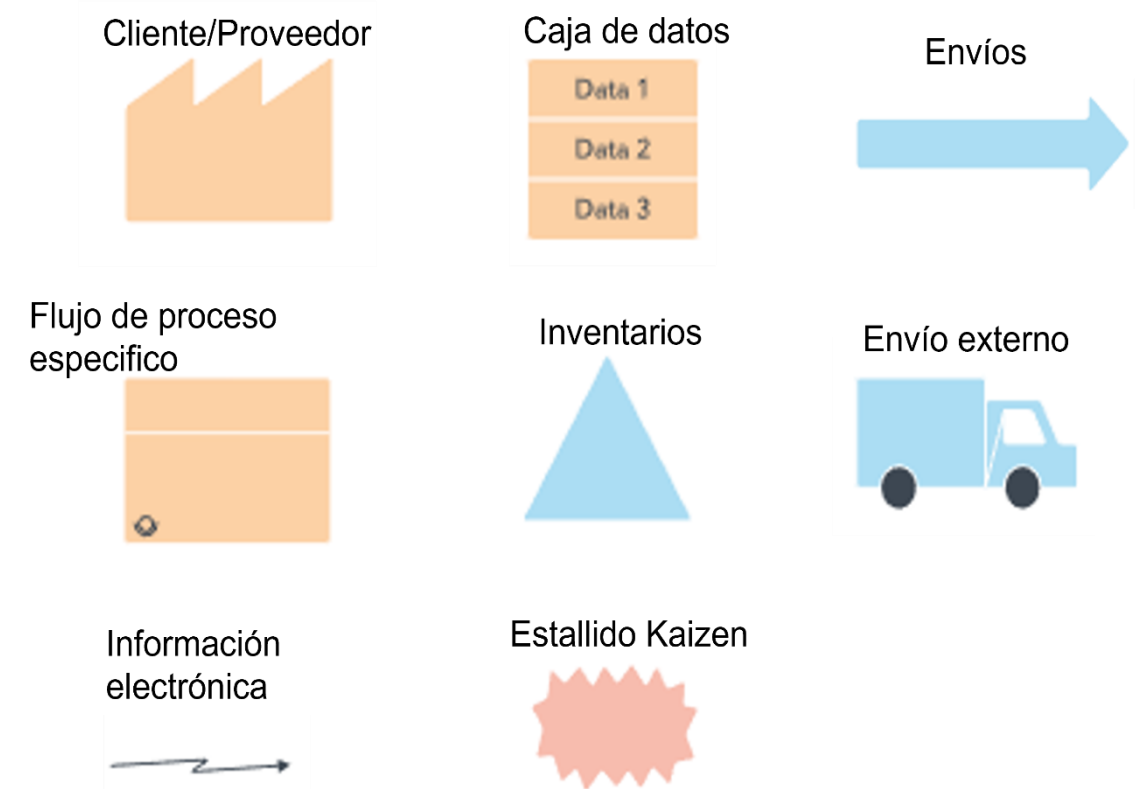


Figura 3: Simbología VSM. Fuente: Elaboración propia.

Takt time

Se refiere al tiempo que conlleva producirse un producto, desde que un elemento ingresa al inicio de producción hasta que pasa al siguiente elemento para satisfacer la demanda del cliente. El cálculo para la obtención del Takt time se presenta en la ecuación 2:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ por\ turno}{Demanda\ total\ por\ turno} \quad (2)$$

OEE

El Overall Equipment Effectives, que traducido significa efectividad general de los equipos, es un método utilizado para la medición de performance productiva el cual

integra datos del equipamiento disponible, la eficiencia del performance y la calidad lograda. Esto permite detectar las actividades que no agregan valor a un proceso, debido a que muestra las pérdidas que van relacionadas con el rendimiento y la calidad ya sea de un sistema o un equipo (Belohlavek, 2006). En la ecuación 3 se muestra cómo se calcula este indicador:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad \quad (3)$$

Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo se refiere al tiempo en que un proceso se ejecuta ya sea un proceso en máquina o un proceso manual, se identifica como el tiempo que aporta valor, es decir, que produce transformación en el producto. (Alvarez A. , 2014).

3.1.3 Estudio de trabajo

Se basa en un método investigativo el cual consiste en la aplicación de diversas técnicas para establecer las tareas dependiendo del tiempo en que un trabajador competente lleva a cabo dichas actividades. Para un mejor manejo de los recursos humanos y materiales se debe aprovechar de la mejor manera la mano de obra y reducir los costos de producción, por otro lado, las áreas administrativas y personal de supervisión ven la necesidad de conocer de qué manera se están empleando los esfuerzos que realizan los operarios, como también si se realizan en el tiempo adecuado y de manera eficiente. Algunos de los objetivos que componen la medición del trabajo son: proporcionar estándares de tiempo los cuales servirán informando a otros sistemas de la empresa e incrementando la eficiencia del trabajo (Criollo, 2011). Las técnicas que se derivan en la medición del trabajo son:

Estudio de Métodos.

El incremento de la productividad depende del adecuado uso de los recursos económicos, materiales y humanos, el estudio de métodos nos permite realizar un

análisis detallado para idear métodos eficaces y factibles al reducir los costos. Para este estudio suele utilizarse lo siguiente:

Diagrama de flujo.

Un diagrama de flujo representa de forma gráfica los pasos o procesos que se desarrollan para documentar la elaboración de bienes y servicios.

Diagrama de análisis de proceso.

Es una representación gráfica que muestra la trayectoria de un producto especificando las actividades que corresponden a operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento.

Medición del trabajo

La medición del trabajo se basa en la implementación de técnicas que ayudan a determinar el tiempo que un operario se tarda en la realización de una tarea. Para ello es recomendable usar el estudio de tiempos el cual se encarga de estudiar más a fondo los tiempos que demanda cada proceso.

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para la medición del trabajo la cual permite un registro del tiempo y ritmo de una actividad donde se busca establecer un tiempo estándar permisible para la tarea determinada. Para la medición del estudio de tiempos se utiliza un cronometro y formatos para registrar la información obtenida.

Este método es importante debido a que los trabajadores son pieza fundamental dentro del proceso productivo de toda organización, siendo estos dentro de concepto lean los encargados en la reducción de los desperdicios gracias a su estrecha relación con los procesos. Por otra parte, para la realización del estudio de

tiempos se debe realizar con ayuda del cronometro o una herramienta que permita medir el tiempo y, se deben agrupar las actividades según su clasificación:

- Operaciones: Transformación de materias primas en producto terminado.
- Recorridos: Transporte de materiales, desplazamientos de operarios.
- Esperas: Producto en espera a ser procesado, transportado o dirigido a otra área.
- Almacenamientos: Esperas a causa del personal por poca disponibilidad.

El proceso del cálculo del número de observaciones realizadas en la etapa de cronometraje se determinó por medio del método estadístico (OIT) el cual requiere cierto número de observaciones preliminares (n') para posterior a ello aplicar la ecuación 4 propuesta por (López, 2019):

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (4)$$

Donde:

n = hace referencia al tamaño de la muestra que se desea calcular (número de observaciones)

n' = se refiere al número de observaciones del estudio preliminar.

\sum = es la suma de los valores.

X = hace referencia al valor de las observaciones.

3.1.4 Revisión de la literatura

Con respecto a las técnicas y herramientas que hacen parte de la manufactura esbelta, es importante mencionar que no se debe pensar que son solo simples pasos o métodos que solucionan problemas organizacionales, ya que estas herramientas son una filosofía y una cultura que puede ser aplicada en cualquier tipo de empresa u organización sin importar a que se dedique, debido a que tiene una característica principal que se define como un proyecto a largo plazo que va a ir enfocado al desarrollo personal de todos los funcionarios. Para dar un mayor énfasis, a continuación, se presentarán las diferentes propuestas generadas por ciertos autores que eligieron varias herramientas de la filosofía lean Manufacturing para abordar procesos productivos en diferentes empresas.

(Shahriar y otros, 2022,) aplican las 5S en una compañía perteneciente a la fabricación de bolsas de plástico en Bangladesh, donde el propósito principal del estudio que estos autores plantean es la utilización de 5S, la cual es una estrategia de manufactura esbelta que ayuda a reducir los desperdicios. En este estudio todas las actividades y subprocesos se registraron, se examinaron y se clasificaron en operaciones que agregan valor y en otras que no agregan valor, dando paso a el desarrollo y ejecución de la técnica 5S paso a paso para mejorar la eficiencia operativa de todas las operaciones que conforman el proceso de fabricación de bolsas de plástico donde se eliminó los movimientos adicionales y tiempos de espera. Concluyeron que es una herramienta para reducir tiempos operativos que no agregan valor en el proceso productivo.

Por otro lado (Veres y otros, 2018) observa que, en un entorno de constantes cambios, los países de mayor envergadura han creado importantes modelos de gestión ejemplares. Siendo las 5S parte del sistema de producción Toyota, el cual es el método más utilizado en toda la industria automotriz, debido a que fomenta la disciplina y la limpieza en el lugar de trabajo, logrando así maximizar la eficiencia y

la productividad. Este autor se centró en estudiar la relación entre la evolución de la productividad en una empresa local del condado de Mures Rumania, que se dedica a la industria automotriz. También se demuestra que el método 5S es importante teniendo correlación positiva en el rendimiento general de los resultados de producción.

Un aporte interesante que hace (Garza-Reyes y otros, 2018) es la investigación sobre el impacto de los cinco métodos esenciales en la filosofía Lean, lo cuales son el JIT, automatización, kaizen/mejora continua, mantenimiento productivo total (TPM) y mapeo de flujo de valor (VSM), con respecto a las medidas que se utilizan comúnmente para el cumplimiento del desempeño ambiental, los autores hacen referencia al material que se usa, consumo energético, salida de no productos y emisiones contaminantes, dando como finalidad establecer la relación entre los logros ambientales que se consiguen y el nivel en que se logra la implementación de la filosofía Lean. Los resultados obtenidos por los autores muestran que una compañía que ha implementado JIT y TPM tienen una alta correlación con el impacto de las cuatro medidas que se mencionaron anteriormente. Además, el VSM es prácticamente inofensivo en el tema ambiental, debido a que, para las compañías contar con esta filosofía no tiene un impacto significativo en los ejes ambientales evaluados, por el contrario, al ser una herramienta de diagnóstico de Lean Manufacturing no se estima que su aporte sea directamente al medio ambiente. Es importante mencionar que la investigación de estos autores presenta una serie de datos confiables a tener en cuenta en caso tal que se quiera emprender un proyecto relacionado con la filosofía Lean el cual busque generar no solo un impacto productivo, sino que a su vez genere un impacto ambiental positivo.

(Abdulmalek & Rajgopal, 2007) estos autores describen un caso en el cual los principios de la metodología lean fueron adaptados para el sector de procesos, buscando su aplicación en una gran acería integrada. El VSM o Value Stream Mapping fue la principal herramienta que se utilizó, esto se debe a que permite que

los autores identifiquen las oportunidades para la utilización de las demás técnicas lean. Así mismo, presentan los escenarios del estado actual y futuro del mapa de la cadena de valor, con la finalidad de poder tener una vista más amplia y detallada del proceso y gráficamente ilustrar a los administradores los beneficios potenciales que pueden surgir a partir de ese análisis, como lo puede ser la reducción de los tiempos de producción y la reducción de los inventarios de trabajo en sus procesos.

Otros autores como (Cuadros Cuadros & Quintero Vásquez, 2018) brindan una orientación a como crear un plan de mejora para el sistema productivo en una empresa que se dedica a la producción de láminas tríples utilizando las herramientas Lean Manufacturing, donde aparte de enfocar su atención a los procesos que se realizan en la empresa también se basan en estudiar el enfoque cultural para crear un ambiente laboral idóneo y esto es posible mediante la aplicación de la filosofía Lean. Por otra parte, estos autores estudian la organización con una mirada holística con ayuda de la herramienta VSM donde se evalúan procesos internos como también factores externos por ejemplo proveedores y clientes. A partir de esto se puede dar un diagnóstico más detallado del proceso que comprende la empresa lo cual ayudara a la identificación de oportunidades de mejora y buscar la relevancia e impacto que estas lleguen a tener en la organización en temas de productividad e impacto social.

De acuerdo con el autor (Murillo López, 2019) la implementación de las herramientas Lean en la investigación del proceso de producción de paneles de madera en la empresa tríples San Juan LTDA, trajo un impacto positivo en cuanto a la disminución de pérdida de material y un beneficio económico para la organización. En el proceso inicial la pérdida del material era del 41.7% y una vez implementadas las herramientas dicha pérdida disminuyo a un 4.9%. La organización paso de producir 1800 laminas con 17 mil kilos de madera a 2937 laminas con la misma cantidad de madera. Por otra parte, el impacto económico

generado fue de \$20.466.000 por camión en precio de venta al público representado una utilidad de \$3.411.000.

4. METODOLOGIA

El trabajo presenta una investigación de campo, donde se estudia el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos de la empresa estudiada, para este caso el objetivo es identificar las actividades que generan desperdicios y a su vez que producen una baja eficiencia en el proceso de fabricación de láminas triplex, posteriormente con el fin de lograr el objetivo general y dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos propuestos en la investigación teniendo como referencia herramientas de Lean Manufacturing se plantea una estructura metodológica que comprende los siguientes etapas representadas en la figura 4.

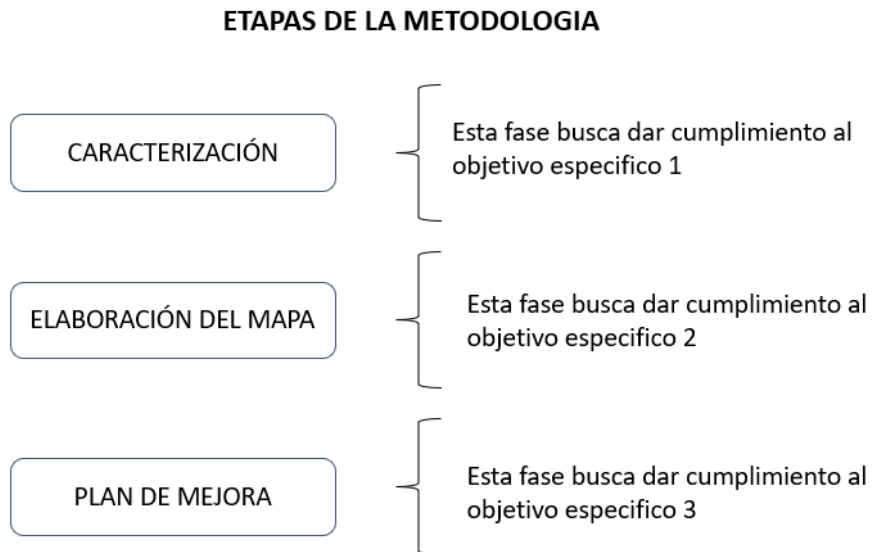


Figura 4: Etapas de la metodología. Fuente: Elaboración propia.

Caracterización.

Esta etapa está compuesta por dos componentes, el primer componente es el reconocimiento, en este se realiza una caracterización que ayuda a comprender el proceso productivo que realiza la empresa caso de estudio. Esta caracterización es realizada en diversas visitas a la planta física y de esta manera se logran observar los procesos y actividades que la conforman. Así mismo, de forma paralela a la caracterización se hacen observaciones en cuanto a la identificación de

desperdicios y problemas que se logran identificar en cada etapa de la elaboración del producto con el fin de clasificarlos. Esta clasificación de desperdicios es pertinente para identificar que herramientas de la filosofía Lean Manufacturing se acoplan a las problemáticas encontradas. Para el proceso de caracterización es importante contar con una herramienta que ayude a la identificación del proceso en el cual se encuentran proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes, la herramienta a utilizar será SIPOC que cuenta con esa particularidad para dicha caracterización.

Por otra parte, el segundo componente es la investigación, el cual comprende la búsqueda de artículos y documentos donde se acoja la filosofía Lean, básicamente información que permita entender lo que implica cambiar la manera de ejecutar y llevar los procesos, por otro lado, también se busca en la literatura información necesaria que permita conocer y comprender de qué manera se aplican las herramientas Lean y cuál es el impacto en su implementación para mitigar problemas que se identifican. Se toma como base el trabajo de (LEÓN, 2017), el cual brinda las claves de éxito en la implementación de herramientas lean.

Con los desperdicios identificados se procede a realizar un proceso de priorización para determinar los desperdicios más relevantes que no agregan valor y de esta manera serán evaluados con las alternativas de solución, posterior a ello se tendrán en consideración los desperdicios con mayor prioridad para la elaboración del VSM futuro.

Elaboración del Mapa.

Con base en el proceso de reconocimiento se toma la información pertinente relacionada con el proceso y los flujos de información que se encuentran en él, para posterior a ello iniciar la elaboración del Value Stream Mapping (VSM) actual del proceso productivo de la empresa caso de estudio.

En el mapa se ingresan los datos referentes a la demanda diaria del producto terminado con esto se logra establecer el takt time del proceso. Así mismo se incluyen los datos de la cantidad de inventario de material que se encuentra en proceso a lo largo de la cadena. También se llevan a cabo actividades como lo son: determinar la cadena de valor, separar datos de clientes con mayor relevancia, calcular el takt time que permita obtener el ritmo con el cual se está produciendo en cada proceso, determinar qué procesos conforman la cadena de valor como también indicadores para su medición, separar datos con mayor relevancia de los proveedores, calcular el tiempo de procesamiento y de entrega y determinar el flujo de información. Otro dato importante que se tuvo en cuenta para la elaboración del VSM actual es el estudio de tiempos del proceso, el cual se realizó de la siguiente forma: con ayuda de cronómetro y hojas de medición del trabajo se agrupan las actividades en partes y se divide en procesos que permita una toma de tiempos que se ajuste a el tipo de producción que tiene la empresa caso de estudio, en la sección 5.2 será explicado con más detalle cómo se realizó este estudio.

Finalmente, con el VSM actual elaborado se proponen estrategias pertinentes para mitigar los desperdicios identificados que están plasmados en el mapa, de la misma forma se establecen los eventos Kaizen del proceso productivo. Esto se hace con el fin de obtener la ideal propuesta del proceso productivo que se espera si se toman en cuenta las pautas y recomendaciones que resultan del análisis realizado en el VSM actual, de esta manera procede a la construcción del VSM futuro, el cual es el estado ideal que estará conformado por el nuevo flujo óptimo de producto, materiales e información al que se quiere llegar.

Plan de mejora.

Este punto comprende las mejoras propuestas en la fase anterior realizadas en el VSM actual, posterior a ello se lleva a cabo un proceso de validación que consiste

en la comparación de ciertos aspectos del VSM actual y del VSM futuro propuesto, esto ayudará a considerar si las propuestas son válidas y adecuadas. Los aspectos por comparar son: OEE de los procesos, Takt time vs Tiempo de ciclo, Lead time de almacenamientos, calidad del producto final. Finalmente se debe completar con un plan de acción el cual busca implementar las propuestas de mejora estipuladas en el VSM futuro, por otro lado, se propone un cronograma el cual indicara a la organización el tiempo de implementación de los planes de mejora y el presupuesto que se necesita para dicha implementación. En este apartado se definen las actividades que se deben realizar en cada plan de acción como también el personal que será el encargado de liderar la implementación de estos, por consiguiente, se define cual es el fin o el objetivo de la implementación y los tiempos para la implementación de cada una de las propuestas.

Es importante mencionar que no en todos los casos llevar a cabo un plan de acción puede ser suficiente en la implementación del Lean Manufacturing, por ello para garantizar un resultado adecuado es posible que se necesiten ejecutar más de un plan de acción para que la filosofía Lean tenga un impacto notorio y positivo dentro de la organización.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterización del proceso productivo

El proceso que se lleva a cabo en la producción de láminas triplex es complejo y extenso por ello en la figura 5 se presenta el entorno del proceso, de esta manera se logra explicar el contexto y las medidas que se manejan en la industria, las chapas para armar la lámina son las que se utilizan en el proceso de armado y prensado, el interior es el material que va dentro de la lámina es decir no se ve a simple vista, y los calibre de la lámina final son la suma de las chapas utilizadas en el subproceso.

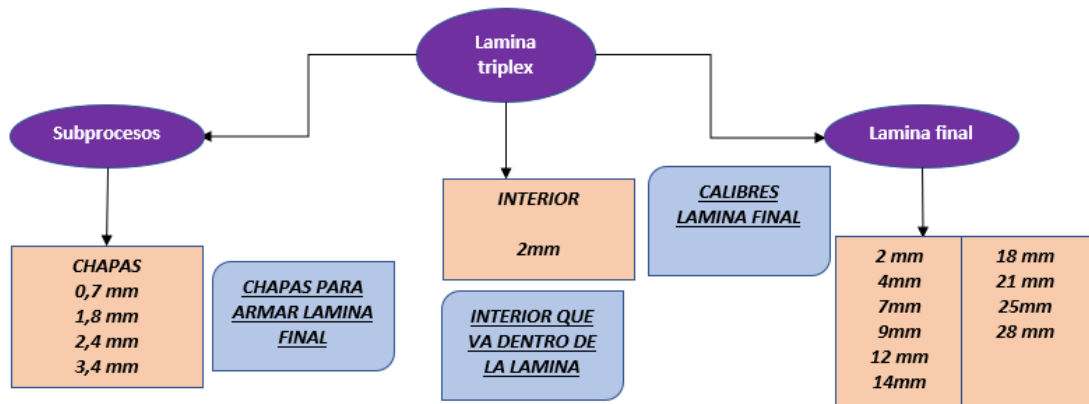


Figura 5: Entorno del proceso. Fuente: Elaboración propia.

La calidad de la lámina final se clasifica en Tipo A, B y C o estructural, siendo la A la mejor calidad y siguiendo por B una lámina estándar, la C es la lámina más económica y fabricada con los troncos menos costosos. Los nombres que llevan dichas láminas son relacionados con el tipo de tronco con las que fueron realizadas y en el anexo 2 se muestran más a detalle.

- Tipo A rosado
- Tipo A okume
- Tipo A Pino
- Tipo A corriente

- Tipo B rosado
- Tipo B corriente
- Tipo C o estructural
- Valluno, referencia creada por la empresa para denominar una lámina realizada con residuos.

Por otro lado, en la figura 6 se presenta el diagrama de flujo el cual muestra todo el proceso general por el cual pasa la materia prima para ser convertida en láminas triples. Se puede apreciar de una mejor manera en el anexo 3.

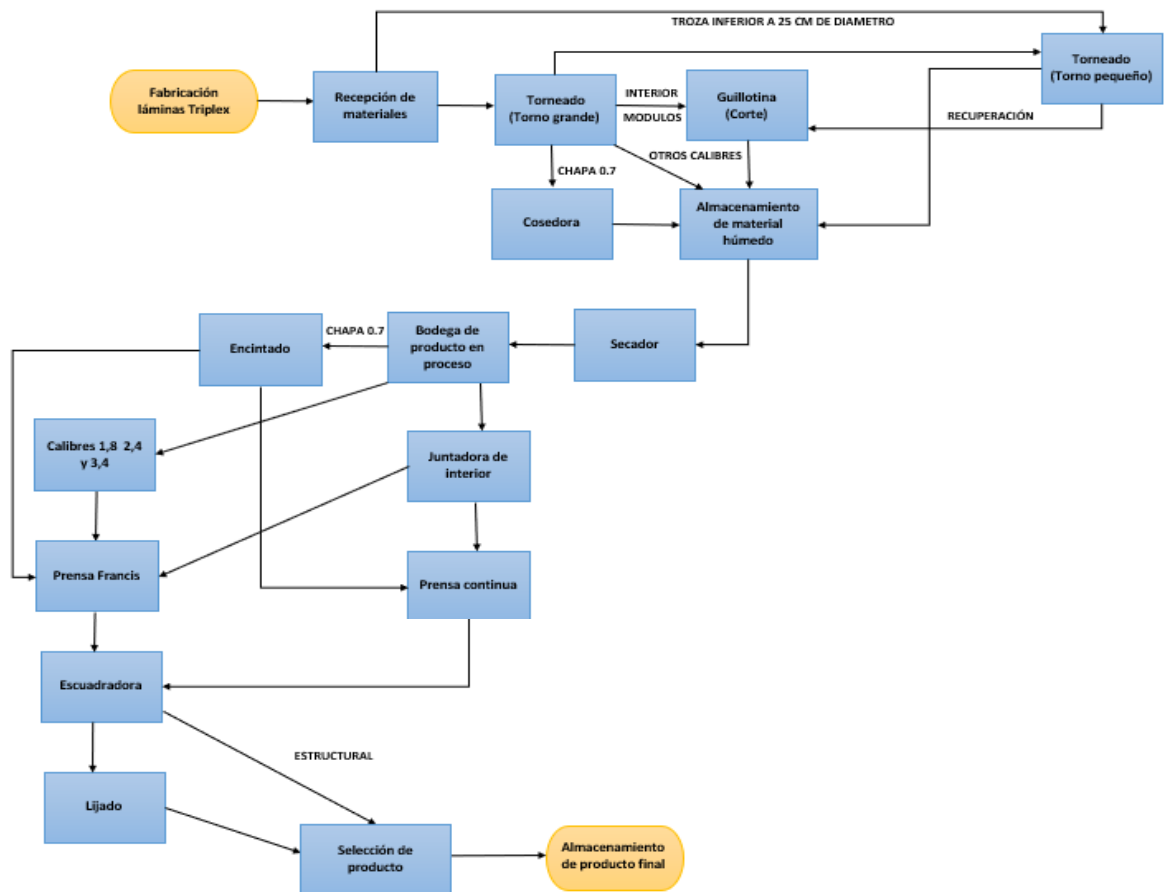


Figura 6: Diagrama de flujo. Fabricación de láminas triplex. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se ejecuta un diagrama SIPOC que permite conocer el proceso y el entorno de la empresa, el cual brinda un concepto de la estructura que posee la organización en su proceso productivo iniciando desde el pedido de insumos y materia prima hasta el almacenamiento de producto terminado, identificando proveedores, entradas, salidas y clientes.

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Supervisor	-Inventario y dirección de la planta -Reporte de resultados diarios	Pedido de materia prima e insumos	Orden de pedido	-Proceso de recepción de materia prima -Permisos de explotación de recursos
Personal natural o jurídica con permiso de explotación	-Vehículo de carga -Permiso de carga	Recepción de materia prima e insumos	-Remisiones -Trozas -Insumos	-Proceso de torneado
Proceso de recepción de materia prima	-Notificación de la llegada -Selección de materia prima	Torneado	-Extracción de chapas interiores y exteriores -Bagazo	-Proceso de guillotinado, cosido y secado -Calderas
Proceso de torneado	Chapas húmedas	Secado	-Chapas cosidas -Chapas interiores y exteriores	-Proceso de alistamiento de material

Proceso de secado	Chapas interiores y exteriores	Alistamiento de material	-Chapas interiores y exteriores secas -Bagazo	-Proceso de alistamiento -Proceso de prensado -Calderas
Alistamiento de material	-Bache -Encoladora -Chapas encintadas -Prensado	Prensado	-Láminas sin resanar -Bagazo -Residuos de bache	-Depósito de residuos -Calderas - Escuadrado
Prensado	-Láminas sin resanar -Resane	Resanado	-Residuo de resane -Láminas sin resanar	Escuadrado
Resanado	-Láminas sin escuadrar -Resane	Escuadradora	-Láminas resanadas -Láminas sin lijar	Lijadora
Escuadrado	-Láminas sin lijar	Lijado	-Cisno -Láminas calibre final	-Cliente externo del cisco
Lijado	-Láminas calibre final	Almacenamiento de producto terminado	-Despachos -Informe final de inventario	-Supervisor

Tabla 2: Diagrama SIPOC. Fuente: Elaboración propia.


El proceso productivo de láminas tríplex generalmente está compuesto por siete procesos principales los cuales se integran de diferentes subprocesos para la elaboración y buen terminado del producto. Se inicia en la limpieza de la troza de aproximadamente 2.60 mts de largo, pasa por un proceso de torneado donde se

elimina toda imperfección obteniendo láminas interiores y exteriores, posterior a esto se inicia el proceso de guillotinado el cual consiste en darle forma a las láminas interiores que salieron deformes del proceso anterior, el cocido de las láminas se hace especialmente para las más delgadas, de esta forma no se dañaran en los pasos posteriores, el paso más importante para el buen manejo y prensado de la lámina es el secado que se hace aproximadamente por 50 minutos a una temperatura de 70°C, para culminar el proceso se prensan las láminas y pasan al área de escuadrado y lijado donde se establecen sus medidas estándar de 1,22 x 2.44 metros y se dan los debidos acabados.

Cabe resaltar que la empresa trabaja bajo sistema de producción push es decir dependen de la materia prima para producir, de esta manera una vez que llegan las trozas se procede a iniciar el proceso de transformación.

Proceso de recepción de materia prima

El proceso de recepción de materia prima se representa por medio de un cursograma en la figura 7 donde se inicia desde que el operario descarga el camión por medio de un tractor, posterior a esto se toman las medidas correspondientes a cada troza para verificar que cantidad de metros cúbicos llegan a la planta y que tipo de material se va a extraer de la troza, es allí donde se deben elegir una de las dos opciones que son enviar la troza al torno grande en el cual se extrae chapa interior y exterior o enviarlo al torno pequeño donde solo se extrae interior, lo anterior depende del estado de la troza.

Cursograma Analítico		
Proceso: Recepción de materia prima		
Metodología: actual	Actividades	
		Operación










Factores a tener en cuenta: Diametro de la troza Especie de la troza					Transporte
					Inspección
					Espera
					Almacenaje
Descripción					
					
1- Llegada del camión a la planta	•				
2- Descargue de materia prima	•				
3- Medición de diámetro	•				
4- Inspección del estado de las trozas				•	
5- Selección y clasificación	•				

Figura 7: Cursograma Analítico: Recepción de materia prima. Fuente: Elaboración propia.











Proceso de torneado

Esta área se encarga de montar la troza en medio de los rieles para luego hacerla girar, entre tanto en el otro lado de la máquina dos operarios se encargan de recoger los residuos, chapas e interior salientes, de esta manera se realiza el mismo procedimiento en el torno pequeño el cual es el encargado de sacar el interior que lleva dentro la lámina tríplex.

En el torno grande se repite el mismo procedimiento con cada troza elegida, destacando así que la cuchilla debe tener una abertura de 2 milímetros para aprovechar el interior en el proceso de redondeo, luego la cuchilla se adapta a una medida de 1 a 1.5 milímetros para obtener las chapas exteriores y extenderse a lo largo de la mesa para posteriormente ser cortadas por la máquina.

Cabe resaltar que el área de torneado requiere gran número de personal debido a la amplia cantidad de material que se maneja, en el torno pequeño se corta la troza a la mitad para poder encajar en la máquina y su material sale aproximadamente de 90 centímetros de ancho, a medida que se realizan los cortes se hacen arrumes para posteriormente ir a área a almacenamiento de producto en proceso.

El desperdicio de material se presenta en gran cantidad debido a los daños en la cuchilla del torno los cuales son ocasionados por puntillas y piedras que vienen incrustados en la troza de madera, en la calibración de la cuchilla también se presentan desperdicios debido a que esta se realiza con la máquina en movimiento y el material desperdiciado se usa como combustible para las calderas. Este proceso se representa por medio de un cursograma en la figura 8.

Cursograma Analítico						
Proceso: Torneado						
Metodología: actual		Actividades				
Factores a tener en cuenta: Tamaño de la troza Especie de la troza Calibre de cuchilla		Operación				
		Transporte				
		Inspección				
		Espera				
		Almacenaje				
Descripción						
1- Transporte de la troza al área de redondeo						
2- División de la troza dependiendo su tamaño						
3- Alce de la troza						

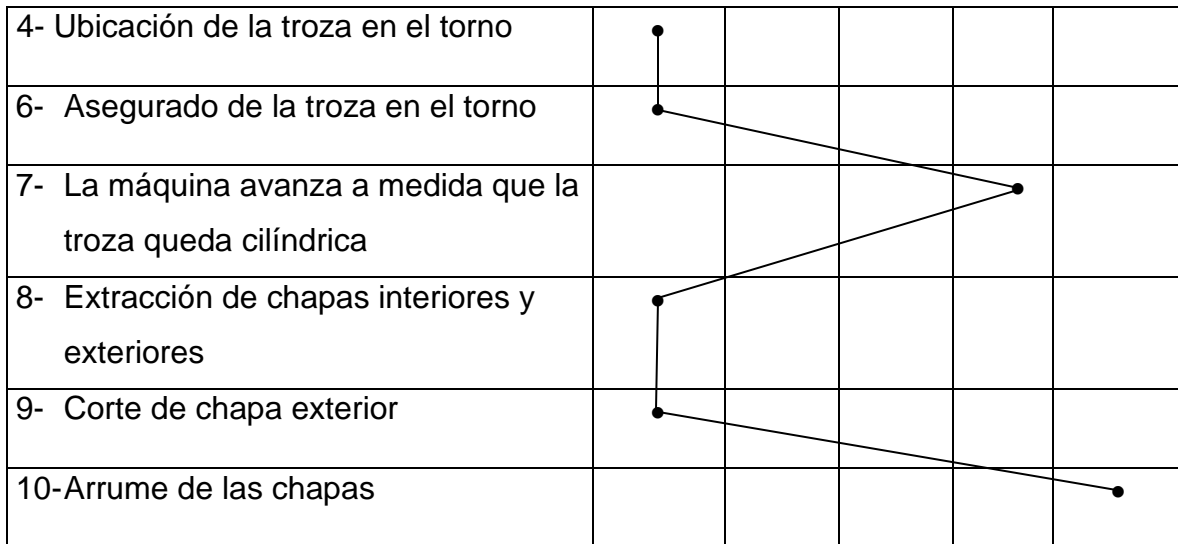


Figura 8: Cursograma Analítico: Torneado. Fuente: Elaboración propia.

Proceso de guillotinado

Esta área se encarga de dar forma al interior saliente del proceso de torneado por medio del corte en los bordes deformes de la lámina, de esta manera se alinean las partes para un mejor acabado del producto. En este proceso es indispensable el afilado de la cuchilla para mejor calidad en el producto, en la figura 9 se presenta el cursograma analítico del guillotinado.



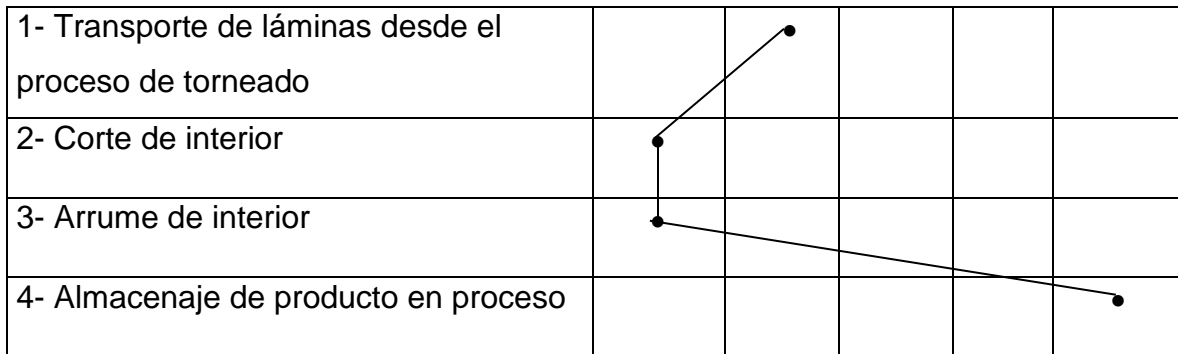
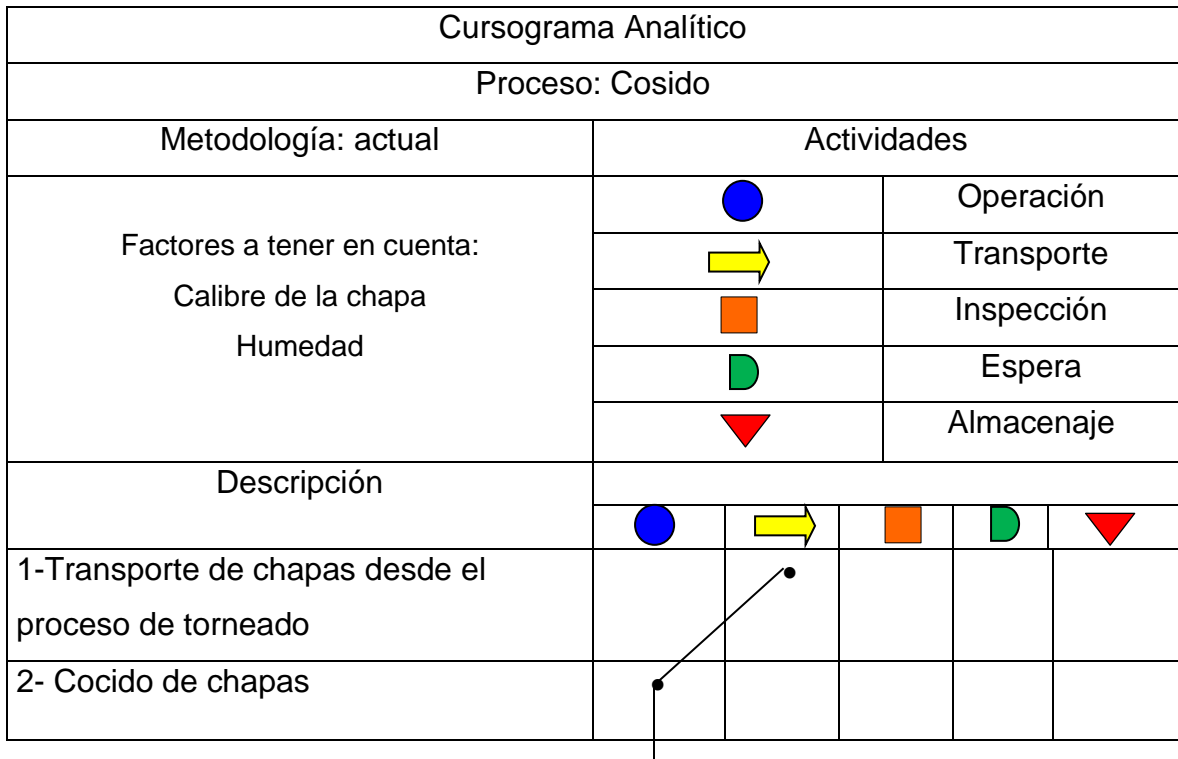


Figura 9: Cursograma Analítico: Guillotinado. Fuente: Elaboración propia.

Proceso de costura

El proceso de cosido se realiza especialmente para chapas de 0,7 mm es decir las más delgadas, se lleva a cabo para cocer sus bordes y que en el resto del proceso no sufra daños o cortes, al ser un material húmedo y delgado tiende a dañarse muy fácil. Este proceso se representa en la figura 10.



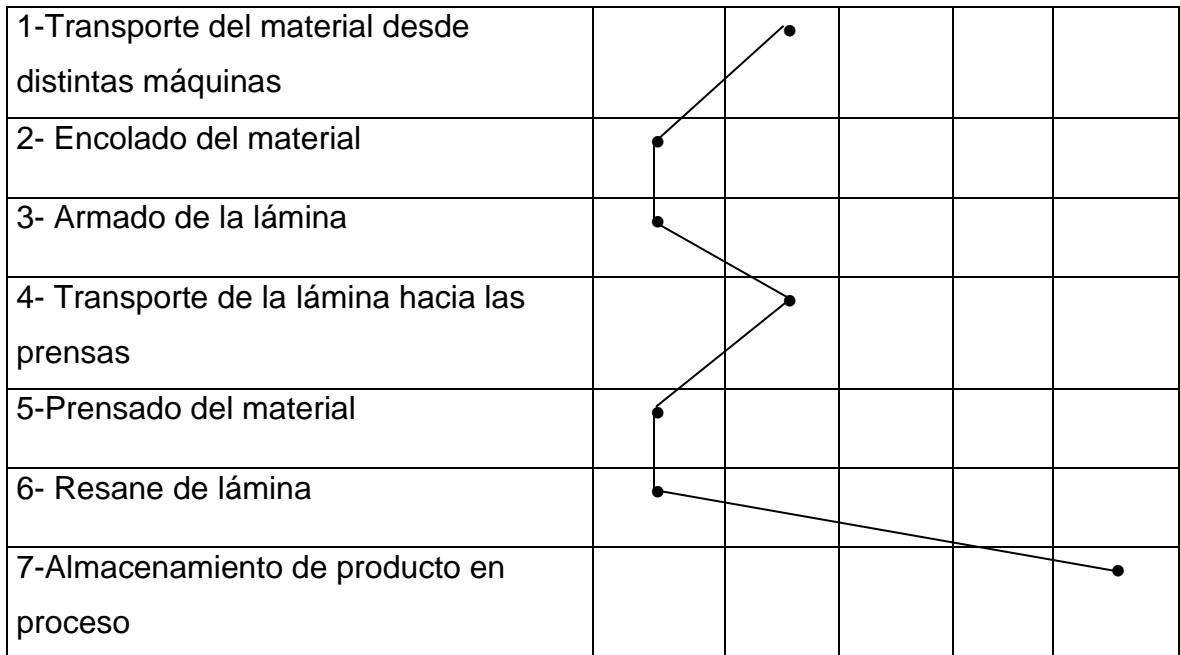
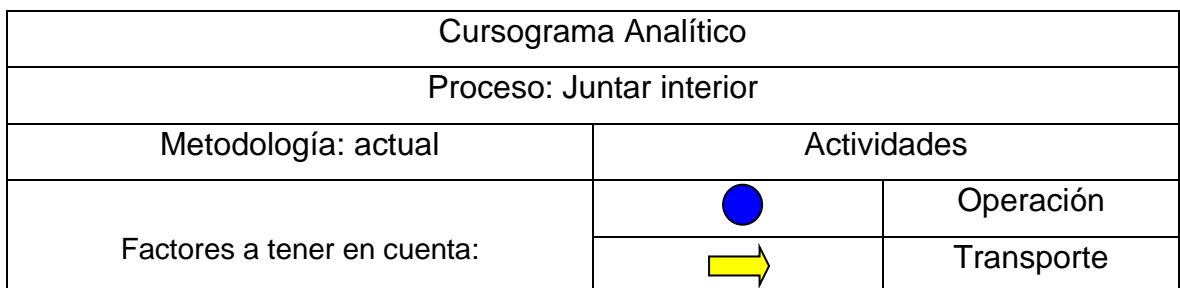


Figura 12: Cursograma Analítico: Prensado. Fuente: Elaboración propia.

Proceso de juntar interior

Este proceso fue implementado hace poco en la empresa, consiste en juntar el interior saliente del proceso de torneado el cual se usa para formar una chapa y que rinda el encolado de la lámina, ya no se pasa interior por interior sino solamente se pasa la chapa una vez por la encoladora y reduce tiempos en un 95%. Cabe resaltar que esta unión se hace por medio de hilos y pegamento. En la figura 13 se presenta el cursograma analítico de este proceso.















Tamaño del interior		Inspección			
		Espera			
		Almacenaje			
Descripción					
	1-Transporte desde el secado a la máquina juntadora				
2- Selección de interior					
3- Unión de interior					
4- Almacenaje de producto en proceso					

Figura 13: Cursograma Analítico: Juntar interior. Fuente: Elaboración propia.

Proceso de encintado o alistamiento de material

Para corregir ciertas rajaduras que sufre la chapa durante el proceso se sellan con cinta de enmascarar, este proceso se les realiza a todas las chapas salientes del proceso de secado que estén en mal estado, cabe resaltar que todos los procesos generan desperdicios en especial el alistamiento de material, estos desechos se usan como combustible para las calderas. Principalmente este proceso se realiza de forma manual por dos operarios que se encargan de encintar y seleccionar cada chapa. En la figura 14 se presenta el cursograma analítico de este proceso.

Cursograma Analítico	
Proceso: Encintado o alistamiento de material	
Metodología: actual	Actividades
Factores a tener en cuenta: Calidad de la chapa	 Operación
	 Transporte
	 Inspección
	 Espera

	▼	Almacenaje			
Descripción					
	●	→	■	◐	▼
1- Transporte desde el secado hacia las mesas de encintado		●			
2- Clasificación de chapa	●				
3- Encintado de chapa	●				
4- Almacenaje de producto en proceso					●

Figura 14: Cursograma Analítico: Encintado o alistamiento de material. Fuente: Elaboración propia.

Proceso de escuadrado

Luego de que salen las láminas del proceso de prensado se ubican en la máquina escuadradora la cual cuenta con dos cuchillas circulares en cada lado para perfilar la lámina con las medidas estándar definitivas 1.22 mts por 2.44 mts. En la mesa se llegan a ubicar hasta diez láminas una sobre otra dependiendo del calibre que se esté manejando en la línea productiva. Cabe resaltar que es un proceso de cuidado, ya que si se llega a desviar el manejo de la máquina afecta todo el proceso anterior por ende la calidad del producto. En la figura 15 se presenta el cursograma analítico de este proceso.

Cursograma Analítico	
Proceso: Escuadrado	
Metodología: actual	Actividades
Factores a tener en cuenta: Calibre de la lámina	● Operación
	→ Transporte
	■ Inspección












Tipo de producto		Espera			
		Almacenaje			
Descripción					
					
1- Transporte desde el proceso de prensado hacia la escuadradora					
2- Ubicación de láminas					
3- Escuadrado de láminas					
4- Inspección de calidad					
5- Embalaje (solo estructural)					
6- Almacenaje de producto terminado					

Figura 15: Cursograma Analítico: Escuadrado. Fuente: Elaboración propia.

Proceso de lijado

El proceso de lijado inicia verificando el estado de las lijas para evitar posibles reprocesos, cuando la máquina se encuentra lista para operar se procede a darle inicio, el operario se encarga de ingresar las láminas a la máquina donde al otro lado lo está esperando su compañero para recibirlas y verificar que la lámina se encuentre bien lijada considerando si se debe repasar o no. En la figura 16 se muestra el cursograma analítico de este proceso.

Cursograma Analítico	
Proceso: Lijado	
Metodología: actual	Actividades
Factores a tener en cuenta: Calidad de la lámina Estado de la lija	 Operación
	 Transporte
	 Inspección
	 Espera

	Almacenaje				
Descripción					
	●	→	■	◐	▼
1-Inspeccion del estado de la máquina			●		
2-Encendido de la máquina	●				
3- Ingreso de la lámina a la máquina	●				
4- Control de calidad de la lámina			●		
4- Clasificación de lámina	●				
5-Alamacenaje de producto terminado					●

Figura 16: Cursograma Analítico: Lijado. Fuente: Elaboración propia.

Almacenamiento de producto terminado

Para este proceso se tiene destinada una bodega en la cual se clasifican las láminas dependiendo de su calidad y del pedido que se haya realizado, de esta manera se despachan cuando el cliente envié a los encargados de recoger las láminas.

5.1.1 Presentación de la empresa

El desarrollo del caso de estudio se elaboró en una empresa familiar ubicada en el centro del valle del cauca, más precisamente en el corregimiento de Presidente que cuenta con una experiencia de más de 12 años en el mercado del tríplex involucrando diferentes medidas en sus productos y trabajando con especies como el sande, sajo, okume, otopo y pino. Mediante una gestión innovadora la empresa hoy en día tiene un amplio portafolio donde se incluyen servicios como enchapado y decorativos, así como también la fabricación de mesas para eventos, camillas de primeros auxilios y puertas de madera. La empresa busca ser una de las empresas

más reconocidas en Colombia entregando buena calidad al mejor precio para cumplir con las necesidades y expectativas de los clientes.

Durante la evaluación que se realizó al proceso productivo se pudo evidenciar la falta de planeación en las diferentes operaciones lo cual no permite tener un control sobre las unidades producidas por máquina generando mayor cantidad de tiempos ociosos y movimientos innecesarios, la alta gerencia desea incorporar a futuro un plan que permita estructurar toda la cadena productiva y tener un control más detallado sobre su inventario.

La empresa cuenta con periodos de escasez en materia prima, debido a esto los trabajadores mantienen en el inventario reservas para defenderse en dichas etapas, logrando así producir bases de madera para pupitres, durante ese tiempo se espera que la producción de madera vuelva a estar fuerte para suplir la demanda retrasada de los clientes. Es importante mencionar que estas etapas de escasez afectan en gran medida tanto la producción como la satisfacción del cliente.

5.1.2 Presentación de la planta física

La empresa está situada en el corregimiento de Presidente cuenta con áreas bajo techo donde están ubicadas las distintas máquinas para la elaboración del producto, también cuenta con un patio el cual es utilizado en ciertas ocasiones para el secado del material y descargue de materias primas, la planta como tal se distribuye en dos etapas las cuales están distribuidas por la elaboración de producto en proceso y producto terminado. Entre los espacios de la planta se encuentran áreas verdes las cuales no se utilizan para nada en especial.

Las zonas se presentarán de manera grafica en la figura 17.

- 1- Zona de almacenamiento de materias primas

- 2- Zona de descargue y patio de secado
- 3- Zona de torneado
- 4- Zona de guillotinado y cosido
- 5- Zona almacenamiento de producto terminado
- 6- Zona de calderas
- 7- Zona de secado de material
- 8- Zona de maquinaria para la elaboración de demás productos
- 9- Cuarto de herramientas
- 10-Zona de cosido de material
- 11-Zona de elaboración de producto terminado de 7mm en adelante
- 12-Zona de elaboración de producto terminado 2mm y 4mm
- 13-Zona de escuadrado
- 14-Zona de lijado
- 15-Zona de producto terminado
- 16-Oficinas administrativas
- 17-Zonas verdes



Figura 17: Presentación de la planta. Fuente: Arcorian SAS.

5.1.3 Identificación de desperdicios

La identificación de desperdicios se determinó en la evaluación del proceso productivo mediante visitas programadas a la planta de producción, se lograron evidenciar diferentes desperdicios que se realizan por medio del personal y se llevó a cabo una clasificación en cuanto a tiempos innecesarios, defectos de remanufactura y reprocesos.

Mediante la evaluación realizada se logró evidenciar los diferentes desperdicios que se identificaron en cada proceso productivo con la particularidad que varios de estos procesos comparten un desperdicio en común el cual es producido por la disponibilidad del montacarga lo que conlleva a un tiempo de espera innecesario, a continuación, se presentan en la figura 18 la imágenes de los desperdicios que pudieron ser evidenciados.



Figura 18: Desperdicio identificados. Fuente: Elaboración propia.

5.2 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos realizado en la planta de producción se llevó a cabo mediante ciclos de trabajo en cada proceso productivo, es decir, los tiempos fueron tomados con respecto a una cantidad de material equivalente para acertar de mejor manera en los tiempos exactos que duraba en pasar el producto por cada máquina correspondiente, en la tabla 3 se presenta las respectivas equivalencias de material para cada tipo de proceso.

El material equivalente para tener en cuenta en la toma de tiempos es explicado más a detalle a continuación, el proceso de recepción de materia prima y torneado raute se llevó a cabo mediante el número de trozas que se usaba en cada proceso, dando como resultado que se descargaban aproximadamente 81 trozas en el tiempo de ciclo de recepción de material, de esta manera se hizo con cada proceso explicando desde el momento en que ingresaba a la máquina hasta su salida. Cabe resaltar que los procesos de guillotinado y secado se realizaron por medio de la medida en m² debido a que el interior no se puede medir por medio de láminas sino en la cantidad de arrume que salga o ingrese. En el proceso de secado se utilizaron datos históricos de la compañía para lograr determinar qué cantidad se obtiene en el tiempo de ciclo.

Proceso	Ciclo de trabajo que se estudio	Material equivalente
Recepción de M.P	Desde que empieza el descargue del camión hasta que termina	Promedio de 81 trozas
Torneado en Rau-te	Desde el momento en que el operario empuja la troza hasta la última lámina cortada	1 troza

Torneado chino	Desde el momento que sube el bolillo por el transportador hasta que sale el ultimo interior	1 bolillo
Guillotina	Desde que ingresa el interior hasta completar el metro cuadrado (cabe resaltar que se tomaron medidas de largo y ancho del arrume para calcular m2)	1.6 m2
Cosedora	Desde que el operario toma la sabana hasta que es puesta en el arrume ya cosida	1 sábana
Secador	Se tomaron en cuenta datos históricos de la empresa para hallar la cantidad que se puede procesar en el tiempo de ciclo	86.7 chapas 333.1 m2
Juntadora de interior	Desde el operario ingresa el primer interior hasta salir sabana completa	1 sábana
Prensa continua	Desde encolado hasta el resane teniendo en cuenta que hay 1	1 lámina

	persona encargada de armar	
Prensa Francis	Desde encolado hasta el resane teniendo en cuenta que en este proceso hay 2 personas encargadas de armar arrumes	32 láminas
Escuadradora	Desde que se montan láminas en el transportador hasta ser arrumadas	5 láminas
Lijadora	Desde que el operario toma la lámina hasta que se arruma	1 lámina
Encintado	Desde que se toma la sabana hasta ponerla en el arrume	1 sábana
Empaque	Desde que el operario alista material hasta al amarre y marcado de las láminas	1 arrume de producto terminado

Tabla 3: Estudio de tiempos. Fuente: Elaboración propia.

Luego de determinar el material equivalente se llevó a cabo la toma de muestras en la cual se utilizó la fórmula del método estadístico propuesta por la organización internacional del trabajo, dicho método estadístico consiste en efectuar el número de observaciones preliminares y aplicar la fórmula bajo un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, en el estudio realizado se tomaron en cuenta 10 observaciones iniciales.

En la tabla 4 se presentan los números de muestras a tomar por cada proceso, arrojados en la muestra del método estadístico, para una mejor precisión en los datos de los procesos de prensado se decidió tomar el número de muestras para cada subproceso y en los tiempos de ciclo mostrar la suma del proceso en general. Posterior al estudio de muestras se procede a tomar los tiempos de ciclo correspondientes para cada proceso con sus correspondientes suplementos los cuales se presentan en el anexo 4. Con respecto a los tiempos de ciclo del área de prensado continuo se tiene un tiempo estándar de prensado de 50 segundos por lámina y esta sumado dentro de todo el proceso completo.

Proceso	Número de muestras a tomar
Recepción de M. P	95
Torno-Raute	176
Torno Chino	28
Guillotina	57
Cosedora	94
Encoladora continua	43
Armado continua	45
Resane continua	66
Secador	140
Encintado	186
Juntadora	25
Encoladora Francis	46
Armado Francis	90
Resane Francis	37
Prensado Francis	63
Escuadradora	59
Lijadora	115

Empaque	11
---------	----

Tabla 4: Muestras a tomar. Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de ciclo para cada uno de los procesos se presentan en la tabla 5.

Proceso	TC (SEGUNDOS)
Recepción de M. P	8850
Torno-Raute	290
Torno Chino	37
Guillotina	25
Cosedora	25
Prensado continua	148
Secador	6000
Encintado	98
Juntadora	25
Prensado Francis	1566
Escuadradora	115
Lijadora	39
Empaque	376

Tabla 5: Tiempos de ciclo. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Mapa de estado actual

Para llevar a cabo el proceso de creación del mapa en su estado actual se tuvieron en cuenta datos históricos de la empresa donde se tiene una demanda mensual de 17.784 láminas las cuales, si se dividen entre los 24 días laborales activos, se obtiene la demanda diaria para el periodo seleccionado y se representa en la ecuación 5.

$$Demanda\ diaria = \frac{17784\ laminas/mes}{24\ dias/mes} = 741\ laminas/dia \quad (5)$$

Para el cálculo del takt time se tuvo en cuenta una jornada laboral de 9.5 horas, es decir, 570 minutos y se representa en la ecuación 6.

$$Takt\ time = \frac{570\ minutos/dia}{741\ laminas/dia} = 0.76\ laminas/minuto \quad (6)$$

Como se mencionaba en los ítems anteriores el indicador OEE (eficiencia general de equipos) es el utilizado para calcular la eficiencia operativa de los procesos que usan maquinaria para su funcionamiento. Con respecto a los cálculos realizados se tomó en cuenta las fórmulas 7, 8 y 9 descritas por (Bertoncello, 2021) en su blog de como calcular el OEE.

$$Disponibilidad: \left(\frac{Tiempo\ en\ produccion}{Tiempo\ programado\ para\ producir} \right) * 100\% \quad (7)$$

$$Calidad: \left(\frac{Cantidad\ de\ productos\ buenos}{Cantidad\ total\ producida} \right) * 100\% \quad (8)$$

$$Rendimiento: \left(\frac{Cantidad\ de\ produccion\ real}{Cantidad\ de\ produccion\ teorica} \right) * 100 \quad (9)$$

Para el cálculo de los tres indicadores se tomaron en cuenta datos históricos de la empresa, y se encuentran ilustrados en el anexo 4 hoja OEE, los valores para la eficiencia general de los equipos se presentan a continuación en la tabla 6.

Máquina	OEE
Torno-Raute	59%
Torno chino	29%
Guillotina	67%
Cosedora	44%
Secador	79%
Juntadora de interior	51%
Prensa continua	58%
Prensa Francis	77%
Escuadradora	45%
Lijadora	33%

Tabla 6: Eficiencia general de los equipos. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la tabla 6 se logra evidenciar la eficiencia general de las máquinas que componen el proceso productivo, según el estudio realizado ningún equipo logra un 100% de eficiencia por lo cual hay margen para mejorar, en especial en los equipos que no son tan productivos teniendo valores muy bajos para la capacidad de producción que tienen. Estos valores se deben a la demanda de materia prima, las veces que la máquina estuvo en operación y la calidad de piezas que salieron buenas.

Dentro del tiempo de Lead time se tienen en cuenta distintos almacenamientos donde el producto no genera valor al proceso entre ellos están el inventario de

producto en proceso, se logró detectar que hay láminas que duran aproximadamente de 10 a 5 días en proceso retrasando la entrega a los clientes.

El mapa de estado actual se dividió en dos etapas debido al amplio proceso productivo que conlleva realizar una lámina de triplex, posterior a esto se describieron los datos correspondientes para cada etapa productiva logrando así evidenciar de forma gráfica todos los ítems correspondientes que conllevaron a formular un plan de acción óptimo para el progreso productivo de la empresa. Para realizar dicho grafico se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones.

- Un día laboral equivale a 9.5 horas
- La semana laboral consta de 6 días
- Los colaboradores tienen alto nivel de rotación en los puestos de trabajo
- El inventario es realizado por cada operario en su puesto de trabajo

El control y la medición de los desperdicios es importante dentro de la organización para estimar diferentes requerimientos y evidenciar que material está entrando al proceso y que porcentaje sale, de esta manera cuantificar las pérdidas y desperdicios que se presentan para poder mitigarlos. Es por esto por lo que, en la tabla 7 se presenta todos los desperdicios del proceso productivo junto con su clasificación y frecuencia de ocurrencia, estos datos fueron evaluados junto con el administrador de la planta para su debida validación. Los desperdicios se tuvieron en cuenta en los meses de marzo y abril del presente año, para cuantificar los desperdicios generados se tomaron en cuenta diferentes factores como son:

- **Tiempo de espera innecesario:** Se expresan en minutos y días, se toman para desperdicio de tiempos en los que no hay ningún valor añadido.
- **Defectos y remanufactura:** Se mide por medio del porcentaje de láminas mal hechas o perdida de material.

- **Reprocesos:** Se mide por medio del porcentaje de la cantidad de reprocesos que se generen a lo largo de la cadena productiva.
- **N/A:** Este ítem no se clasifica dentro de la literatura lean, no obstante, existe desperdicio de material y es importante controlarlo.

Cuadro de desperdicios					
Proceso	Caso	Clasificación	Frecuencia	Ítem de medición	Unidad de medida
Recepción de materia prima	El arribo de materia prima no es el adecuado, hay esperas prologadas y paros en el descargue para atender tareas del torno-raute	Tiempo de espera innecesario	Semana I	5 – 15 días	Tiempo
Torno Rau-te	Cambio de cuchillas en medio del proceso	Tiempos de espera innecesario	Diario	12 minutos	Tiempo
	Averías en la máquina		Semana I	15 minutos	
	Perdida de material utilizable por fallas en el corte	Defectos y remanufactura	Diario	2%	Material en proceso
	Demora en proceso por descargue de camión de M.P	Tiempos de espera innecesario	Semana I	5 minutos	Tiempo
Torno chino	Demora en la recogida de material terminado por parte de la montacarga	Tiempo de espera innecesario	Diario	5 minutos	Tiempo
	Se quedan sin material hasta buscar el montacarga para	Tiempo de espera innecesario	Diario	5 minutos	Tiempo

Guillotinado	poner un nuevo arrume				
Cosedora	Avería en la máquina (desenhebra el hilo)	Tiempo de espera innecesario	Diario	15 minutos	Tiempo
Secador	Se queda sin material en la entrada del secador, demoras en la reposición de material	Tiempo de espera innecesario	Diario	5 minutos	Tiempo
Juntadora interior	Perdida de material por fallas en el manejo de la máquina	Defectos y remanufactura	Diario	5 minutos	Tiempo
Prensa continua	Demora en el arribo de material por parte del montacarguista	Tiempo de espera innecesario	Diario	3 minutos	Tiempo
	Bache mal medido y las láminas quedan mal adheridas	Defectos y remanufactura	Diario	5%	Material en proceso
	Se genera resane sobrante	N/A	Diario	10%	Material sobrante
Prensa Francis	Demoras extras cuando el interior es suelto y no está junto	Tiempos de espera innecesario	Semana 1	Aproximadamente 20 segundos más por lámina	Tiempo
	Transporte de material causa daños en las láminas	Defectos y remanufactura	Diario	5%	Material en proceso
Encintado	Agotamiento de cinta de enmascarar	Tiempo de espera innecesario	Diario	5 minutos	Tiempo

Escuadradora	Láminas pueden salir con bordes desviados	Defectos y remanufactura	Semana I	5%	Material en proceso
	Pérdida de tiempo al empacar el producto cada que termina un arrume	Tiempos innecesarios	Diario	6 minutos	Tiempo
Lijadora	Algunas láminas requieren ser lijadas más de una vez por el estado de la lija	Reprocesos	Diario	15%	Material en proceso
Empaque	Demoras en la recogida de material para llevarlo a bodega de producto terminado	Tiempos de espera innecesarios	Diario	5 minutos	Tiempo
Almacenamiento de producto terminado	Hay averías en el producto debido al polvo y suciedad que se presenta en el lugar	Defectos y remanufactura	Diario	5%	Material en proceso
	Se presentan incomodidades al momento de cargar camiones por escombros en el lugar		Diario		

Tabla 7: Cuadro de desperdicios. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19 se presenta el VSM actual de la empresa caso de estudio, donde se puede observar el funcionamiento productivo, todo lo relacionado con inventarios, tiempos de ciclo, tiempos disponibles de la máquina y demás elementos que la integran. El VSM actual se puede apreciar de una mejor forma en el anexo 5.

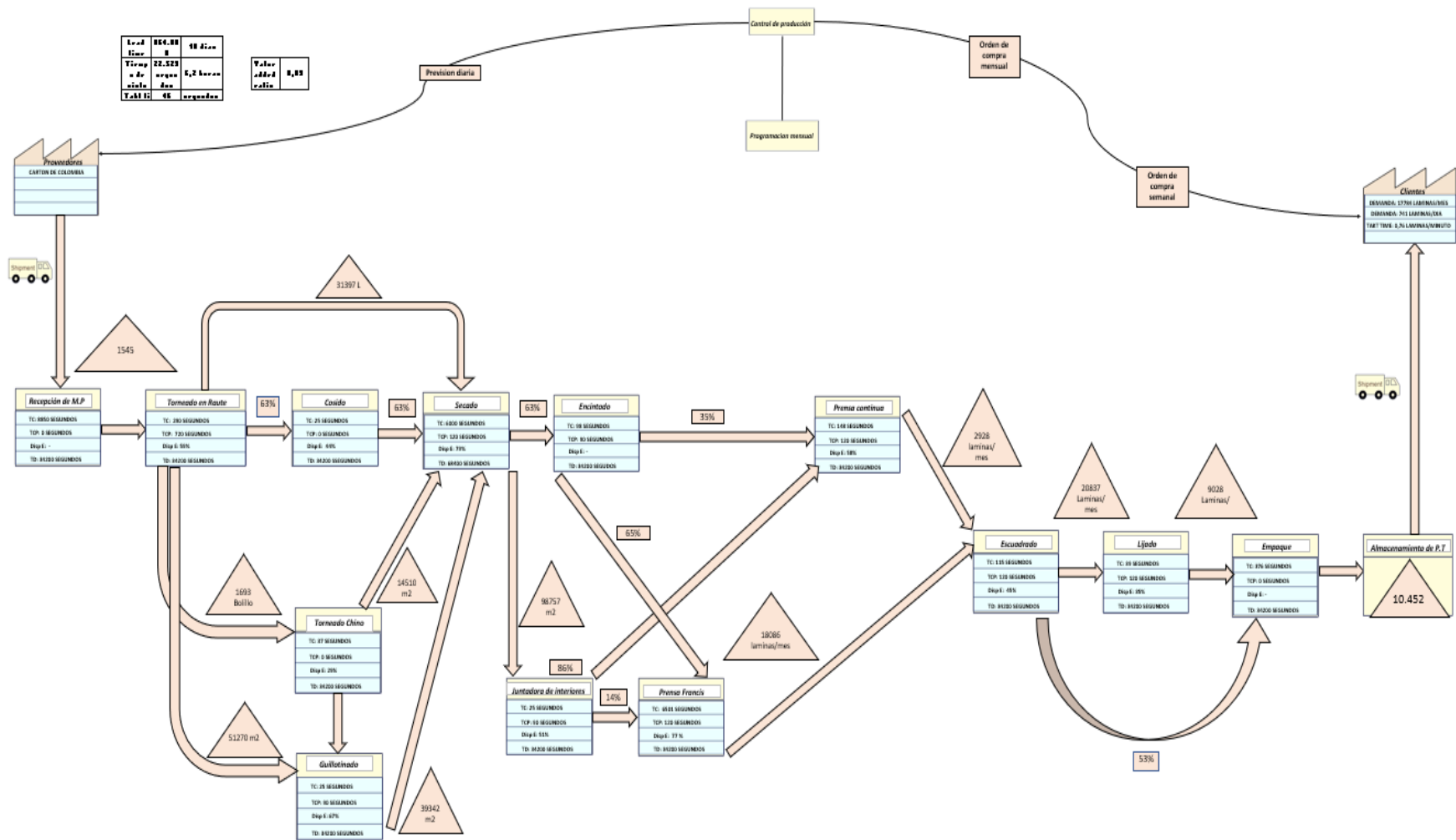


Figura 19: VSM actual. Fuente: Elaboración propia.

5.4 Modelo del mapa en estado futuro

Con respecto a los eventos Kaizen identificados se consideraron diferentes herramientas para apoyar la elaboración de un plan de acción correspondiente para cada una. Para llevar a cabo la elaboración del plan de acción se presentan los diferentes eventos presentados.

Aprovisionamiento de insumos: En todas las áreas de trabajo se necesitan insumos para llevar a cabo las actividades del proceso productivo, procesos como el torneado requieren corte de troza por medio de una motosierra la cual funciona por medio de combustible el cual se encuentra alejado de la zona de trabajo y requiere largos recorridos para su llenado. De esta misma manera sucede con el proceso de encintado, la herramienta se encuentra en la bodega y no están cerca de su entorno de trabajo.

Descuido de procesos: Se presentan en procesos como la recepción de materia prima y el torneado Rau-te, ya que al compartir operarios se presentan demoras extras y tiempos muertos que afectan el orden consecutivo del proceso.

Montacarga ineficiente: Se presentan demoras en el retiro y reposición de material, esto se presenta ya que solo existe un montacarguista lo que genera retrasos en el inicio del proceso en cada máquina.

Falta de comunicación de partes interesadas: No existe una correcta comunicación por parte de los integrantes de la empresa acerca de las actividades que se realizan en los procesos, esto conlleva al mal manejo de inventarios y falta de planificación en el proceso productivo.

Falta de estandarización en los insumos: No hay un correcto manejo en las medidas del bache, por lo cual las láminas no quedan bien pegadas en el proceso de prensado, lo que genera pérdidas.

Averías en las máquinas: Durante el proceso evaluativo que se realizó en la empresa se pudo evidenciar que se presentaron gran cantidad de paros debido a averías como rompiendo de cintas transportadoras, rompimiento de cadenas, mal manejo de máquina por parte de los operarios.

5.4.2 Selección de herramientas Lean

En la tabla 8 se exponen las diferentes herramientas Lean que se emplearan en los desperdicios encontrados dentro de la planta de producción. El criterio de selección se tiene en cuenta partiendo de la necesidad de cada proceso y del estudio de tiempos planteado.

Máquina	Proceso	Estandarización	5s	TPM	SMED	Gestión visual
Máquina se quedan sin material, o no se recoge producto terminado de forma rápida.	Torno Raute, Torno chino, Guillotina, Secador, Prensa continua, Empaque	X	X		X	X
Averías en las máquinas que retardan el proceso.	Torno Raute, Cosedora.	X	X	X	X	X
Agotamiento de insumos, suciedad y escombros	Encintado, Almacenamiento de producto terminado en específico, y demás		X			X

	estaciones de trabajo					
--	-----------------------	--	--	--	--	--

Tabla 8: Cuadro de desperdicios. Fuente: Elaboración propia.

Considerando un orden estratégico para la aplicación de dichas herramientas se propone iniciar la mejora del proceso partiendo del estudio y plan de acción de las 5's, teniendo en cuenta los desperdicios generados en cuanto a suciedad y desorden que se presenten en el proceso productivo, posterior a ello se considera la estandarización como una herramienta idónea para la mejora en cuanto a asignación de tareas y calidad que busca que los procesos se asemejen a uno en común como también contar con una producción continua y eficiente para lograr satisfacer la necesidad de los clientes en los tiempos estipulados. En el caso de las averías en las máquinas las cuales retrasan en gran medida todo el proceso productivo se propone la implementación de TPM (mantenimiento productivo total) con el objetivo de eliminar los tiempos de paro a causa del estado de los equipos. Para lograr la eliminación de los desniveles en la cadena productiva los cuales causan demoras como lo son el cambio de las máquinas para cambiar de tipo de producto se propone la implementación de SMED, la cual permite que los tiempos de alistamiento de las máquinas sean más cortos. Seguido a esto implementar un sistema de gestión visual representada por medio de gráficos y colores agrega valor al proceso productivo, ayudando a los trabajadores en ciertas tareas que facilitaran su capacidad de entendimiento y será más llamativo realizar las actividades.

La empresa desea implementar todas las herramientas descritas anteriormente, por esta razón se describen ciertos aspectos para tener en cuenta para el adecuado desarrollo de dichas herramientas.

- Disposición de los operarios y demás integrantes de la organización: Se debe tener en cuenta el compromiso por parte de los integrantes de la

organización, ya que si no se cuenta con el apoyo necesario el análisis y la implementación de las herramientas no serán garantizadas ni tendrá un adecuado resultado.

- **Ámbito cultural:** El ámbito cultural de las personas afecta en gran medida el progreso del proyecto, evaluar el comportamiento y tener trabajadores con gran desempeño laboral harán la implementación de las herramientas todo un éxito.
- **Rendimiento y calidad:** Para iniciar el proceso de implementación de las diferentes herramientas se tendrá en cuenta el impacto en cuanto a rendimiento y calidad del proceso productivo es allí donde se reflejarán los resultados.

En la figura 20 se presenta el VSM futuro para la empresa caso de estudio, allí se pueden observar los estallidos kaizen en los procesos que deben ser intervenidos con las herramientas propuestas, de esta manera se lograra un estado ideal que conlleve a la mejora en la eficiencia de los procesos del sistema productivo. El VSM futuro se puede apreciar de una mejor forma en el anexo 5.

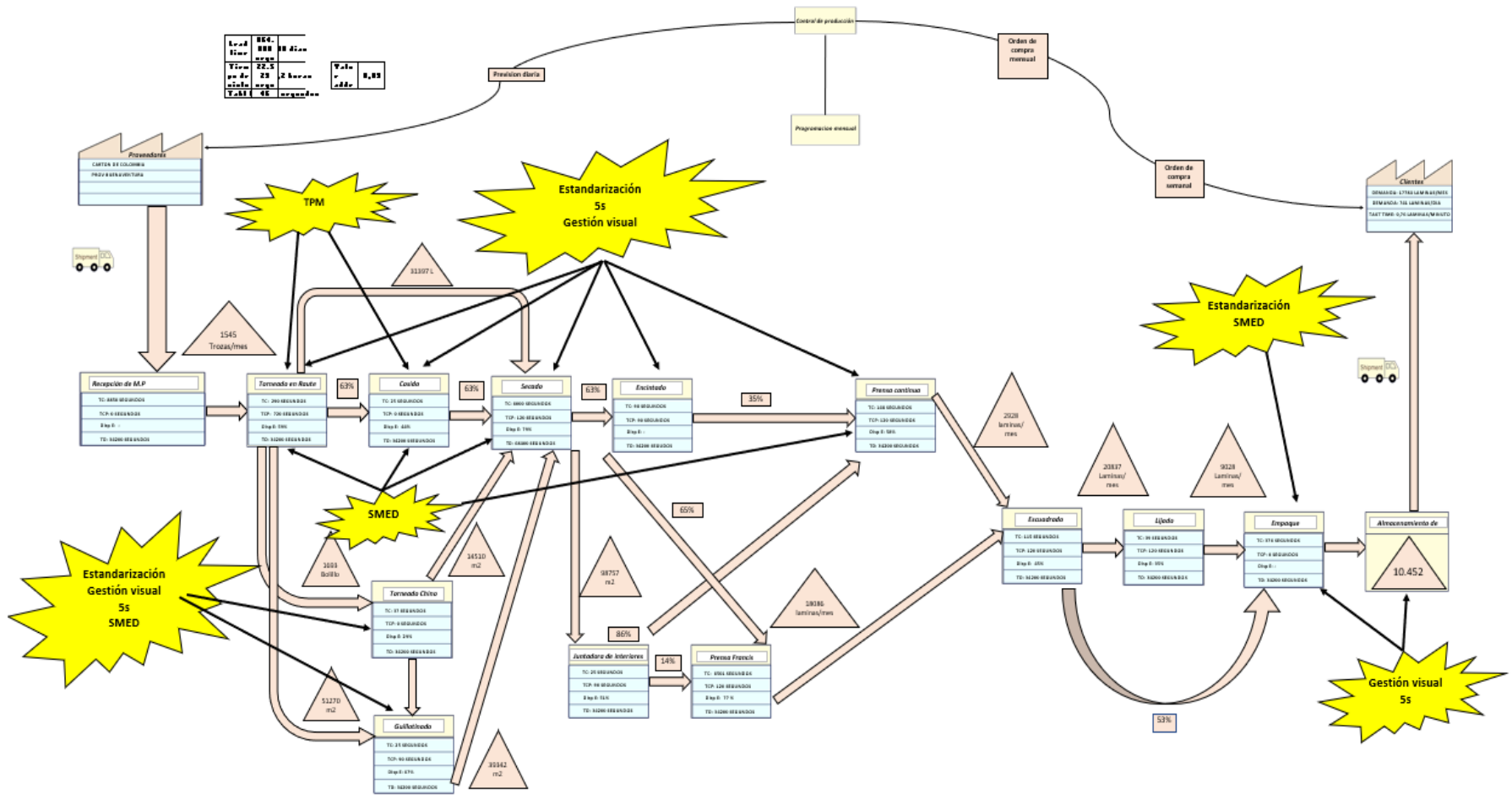


Figura 20: VSM futuro. Fuente: Elaboración propia.

5.5 Plan de mejoramiento

Para establecer la propuesta final en cuanto a la mejora de desperdicios se presentan cinco planes de acción acorde a las diferentes herramientas presentadas en el ítem 5.4.2, en dichos planes de acción se plasman los diagramas de Gantt los cuales se pueden ver con mayor claridad en el anexo 6. Aquí se definen las actividades a realizar, los tiempos de implementación, responsables, el para que se realizara el plan y los presupuestos con los que deberá contar la empresa para su implementación.

5.5.2 Plan de acción para 5s

Se implementará el programa japonés 5s, el pilar fundamental de la filosofía Lean y el primero en tener en cuenta dentro de la organización. Su implementación se llevará a cabo en el siguiente orden y tiempo estipulado que se muestra en la figura 21.

Actividad	Descripción de actividad	Tiempo de duración	Semanas																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	En adelante									
Difusión del proyecto	Conocer a detalle las 5 s	5 días	1																		
	Conocer el estado de cada área de trabajo																				
Capacitación y entrenamientos	Capacitaciones donde participaran todos los trabajadores	5 días		1																	
Implementación	Trabajar en una S por semana	5 semanas			1	2	3	4	5												
Seguimiento	Se asigna un líder por cada área consolidando la información y presentando informes semanales	A partir del último día de implementación										1	2	3	4	5	6	7	8	9	En adelante

Figura 21: Cronograma 5s. Fuente: Elaboración propia.

La persona adecuada para el manejo del plan de mejoramiento es el supervisor ya que cuenta con la suficiente capacidad y conocimiento del proceso productivo identificando los diferentes desperdicios que se pueden mejorar implementando dicha herramienta. En la etapa inicial es importante involucrar gran parte del

personal incentivando a una diversa investigación acerca del tema de interés, luego se procede a la etapa de capacitación donde será brindada la información necesaria para entender y llevar a cabo la implementación de la herramienta, como también se evaluarán los conocimientos adquiridos.

Seguido a esto será necesario que cada área implemente una S por semana con la ayuda del supervisor de la planta, quien deberá llevar un seguimiento por medio de listas de chequeo sencillas. El fin de dicha implementación es que la cultura no sea entendida como un conocimiento más, sino como una costumbre que no tenga necesidad de ser recordada y se lleve a cabo en todas las áreas de la empresa.

Para la implementación de la herramienta se realizó un estudio para el presupuesto general, en el que se tienen en cuenta materiales, tecnología, personal y demás aspectos que generan costos para su funcionamiento.

Para la difusión y etapa de capacitación del proyecto será necesario contar con personal y material idóneo el cual es detallado en la tabla 9.

Presupuesto 5s para capacitación	
Recursos	Costo mensual
Sillas + transporte	\$140.000
Video beam	\$205.000
Micrófono	\$99.000
Refrigerio	\$175.000
Material informativo	\$50.000
Persona para guiar la capacitación	\$264.000
Costo total de capacitación	\$933.000

Tabla 9: Presupuesto 5s. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la implementación y seguimiento se tienen en cuenta los materiales y equipos necesarios en el proceso de limpieza y orden que serán descritos en la tabla 10.

<i>Presupuesto 5s para la implementación</i>	
<i>Recursos</i>	<i>Costo mensual</i>
Bolsas de basura	\$30.000
Cintas de demarcación	\$185.000
Listas de chequeo	\$36.000
Papelería	\$150.000
Productos de limpieza	\$240.000
Transporte encargado de recoger desechos	\$200.000
Supervisor de seguimiento	\$1.523.204
<i>Costos totales de implementación</i>	<i>\$2.364.204</i>

Tabla 10: Presupuesto de implementación 5s. Fuente: Elaboración propia.

5.5.3 Plan de acción para estandarización

Es importante intervenir los procesos productivos de la organización para lograr un adecuado funcionamiento que contribuya al mejoramiento de la calidad. Es por esto por lo que llevar a cabo un plan de acción enfocado a la estandarización ayudara a mitigar los desperdicios que se han identificado a lo largo de esta investigación, en la figura 22 se presenta el orden de actividades y el tiempo para su implementación.

Actividad	Descripcion de actividad	Tiempo de duracion	Semanas													En adelante	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Difusion del proyecto	Conocer las modificaciones que tendra cada proeso	10 dias															
	Conocer el estado de cada area de trabajo																
Reuniones y capacitaciones entre los grupos de trabajo de cada área	Fortalecer los conocimientos de los colaboradores para las modificaciones en los procesos	10 dias															
Implementacion	Poner en marcha las modificaciones estipuladas para estandarizar cada proceso	40 dias															
Seguimiento	Se asigna un lider por cada area consolidando la informacion y presentando informes semanales al supervisor	A partir del ultimo dia de implementacion															

Figura 22: Cronograma para estandarización. Fuente: Elaboración propia.

La persona quien deberá liderar la propuesta será el supervisor de planta, debido a que cuenta con la mayor experiencia y tiene los conocimientos sobre lo abordado en el presente proyecto de investigación, por otro lado, otro factor de gran importancia serán los colaboradores de las áreas, ya que ellos deben estar muy capacitados porque serán los responsables de que cada modificación en los procesos se ejecute de la mejor manera para lograr una adecuada estandarización en cada eslabón.

Para la implementación de la herramienta se presenta un estudio general del presupuesto, aquí se tiene en cuenta factores como materiales, tecnología, personal y otro aspecto en lo que se asume un costo para su implementación. En la tabla 11 se presenta el presupuesto de los recursos para llevar a cabo la estandarización.

Presupuesto para implementar estandarización	
Recursos	Costo mensual
Capacitaciones	\$933.000
Supervisor de seguimiento	\$1.523.204
Manuales de estandarización	\$200.000
Costo de implementación	\$2.656.204

Tabla 11: Presupuesto implementación de estandarización. Fuente: Elaboración propia.

5.5.4 Plan de acción para mantenimiento preventivo (pilar del TPM).

Debido a las averías que constantemente se presentan en algunos equipos es importante promover la cultura de mantenimiento productivo dentro de la organización, con esta herramienta se obtendrán beneficios en cuanto a capacidad de producción, calidad, reducción de costos de mantenimiento correctivo o de emergencia, prolongación de la vida útil de los equipos, mayor seguridad e higiene, reducción de tiempos de espera por averías, entre otras. Es por esto por lo que implementar un plan de acción enfocado al mantenimiento total productivo potenciaría los aspectos anteriormente mencionados, cabe resaltar que es una herramienta que conlleva muchos años para su implementación por lo cual en el presente plan de acción se considerara un mantenimiento preventivo de rutina para evitar ciertos contratiempos que suelen ocurrir en la línea productiva, así mismo dicha herramienta sería el pilar fundamental para que la organización en un periodo de tiempo considerable decida implementar el mantenimiento productivo total en la mejora de eficiencia de la maquinaria. En la figura 23 se presenta el cronograma que tendrá la ejecución del mantenimiento preventivo.

Actividad	Descripción de actividad	Tiempo de duración	Semanas													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	En adelante
Difusión del proyecto	Evaluación de la planata	10 días														
	Definir metas y objetivos															
Capacitaciones al personal	Enseñar la filosofía y tecnica	10 días														
	Conformación de equipos de mejora															
Implementacion	definir area piloto y equipos criticos	40 días														
	Difusión masiva del inicio de mantenimiento preventivo en toda la organización															
	Hacer limpieza inicial en el área piloto															
Seguimiento	Se asigna un lider por cada area consolidando la informacion y presentando informes semanales al supervisor	A partir del ultimo dia de implementacion														

Figura 23: Cronograma para mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de la herramienta se presenta un estudio general del presupuesto teniendo en cuenta los recursos y requisitos indispensables para la implementación. En la tabla 12 se presenta el estudio realizado.

Presupuesto para implementar mantenimiento preventivo	
Recursos	Costo mensual
Capacitaciones	\$933.000
Asesorías externas	\$2.250.000
Documentación	\$150.000
Herramientas visuales (Cuando sean necesarias)	\$300.000
Seguimiento por parte de mecánico	\$2.100.000
Costo total	\$5.733.000

Tabla 12: Presupuesto implementación de mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración propia.

5.5.5 Plan de acción SMED

Uno de los desperdicios más grandes en las plantas de producción se encuentra en los tiempos de alistamiento de los equipos los cuales generan retrasos en las

entregas afectando los indicadores de disponibilidad y eficiencia. Es por ello por lo que surge la necesidad de implementar dicha estrategia para realizar la preparación de las máquinas en un rango por debajo de diez minutos y de esta manera agilizar el proceso.

Según (Pertuz Rodríguez, 2018) para la implementación de la herramienta SMED se requiere una preparación previa la cual consiste en conocer de manera completa todo el proceso productivo, datos históricos y observar el alistamiento de máquinas actual. Para la construcción de la herramienta se debe contar con un equipo y capacitar a los integrantes en fundamentos teóricos de la técnica para lograr los mejores resultados. El equipo debe estar conformado por:

- Personas con experiencia en el alistamiento del equipo
- Personas con capacidades técnicas en eléctricos
- Personas autorizadas para las modificaciones
- Un lugar para visualizar y analizar todos los cambios que se deben realizar

Analizar de manera idónea a la persona encargada de realizar el alistamiento del equipo para luego tomar decisiones correctas que beneficien el proceso productivo. Otro punto importante que (Pertuz Rodríguez, 2018) es separar lo interno de lo externo se refieren a que todos los miembros del equipo repasan todas las actividades para analizar cuál de ellas puede ser externa, la clasificación de dichas actividades se realiza de la siguiente manera:

- Actividades internas son todas aquellas que debe realizar el operador con la máquina detenida y son propias de él.
- Actividades externas son todas aquellas que se realizan cuando la máquina está en marcha y no son propias de él.

Posterior a esto se deben organizar todas las actividades externas para planificar todas las tareas a realizar, el equipo debe realizar dicha planificación con el objetivo de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento que se vaya a iniciar la máquina. Por medio de una lista de chequeo se puede llevar el seguimiento del cumplimiento de la herramienta.

Otro parámetro importante dentro de la implementación de la herramienta consiste en convertir las actividades internas a externas con el fin de determinar cómo, cuándo y quien lo va a realizar. Por último, se realiza el debido seguimiento para registrar todos los inconvenientes que se hayan tenido en la semana y detallar de manera numérica los tiempos de cambio que se realizaron. En la figura 24 se presenta el cronograma de actividades.

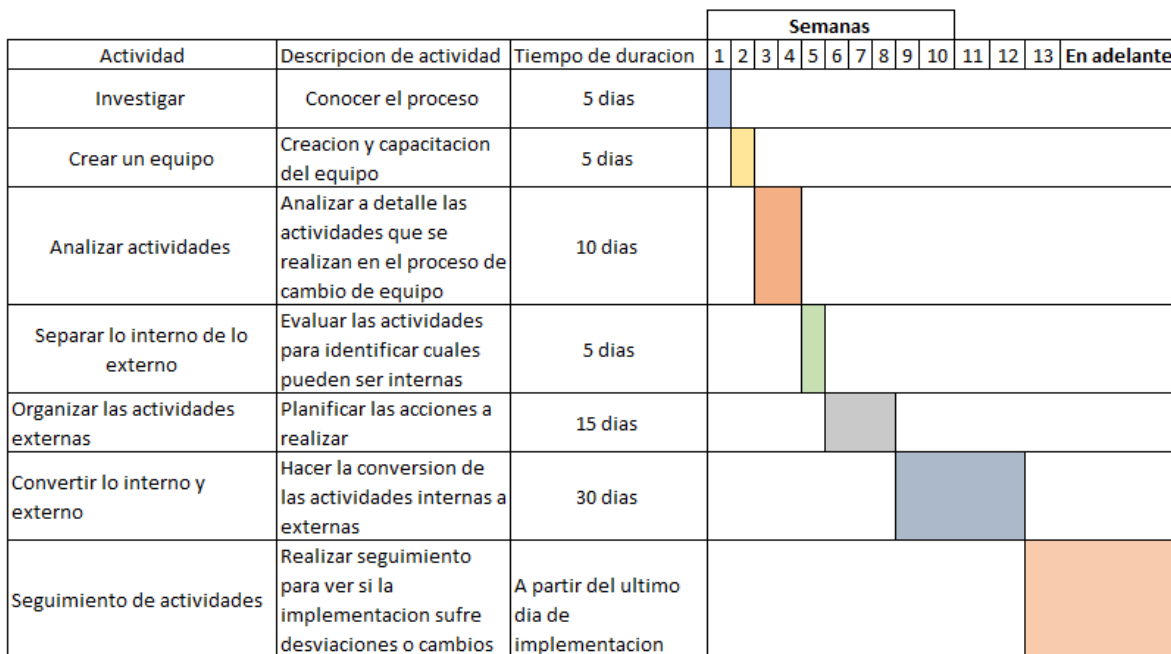


Figura 24: Cronograma de Smed. Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de dicha herramienta se realizó un presupuesto con los materiales y recursos necesarios para tener en cuenta. En la tabla 13 se presentan a detalle.

Presupuesto para implementación de SMED	
Recursos	Costo mensual
Capacitaciones	\$933.000
Asesorías externas	\$2.250.000
Documentación	\$150.000
Herramientas visuales (Cuando sean necesarias)	\$300.000
Técnico electricista	\$1.200.000
Costos totales SMED	\$4.833.000

Tabla 13: Presupuesto implementación de Smed. Fuente: Elaboración propia.

5.5.6 Plan de acción para Gestión visual

La gestión visual cumple un papel importante dentro de una organización debido a que son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que tienen como objetivo representar de una forma sencilla la comprensión del estado productivo, objetivos y los procesos requeridos para desarrollar un trabajo requerido, buscando oportunidades de mejora, pero también evitar despilfarros, en otras palabras, tener toda la información pertinente para resolver las dudas en un solo vistazo. Esta herramienta también sirve para dar advertencias y consejos de seguridad, dar objetivos claros, dar señales de ubicación y acciones preventivas.

(Eduardo & Isabella, 2019) Nos dicen que la clave de esta herramienta se basa en la buena comunicación ya que proporciona anuncios muy llamativos con pocas palabras que ayudan a la fácil atención de los colaboradores siendo así de gran ayuda para la orientación de ideas y brindar ayudas a la hora de presentarse alguna situación en el proceso que deba ser intervenida lo antes posible. Por otro lado, implementar la gestión visual ayudara a fomentar el dialogo entre los colaboradores que contribuye a un aprendizaje autónomo como también a un aprendizaje compartido con las experiencias y conocimientos de cada integrante lo que ayudara a un mejor rendimiento en las áreas y grupos de trabajo. Otros beneficios que se

obtienen con esta herramienta son la reducción de tiempo, reacciones más rápidas ante problemas, procesos estandarizados, medir avances y mejoras, detección de fallos, no quedarse sin stock, evitar posibles accidentes, entre otros. A continuación, en la figura 25 se muestra el cronograma de implementación para este plan de acción.

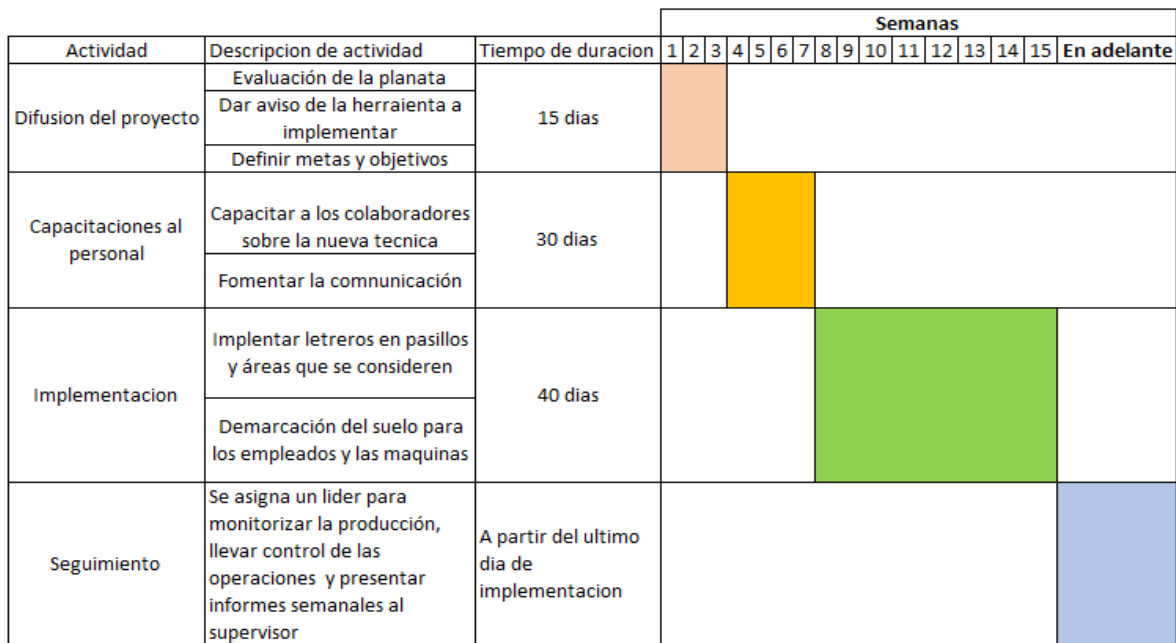


Figura 25: Cronograma de Gestión visual. Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación de esta herramienta se realizó un presupuesto general con los materiales y recursos necesarios que se deben considerar. En la tabla 14 se presentan a detalle.

Presupuesto para implementar gestión visual	
Recursos	Costo mensual
Capacitaciones	\$933.000
Letreros	\$2.000.000
Documentación	\$150.000
Seguimiento del supervisor	\$1.523.204
Costo total Gestión visual	\$4.606.204

Tabla 14: Presupuesto Implementación de Gestión visual. Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

1. Con ayuda de diagramas y cursogramas para la comprensión de cada una de las actividades que se presentan en la elaboración de láminas tríplex como también la utilización de la herramienta SIPOC, la cual permite abordar la organización de una forma global para entender el proceso productivo que la integra, de esta manera se puede conseguir una adecuada identificación y clasificación de las actividades que no agregan valor al proceso productivo y que generan desperdicios que deben ser intervenidos lo antes posible.
2. Es interesante ver como la revisión de la literatura es uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta en la investigación, debido a que brinda información soportada de autores que han tratado temas relacionados y que lo abordan de una manera detallada partiendo desde los conceptos académicos y llevándolos a la aplicabilidad. De esta manera se pueden conocer las pautas necesarias para la implementación de las técnicas que conforman la filosofía Lean; así mismo, para complementar esta fase se requiere una herramienta que ayude a tomar decisiones e identificar qué puntos se deben intervenir para poder mitigar desperdicios y problemas que se han encontrado en el proceso productivo.
3. Con la elaboración del VSM actual es posible analizar el flujo de material e información dentro de las áreas productivas de la empresa, con base a esto se lograron identificar los desperdicios que se generan en distintas actividades. Por otra parte, el VSM futuro permite hacer una visión de donde serán ubicadas las mejoras con las herramientas lean que se proponen.

4. El plan de mejoramiento se basa en todas las mejoras que se encontraron pertinentes para intervenir actividades que no agregan valor en el proceso productivo, posterior a ello se dividieron los impactos que tiene la implementación de los cinco planes de acción propuestos y cada uno cuenta con un cronograma de ejecución y presupuesto estimado. Cabe mencionar que los impactos de los planes de acción presentados se basan en la propuesta del autor (Murillo López, 2019) donde los beneficios de esta implementación en una empresa productora de paneles de madera fueron positivos, logrando reducir los desperdicios y aumentando el beneficio económico.

5. El trabajo principalmente se enfocó en proponer mejoras para el sistema productivo de la organización. Por otro lado, se busca generar un impacto cultural no solo en los colaboradores sino también en la parte administrativa, ya que son los cimientos para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

Para finalizar, se debe considerar que al ser solo una propuesta de mejora que busca la vinculación de herramientas Lean en la organización para el aumento de la eficiencia de los procesos y la creación de un entorno cultural adecuado, sería interesante que las propuestas abordadas en el presente trabajo se lleven a cabo, no obstante, esto podría iniciar una nueva investigación.

7. RECOMENDACIONES

- Es importante para la organización implementar y considerar todos los aspectos y planes emitidos mediante este documento, para que no se vea afectado a largo plazo el proceso productivo de la empresa.
- Elevar el compromiso por parte de los empleados para la implementación de cada una de las herramientas descritas anteriormente, de esta forma se reforzarán diferentes campos donde se mejoren de manera continua todos los procesos y se garantice eficiencia en la entrega de pedidos.
- Ya una vez implementadas todas las técnicas descritas llevar un correcto manejo del seguimiento de las actividades para así preservar de manera idónea y organizada todos los procesos y cambios que se realicen dentro de la planta de producción.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, & J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics, Volume 107*, 223-236.
- Alvarez, A. (24 de 11 de 2014). *QE2 industria 4.0*. QE2 industria 4.0:
<https://qe2ingenieria.com/blog/tiempo-de-ciclo>
- Alvarez, E. F. (2018). *Gestion de mantenimiento: Lean maintenance y tpm*. Universidad de Oviedo .
- Barcia, K., & Looor, C. d. (2007). Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM). *Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL)*, 31-38.
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: overall equipment effectiveness*. Blue Eagle Group.
- Bertoncello, S. D. (3 de Septiembre de 2021). *novus*.
<https://www.novus.com.br/blog/como-calculiar-el-oee-de-mi-fabrica-con-nuestra-hoja-de-calculo-sera-mas-facil/?lang=es#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20calcula%20el%20OEE,s er%20planificada%20o%20no%20planificada>
- Burgos, & Blasco, & D. (2020). Implementacion de la filosofia Lean manufacturing en un taller de mecanizados y caldereria. *UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES*, 28-29-30.
- Cabrera, R. C. (s.f.). *Value Stream Mapping Analisis de la cadena de valor*.
- Canto, M. G., & Gandia, A. A. (2019). Como aplicar value stream mapping (vsm). *3c tecnologia. glosas de inovacion aplicadas a la pyme, 8(2)*., 68-83.
- Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing) principales herramientas. *Revista Raites*, 85-112.
- Criollo, R. G. (2011). *Estudio del trabajo Ingenieria de metodos y medición del trabajo*. Monterrey: MC GRAW HILL.
- Cuadros Cuadros, L. M., & Quintero Vásquez, B. (2018). Propuesta de mejora del sistema de producción de láminas de madera de 4mm en una empresa del sector maderero utilizando herramientas de Lean Manufacturing.
- Cuadros, L. M., & Vasquez, & B. (2018). *Prpuesta de mejora del sistema de produccion de laminas de madera de 4mm en una empresa del sector maderero utilizando herramientas de Lean manufacturing*. Guadalajara de Buga: Universidad del Valle.
- Eduardo, H. L., & Isabella, V. R. (2019). Diseño de propuestas de mejoramiento del área de ensamble y empaquetado de la Empresa Ideas Metálicas Ltda mediante la metodología de las 5'sy la gestión visual.
- Espinal, C. F., Martínez Covalada, H. J., Salazar Soler, M., & Acevedo Gaitán, X. (2005). La cadena forestal y madera en Colombia: una mirada global de su estructura y dinamica 1991-2015.

- FAO. (2021). *Forestal Producción y Comercio*. Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/FO/visualize>
- Fucci, T. A. (2016). *HACIENDO MÁS EFICIENTES LOS PROCESOS PRODUCTIVOS. Los indicadores de eficiencia de los procesos hacia la competitividad y el futuro*. RED sociales .
- Garza-Reyes, Arturo, J., Vikas, K., Sariya, C., & Kim, H. T. (2018). El efecto de los métodos y herramientas lean en el desempeño ambiental de las organizaciones de fabricación. *International Journal of Production Economics*, páginas 170-180.
- Gonzales Torres, A., & Velasquez Reyes, S. (2012). Mapa de cadena de valor implementado en la empresa agronopal ubicada en DF. *Ingenieria* , 51-57.
- interzum-bogota. (27 de octubre de 2020). <https://interzum-bogota.com/es/cifras-del-mercado/>. <https://interzum-bogota.com/es/cifras-del-mercado/>: <https://interzum-bogota.com/es/cifras-del-mercado/>
- Jauregui, A. P., & Soler, V. G. (2017). LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial*, 116-124.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.116-124>
- José Vargas Hernández, G. M. (2016). *Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de produccion?* Carabobo, Venezuela: Ingeniería industrial. Actualidad y nuevas tendencias.
- LEÓN, G. E. (2017). FACTORES CLAVES DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN ALGUNAS EMPRESAS CON SEDE EN COLOMBIA. *Tendencias*, 18 (1), 85-100. <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>
- Llanos, L. E., & Rivera, I. V. (2019). *Diseño de propuestas de mejoramiento del area de ensamble y empaquetado de la empresa ideas metalicas Ltda mediante la metodologia de las 5s y la gestion visual*. Cartagena de indias: Universidad tecnologica de Bolivar .
- Lopez, A. M. (2019). *el cliente es quien al final define el éxito o fracaso que se encuentra tras la fabricación de un producto*. Santiago De Cali.
- López, B. S. (26 de junio de 2019). *ingenieriaindustrialonline*. [ingenieriaindustrialonline: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/)
- Morales Cisneros, K. S. (2015). Estudio del proceso de doblado de material compuesto por laminas de triplex y fibras de densidad media como material alternativo a la madera solida y su incidencia en tiempos de producción de muebles .
- Murillo López, A. (2019). Evaluación del proceso de producción de paneles de madera en la empresa Triplex San Juan Ltda.
- Navarro, K. P. (2013). *Modelo de la cadena de abastecimiento de colombia*. Cartagena de indias.
- Padilla, L. (2010). *Lean manufacturing manufactura esbelta / agil* . Facultad ingenieria universidad rafael landivar.

- Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista Electronica Ingenieria Primero ISSN, 2076(3166)*, 91-98.
- Pertuz Rodríguez, A. J. (2018). Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla.
- PNUMA, F. y. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma.
- Prado, J. A. (2019). *Plantaciones forestales mas alla de los arboles*. Chile: Ingenieros forestales chile.
- Quesada-Pineda, H., Buehlmann, U., & Arias., E. (2018). Pensamiento lean: ejemplos y aplicaciones en la industrial de productos de madera. *Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech*, 17.
- Rave, J. P., Rotta, D. L., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., . . . Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería*, 396-408.
- Shahriar, M., Parvez, M., Islam, M., & S., T. (2022,). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822000933>
- Socconini., L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso*. Marge books.
- Teschke, Demers, P., & Kay. (1998). INDUSTRIA DE LA MADERA. En M. D. John Finklea, M. Georges H. Coppée, B. A. Vilma R. Hunt, P. C. Richard S. Kraus, D.-I. Wolfgang Laurig, B. M. Melvin L. Myers, . . . Benedetto., *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO* (págs. pp 71.1 - 71.13). Madrid: Chantal Dufresne, BA.
- Vásquez, J. M. (8 de Septiembre de 2022). ¿Cuándo será la hora del sector forestal. *Revista Nacional de Agricultura*. <https://sac.org.co/cuando-sera-la-hora-del-sector-forestal/>
- Veres, C. M., L., M. S., & Al-Akel, K. (2018). Estudio de caso sobre el impacto del método 5S en una empresa automotriz. 900-905.