

**Propuesta de Mejoramiento de la Productividad a partir de la Redistribución  
de Planta y Herramientas Lean Manufacturing en la Empresa Maderpaco**



Santiago Danilo Rodríguez Castro  
Noviembre 2021

Universidad Antonio Nariño  
Boyacá

**Propuesta de Mejoramiento de la Productividad a partir de la Redistribución  
de Planta y Herramientas Lean Manufacturing en la Empresa Maderpaco**

Santiago Danilo Rodríguez Castro

Marzo 2021

Asesor:

Oscar Alberto Alarcón Pérez

Ingeniero Industrial

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Industrial

Sede Duitama

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---

### **Dedicatoria**

*A Dios, por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.*

*A mi madre y abuela por su sacrificio y esfuerzo, por haberme otorgado responsabilidades las cuales me motivaron constantemente a cumplir mis metas y son ellas el espejo en el cual me quiero reflejar por sus grandes virtudes.*

*A mi hermana que desde el cielo ilumina mi camino y me brinda fortaleza y de una u otra forma me acompaña en todos mis sueños y logros.*

*A mi padrino quien estuvo apoyándome en esta etapa universitaria por medio de sus consejos y enseñanzas.*

## **Agradecimientos**

*Agradezco a los docentes de la facultad de Ingeniería Industrial, en especial a mi director de tesis, el Ingeniero Oscar Alarcón por guiar esta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.*

*A la empresa Maderpaco que permitió la realización de este proyecto participando activamente y brindándonos la información necesaria para culminar este trabajo.*

## Resumen

El presente trabajo de grado se realizó en la empresa MADERPACO, la cual se dedica a la fabricación y comercialización de piezas de madera basados en tres procesos fundamentales: Maquinado, Lijado y Ensamble. Es una propuesta de redistribución en planta acompañada con herramientas Lean Manufacturing cuyo objetivo es el incremento de la productividad por medio de la optimización de tiempos, recorridos, movimientos y uso de la materia prima. El proyecto comienza a partir de un diagnóstico inicial en donde se identificaron los distintos factores que intervienen en el proceso productivo tales como: maquinaria, personal, materia prima, productos manufacturados y el procedimiento para su fabricación. Luego de la etapa de diagnóstico, es conveniente la elaboración de los diagramas, principalmente el diseño de distribución actual y el diagrama relacional por departamentos, esto con el objetivo de identificar el grado de cercanía necesario entre las áreas de trabajo, posteriormente se estableció un estudio de tiempos por medio de cursogramas con el fin de establecer los tiempos de ciclo y los movimientos realizados. A continuación, se seleccionó una propuesta mediante un análisis costo-beneficio añadiéndole la metodología 5's para corregir las deficiencias y problemas encontrados a lo largo del estudio. En síntesis, a través de la implementación de la propuesta de redistribución es posible reducir los tiempos de ciclo y los recorridos para la fabricación de las diferentes piezas, se recomienda su aplicación y seguimiento para mejora continua.

***Palabras Clave:*** Redistribución, Productividad, Lean Manufacturing, Tiempos, Movimientos.

### **Abstract**

This research work was carried out in the company MADERPACO, which is dedicated to the manufacture and commercialization of wooden pieces based on three fundamental processes: Machining, Sanding and Assembly. It is a proposal for redistribution in the plant accompanied by Lean Manufacturing tools whose objective is to increase productivity through the optimization of times, routes, movements and use of raw materials. The project begins from an initial diagnosis where the different factors that intervene in the production process were identified, such as: machinery, personnel, raw materials, manufactured products and the procedure for their manufacture. After the diagnosis stage, it is convenient to prepare the diagrams, mainly the current distribution design and the relational diagram by departments, this with the aim of identifying the degree of closeness necessary between the work areas, later a study was established of times by means of course charts in order to establish the cycle times and the movements carried out. Next, a proposal was selected through a cost-benefit analysis adding the 5's methodology to correct the deficiencies and problems found throughout the study. In summary, through the implementation of the redistribution proposal, it is possible to reduce cycle times and routes for the manufacture of the different pieces, its application and monitoring is recommended for continuous improvement.

***Keywords:*** Redistribution, Productivity, Lean Manufacturing, Times, Movements.

## 1 Tabla de contenido

2	Introducción .....	18
1	Planteamiento del Problema .....	20
1.1	Descripción del Problema .....	21
1.2	Formulación del Problema .....	22
1.3	Justificación .....	23
2	Objetivos .....	25
1.1.1	Objetivo General .....	25
2.1.1	Objetivos Específicos .....	25
3	Marco Referencial .....	26
3.1	Antecedentes .....	26
3.1.1	Antecedentes Internacionales: .....	26
3.1.2	Antecedentes Nacionales .....	28
3.2	Marco Teórico .....	32
3.2.1	Distribución en Planta .....	32
3.2.2	Ventajas de la distribución en planta. ....	33
3.2.3	Tipos de Distribución en Planta .....	34
1.1	.....	34
3.2.4	Lean Manufacturing .....	35
3.2.5	Los 7 desperdicios en el sistema Lean Manufacturing. ....	35
3.2.6	Principios Claves del Sistema Lean .....	35
3.2.7	Herramientas del Sistema Lean Manufacturing .....	37
3.2.8	Las 5´s .....	37
TPM	.....	39
Poka Yoke	.....	39
3.3	Marco Conceptual .....	40
3.4	Marco Geográfico .....	42
3.5	Marco Legal .....	43
4	Diseño Metodológico .....	44
4.1	Tipos y Enfoques de Investigación .....	45



4.2	Variables de Medición .....	45
4.3	Recolección y Análisis de Datos.....	45
4.4	Unidad de Estudio o Muestra.....	46
5	Desarrollo.....	47
5.1	Descripción del Sistema de Produccion.....	49
5.1.1	Productos.....	49
5.1.1.1	Mueble, Juego de Sofás .....	49
5.1.1.2	Sillas.....	50
5.1.1.3	Mesas de Noche .....	51
5.2	Materiales e insumos.....	52
5.2.1	Materia Prima.....	52
5.2.2	Insumos .....	52
	Máquinas, Equipos y Herramientas Maquinaria.....	53
5.2.3	Equipos y Herramientas .....	54
5.2.4	Desperdicios y Residuos .....	54
5.3	Análisis de la Distribución de Planta Actual .....	55
5.3.1	Distribución de Planta Actual .....	55
5.3.2	Diagrama de Relación por Departamentos .....	56
5.3.3	Análisis de la Distribución en Planta a Partir de los Principios Layout .....	58
5.3.4	Evaluación de la Distribución en Planta Actual .....	59
5.4	Aplicación de Encuestas .....	60
5.5	Diagnostico General de la Empresa a Partir de Elementos Lean Manufacturing.....	61
5.5.1	5´S.....	61
5.5.2	Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....	62
5.5.3	Control Visual (Andon) .....	63
5.5.4	Poka Yoke.....	64
5.5.5	Mejora Continua (Kaizen) .....	65
5.6	Identificación de Mudass.....	66
5.7	Definición de la Línea de Produccion a Mejorar .....	67
5.7.1	Produccion Histórica de Sofás .....	67

	10
5.7.2	Produccion Histórica de Sillas ..... 68
5.7.3	Produccion Histórica de Mesas de Noche ..... 69
5.8	Utilidad Bruta de los Productos Fabricados por la Empresa ..... 70
5.9	Diagrama de Recorrido Actual ..... 71
5.10	Diagrama de Relación de Actividades ..... 78
5.11	Indicadores Actuales de Produccion y Productividad ..... 79
5.11.1	Produccion ..... 79
5.11.2	Cálculo de la Produccion de Mesas de Noche ..... 79
5.11.3	Produccion Real ..... 81
5.12	Productividad ..... 82
5.12.1	Productividad de Mano de Obra ..... 82
5.12.2	Productividad de Horas/Hombre..... 83
5.13	Eficiencia ..... 84
5.13.1	Eficiencia Física..... 84
5.13.2	Eficiencia Económica ..... 86
5.14	Tiempo ..... 88
5.14.1	Cuello de Botella..... 88
5.14.2	Tiempo de Ciclo..... 89
5.15	Capacidad..... 89
5.15.1	Capacidad Real ..... 89
5.15.2	Utilización..... 89
5.15.3	Capacidad Ociosa..... 90
5.16	Resumen de los Indicadores Actuales..... 90
6	Propuestas de Diseño de Planta ..... 91
6.1	Propuesta Layout 1 ..... 92
6.2	Cursograma de la Propuesta Layout 1 ..... 93
6.3	Evaluación de Propuesta 1 frente a Principios Layout ..... 95
6.4	Propuesta Layout 2 ..... 96
6.5	Cursograma de la Propuesta Layout 2 ..... 97
6.6	Evaluación de Propuesta 2 frente a Principios Layout ..... 99

6.7	Comparación de las Propuestas a Partir de los Principios Layout.....	100
6.8	Índices de Productividad de las Propuestas .....	101
7	Inversión Económica para la Implementación de las Propuestas .....	103
7.1	Inversión Económica de la Propuesta 1 .....	103
7.2	Inversión Económica de la Propuesta 2 .....	104
8	Análisis Costo Beneficio.....	105
8.1	Ingresos Promedio .....	105
8.2	Costos Promedio .....	106
8.3	Evaluación Económica y Financiera.....	106
8.4	Cálculo del Índice de Recuperación .....	108
8.5	Beneficio/Costo.....	108
8.6	Selección de la Propuesta.....	109
8.7	Espacios de Trabajo .....	111
8.7.1	Método Guerchet .....	111
9	Propuesta de Implementación de la Metodología5´s .....	115
9.1	Fase 1: Preliminar .....	115
9.1.1	Etapa 1: Compromiso de la Gerencia .....	115
9.1.2	Etapa 2: Conformación del Comité 5´s.....	115
9.1.3	Etapa 3: Programación de Actividades .....	116
9.1.4	Etapa 4: Comunicado Oficial de Implementación 5´s .....	117
9.1.5	Etapa 5: Capacitación y Entrenamiento a todo el Personal sobre 5´s.....	117
9.2	Fase 2: Ejecución .....	118
9.2.1	Etapa 1: Implementación de la 1era S (Seiri: Eliminar) .....	118
9.2.2	Etapa 2: Implementacion de la 2da S (Seiton: Orden).....	120
9.2.3	Etapa 3: Implementación de la 3ra S (Seiso: Limpieza).....	120
9.2.4	Etapa 4: Implementación de la 4ta S (Seiketsu: Estandarizar) .....	120
9.2.5	Etapa 5: Implementación de la 5ta S (Shitsuke: Disciplina).....	121
9.3	Fase 3: Seguimiento y Mejora .....	122
9.3.1	Etapa 1: Creación de un Plan de Control y Seguimiento.....	122
9.3.2	Etapa 2: Elaboración de Evaluaciones .....	122

9.3.3	Etapa 3: Elaboración del Plan de Acción de Mejora .....	122
10	Propuesta de Mantenimiento Productivo Total.....	124
10.1	Fichas Técnicas de Maquinaria.....	125
10.2	Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	133
11	Conclusiones .....	136
12	Recomendaciones .....	138
13	Referencias.....	139
3	.....	142
14	Anexos .....	143

### Lista de Tablas

Tabla 1 Principios de la Distribución en Planta.....	33
Tabla 2 Tipos de Distribución en Planta.....	34
Tabla 3 Metodología 5 S ‘s.....	38
Tabla 4 Materia Prima Usada para sus Productos Principales.....	52
Tabla 5 Desperdicios y Residuos Generados.....	54
Tabla 6 Ponderación de los Principios en Planta.....	59
Tabla 7 Matriz DOFA.....	76
Tabla 8 Matriz de Formulación Estratégica.....	77
Tabla 9 Produccion Real Mesas de Noche .....	81
Tabla 10 Productividad de Mano de Obra Año 2020 .....	82
Tabla 11 Productividad Horas/Hombre Año 2020 .....	83
Tabla 12 Eficiencia Física.....	85
Tabla 13 Margen Operacional Mesas de Noche Año 2020 .....	87
Tabla 14 Resumen de Indicadores de Productividad.....	91
Tabla 15 Ponderación Propuesta 1.....	95
Tabla 16 Ponderación Propuesta 2.....	99
Tabla 17 Criterios de Evaluación para las Propuestas .....	100
Tabla 18 Comparación de Índices de Productividad .....	101
Tabla 19 Inversión de Mejora 1 .....	103
Tabla 20 Inversión de Mejora 2.....	104
Tabla 21 Ingresos Promedio de las Propuestas.....	105
Tabla 22 Costos Promedio con Mejoras .....	106
Tabla 23 Flujo de Caja de las Propuestas .....	107
Tabla 24 Comparación de Propuestas en cuanto a Beneficio/Costo.....	109
Tabla 25 Comparación de Ventajas de las Propuestas.....	110
Tabla 26 Aplicación del Metodo Guerchet en el Área deMaquinado y Lijado .....	112
Tabla 27 Aplicación del Metodo Guerchet en el Área de Ensamble y en Almacen de Insumos	113
Tabla 28 Aplicación del Metodo de Guerchet en Zonas Comunes .....	114

Tabla 29 Areas Obtenidas Bajo el Metodo Guerchet .....	114
Tabla 30 Formato de Objetos Necesarios .....	120
Tabla 31 Clasificacion de Actividades de Mantenimiento .....	133
Tabla 32 Plan de Mantenimiento Preventivo.....	134
Tabla 33 Formato de Seguimiento de Mantenimientos .....	135

### Lista de Figuras

Figura 1 Pasos para Implementar el Sistema Lean .....	36
Figura 2 Técnicas Lean .....	37
Figura 3 Ubicación de Maderpaco .....	42
Figura 4 Diseño Metodológico Maderpaco .....	44
Figura 5 Actividades de Reunion Previa .....	47
Figura 6 Características Juego de Sala.....	49
Figura 7 Características Sillas.....	50
Figura 8 Características Mesas de Noche .....	51
Figura 9 Maquinaria Existente.....	53
Figura 10 Distribución en Planta Actual.....	55
Figura 11 Diagrama de Relación por Departamentos.....	56
Figura 12 Resumen Diagrama Relacional .....	57
Figura 13 Análisis según Principios Layout .....	58
Figura 14 Análisis de Herramientas Lean.....	62
Figura 15 Mantenimiento Productivo Total.....	63
Figura 16 Andon .....	64
Figura 17 Poka Yoke .....	65
Figura 18 Produccion Sofas 2017 - 2020 .....	66
Figura 19 Produccion Sillas 2017 - 2020.....	67
Figura 20 Produccion Mesas de Noche 2017- 2020 .....	68
Figura 21 Produccion Mesas de Noche 2017- 2020 .....	69
Figura 22 Margen Bruto Porcentual Mesas, Sillas y Salas Año 2020 .....	70
Figura 23 Margen Bruto Porcentual Mesas, Sillas y Salas Año 2020 .....	71
Figura 24 Diagrama de Recorrido Actual .....	72
Figura 25 Diagrama de Relacion de Actividades .....	73
Figura 26 Diagrama de Flujo de Puerta .....	74
Figura 27 Propuesta de Redistribucion en Planta 1 .....	75
Figura 28 Diagrama de Relacion de Actividades.....	78

Figura 29 Cursograma Analitico Mesa de Noche.....	80
Figura 30 Propuesta de Redistribucion en Planta 1 .....	92
Figura 31 Cursograma Analitico Mesa de Noche 1 .....	93
Figura 32 Propuesta de Redistribucion en Planta 2 .....	96
Figura 33 Cursograma Analitico Mesa de Noche 2.....	97
Figura 34 Conformacion Comité 5´s .....	116
Figura 35 Cronograma de Actividades para la Implementacion de 5´s.....	117
Figura 36 Cronograma de Capacitaciones de la Herramienta 5´s.....	118
Figura 37 Modelo de Tarjeta Roja .....	119
Figura 38 Mesa de Noche en Software Inventor .....	121
Figura 39 Plan de Accion de Implementacion .....	123
Figura 40 Maquinaria Existente Maderpaco.....	124
Figura 41 Ficha Tecnica Cepilladora 1 .....	125
Figura 42 Ficha Tecnica Cepilladora 2 .....	126
Figura 43 Ficha Tecnica Sierra Circular .....	127
Figura 44 Ficha Tecnica Torno.....	128
Figura 45 Ficha Tecnica Barreno.....	129
Figura 46 Ficha Tecnica Lijadora de Banda 1 .....	130
Figura 47 Ficha Técnica Lijadora de Banda 2.....	131
Figura 48 Ficha Tecnica Ingleteadora.....	132



### Lista de Anexos

Anexo A Plano Primer Piso Maderpaco .....	143
Anexo B Plano Segundo Piso Maderpaco .....	143
Anexo C Diagrama de Recorrido Puerta .....	144
Anexo D Diagrama de Recorrido Puerta Segundo Piso .....	144
Anexo E Formato de Inspección del estado Actual .....	145
Anexo F Cursograma para la Fabricacion de Puertas .....	146
Anexo G Encuesta Aplicada a los miembros de Maderpaco .....	147
Anexo H Analisis de resultados de la Encuesta.....	151
Anexo I Evaluación 5´s Empresa Maderpaco.....	152

## 2 Introducción

Actualmente las empresas tienen el reto de implementar nuevas técnicas para optimizar sus procesos de producción y esto con el fin de aumentar su competitividad a nivel nacional e internacional. El diseño de Layout favorece a la organización obteniendo beneficios como reducción del tiempo en los procesos, reducción de los costos, disminución de recorridos por parte del operario y el aprovechamiento de todo el espacio disponible.

Para (Porter, 1985) la herramienta de distribución en planta es de lejos la mejora más importante que se puede realizar en una fábrica mediante el cambio físico de la planta, optimizando así la disposición de máquinas, equipos y departamentos. De igual forma el modelo Lean Manufacturing representa una alternativa actualizada que se puede implementar sin importar el tamaño de la organización, con la cual se busca reducir costes de producción, establecer una cultura de orden y limpieza, mejorar la calidad del servicio, establecer canales de comunicación, reducir mudas, aumentar su productividad y disminuir los problemas que se puedan presentar.

Es necesario que antes de realizar cualquier cambio en la organización o de implementar herramientas de gestión se cuente con el respaldo de directivos y trabajadores, ya que según (Muther, 1970) no involucrarlos en el proceso de cambio, resulta en un fracaso a futuro.

El objetivo de este proyecto fue crear una óptima distribución en planta y determinar las herramientas lean adecuadas para los procesos de la empresa, contribuyendo así a la eliminación de procesos innecesarios en la línea de producción, disminución de sobrecostos, aumento de seguridad para los colaboradores y la disminución de los tiempos de entrega. Con la realización de este proyecto se buscó evidenciar las mejoras de la empresa a través del cumplimiento

oportuno de los pedidos y la optimización de los espacios disponibles con ayuda de las herramientas de ingeniería industrial, las cuales reflejan un aporte significativo en el crecimiento del volumen de las ventas y la satisfacción no solo de los clientes sino también de los trabajadores de la empresa.

El presente trabajo se realizó en cuatro fases, las cuales son: *Fase 1*, donde se realiza una revisión documental del estado actual de la empresa. *Fase 2*, en ella se elabora una matriz DOFA para conocer la posición de la empresa en el mercado. *Fase 3*, se exponen las diferentes opciones de distribución en planta y herramientas lean que sean idóneas para los procesos de la empresa. *Fase 4*, se presentan los beneficios que se obtienen al aplicar las herramientas de ingeniería.

En este trabajo encontrará herramientas de ingeniería industrial aplicadas a una empresa del sector maderero en donde se identificaron mejoras en los indicadores de producción como consecuencia de la reducción de recorridos para los operarios, reducción de tiempos de entrega y aprovechamiento de materia prima.

## **Planteamiento del Problema**

En Colombia el mercado de las empresas del sector de la madera se ha visto afectada considerablemente debido a la incorporación de las multinacionales, las cuales son un gran desafío en cuanto a competitividad ya que según (Porter, 1985) La Competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar. Por esta razón la industria de la madera está en constante desarrollo buscando mejorar sus procesos y con ello obtener un alto grado de satisfacción de sus clientes.

La producción y comercialización de muebles en Colombia constituyen una parte muy importante en la economía, sin embargo, su industrialización es lenta por lo cual gana terreno la informalidad, a su vez no hay mucha tecnología de punta que optimice los procesos y asegure altos estándares de calidad (Dinero, 2017).

Ante la realidad de las empresas del sector de madera, estas se ven obligadas a sobrevivir en el mercado competitivo teniendo que enfocarse en la mejora de sus procesos y de igual forma buscando siempre innovación continua. Lo cual las obliga siempre a estar en un ambiente de competencia permanente lo que conlleva a que día a día optimicen la calidad de sus productos aumentando la productividad.

La mala organización y el mal manejo de los recursos hacen que muchas empresas del sector maderero se vean afectadas en sus resultados económicos por lo que deben de implementar métodos que ayuden con el desarrollo de sus procesos para hacerlos más eficientes y eficaces.

MADERPACO cuenta con un taller ubicado en la Ciudad de Duitama donde se fabrica estos tipos de productos el cual posee una superficie de 300 m<sup>2</sup> distribuidos en instalaciones para

la fabricación, almacenamiento y comercialización de sus piezas. Asimismo, la empresa tiene claro que su principal prioridad es de mejorar sus procesos productivos para luego poder satisfacer la demanda del mercado, sin embargo, se presentan inconvenientes al no tener control de los procesos, no manejar estándares de calidad, tener desperdicios en tiempo de producción, de igual forma se observa deficiencias en el apartado de iluminación, desorden en el taller y la falta de demarcación de las zonas de trabajo, lo cual puede generar accidentes laborales y defectos en los trabajos así como la insatisfacción del cliente.

Estas problemáticas se pretenden reducir al implementar una correcta distribución en planta por medio del aprovechamiento de espacios, reducción de recorridos, disminución de tiempos de ciclo y seguridad de los operarios. De igual manera, se pretenden establecer herramientas lean manufacturing que ayuden a mitigar las falencias en el proceso productivo con el objetivo de incluir una cultura de orden y aseo, prevenir riesgos por maquinaria, incluir canales de comunicación y reducir el índice de defectos por pieza.

### **1.1 Descripción del Problema**

MADERPACO es una empresa dedicada a la elaboración, reparación y mantenimiento de piezas de madera. Fue constituida hace 35 años por Jorge Alirio Paco, esta empresa surge de la necesidad de proveer una fuente de fabricación y reparación general ofreciendo un servicio integral en viviendas y locales comerciales. La prioridad de MADERPACO es ofrecer productos de buena calidad generando un alto grado en la satisfacción al cliente.

La empresa cuenta con 8 trabajadores, cada uno con su respectiva función: lijador, barnizador, pintor, detalladores, administrador. Además, cuentan con maquinaria como

Lijadoras, sierras, caladoras, compresores, vibradoras, prensas largas y formones que si no se manipulan de manera correcta representan un riesgo para cada trabajador.

Se han evidenciado problemas por la demora excesiva en la entrega de los pedidos debido a que los trabajadores no manejan un plan de trabajo y lo hacen de la forma más natural y cómoda posible sin prever algún tipo de accidente o falla, sin contar además con que la distribución del local es inadecuada lo que se evidencia en la existencia de cruces de actividades, procesos que no cumplen con los principios de distribución, bajos índices de productividad y recorridos innecesarios.

El origen del problema se debe a la desatención en los tiempos de entrega de los productos y al desconocimiento de funciones por parte de los operarios que no permite una adecuada optimización en los procesos, esto determina la existencia de dificultades metodológicas puesto que los procesos no se encuentran definidos adecuadamente.

## **1.2 Formulación del Problema**

De acuerdo con los elementos establecidos en el planteamiento del problema se define la siguiente pregunta de investigación: ¿Un rediseño para la distribución de planta junto con la implementación de herramientas Lean Manufacturing permitirán optimizar la productividad en la empresa Maderpaco mejorando así su competitividad en el mercado?

### 1.3 Justificación

La experiencia ha demostrado de manera contundente que las empresas que mantienen buenas condiciones laborales rinden mucho más que las que carecen de ellas, de igual manera para Niebel y Freivalds (2014):

“Los encargados de la distribución y asignación de espacios deben darle al trabajador condiciones de trabajo favorables, seguras y cómodas. Estudios anteriores han demostrado que las plantas con una adecuada distribución generan mayor productividad y mejor ambiente laboral en la empresa. Cuando se decide invertir en un mejor ambiente laboral los resultados son significativos y beneficiosos a nivel económico. Esto genera mayor motivación a los trabajadores”. (p.183)

Esto indica que no basta tan solo con suministrar a los operarios de las máquinas y herramientas adecuadas para realizar su labor, sino que de igual forma se les debe brindar unas condiciones de trabajo optimas en cuanto iluminación, visibilidad, ruido y temperatura.

El presente estudio se realizó con el fin de establecer las mejoras que se sugerirán para la empresa, ocasionando un mejor flujo de materiales, reducción de sobre costos, recorridos de los operarios, reducción de accidentes y optimización del uso del espacio al implementar una correcta distribución en planta en compañía de herramientas Lean.

El presente trabajo no involucrara solamente la maquinaria que interactúa en el proceso productivo, sino que a su vez implica las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento, recorridos de los operarios y tiempos de ciclo, ya que como sugiere (De la Fuente & Fernández, 2013) el objetivo del Layout es disponer de los todos los elementos que interactúan en el proceso con el fin de obtener un flujo continuo de trabajo.

Los beneficios de la distribución en planta no se otorgan tan solo en el ámbito financiero sino que también maneja otros aspectos como lo sugiere (Bassante, 2018), el cual plantea que el beneficio no es solo económico sino que también contempla criterios como bienestar, condiciones laborales y un menor consumo de energía a causa de la disminución de recorridos.

La ejecución adecuada de la herramienta Lean manufacturing es de vital importancia ya que podría ser replicada en todas las líneas de producción de la empresa, de igual manera, (Vargas-Hernández et al., 2018) establece algunas ventajas tales como procesos altamente eficientes, disminución del tiempo de producción, aumento de indicadores de productividad, mayor calidad del producto final y la inserción de una cultura de orden y limpieza.

Del mismo modo, los resultados de la investigación serán particularmente útiles para la empresa Maderpaco al minimizar el porcentaje de error en el área de producción y generar un mayor aprovechamiento de los recursos.

El presente trabajo puede ser aplicado a empresas del sector de la madera pequeñas o medianas, ya que normalmente no se suele hacer uso de este tipo de metodologías teniendo en cuenta que requieren de una inversión mínima y contribuyen a la optimización de los procesos, evitando sobrecostos, recorridos innecesarios y pérdida de materia prima.



## **Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo General***

Realizar una propuesta de redistribución de Planta y diseñar un plan estratégico de mejora para los procesos basado en técnicas de Lean Manufacturing, que permitan lograr un mejor desempeño, productividad, tiempos más rápidos y reducción de costos para la empresa MADERPACO

### ***2.1.1 Objetivos Específicos***

- Realizar el diagnóstico de la situación actual en la empresa MADERPACO
- Revisar la información documental identificando los diferentes métodos de distribución en planta y las herramientas de Lean Manufacturing que requiere la empresa MADERPACO.
- Diseñar la distribución en planta y elaborar un plan estratégico de mejora para los procesos basado en técnicas de Lean Manufacturing.
- Analizar el costo-beneficio que permita determinar la factibilidad de diseño en planta y planes estratégicos de mejora presentados.

## Marco Referencial

Se realizó una búsqueda de artículos y tesis relacionadas con el tema específico del proyecto, así como vinculadas con el sector investigado, los cuales proporcionan información de gran utilidad:

### 3.1 Antecedentes

#### 3.1.1 *Antecedentes Internacionales:*

Para (Torres, 2020) plantea en su proyecto titulado SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies plantea una producción en línea que se divide en cinco etapas las cuales son desfibrado, inmunizado, moldeado, prensado y acabado final. Dichas etapas deben ser adyacentes unas con otras, a excepción de desfibrado e inmunizado, puesto que la segunda es más cercana al área de almacén.

Según (Mejía, 2016) en su tesis titulada “Analysis and proposal to improve the production process of a production line in a timber company through the use of lean manufacturing tools” menciona como principal problema de las empresas madereras es el alto nivel competitivo que enfrentan al ingresar como competidores al mercado internacional mediante exportación de productos. Así mismo señala la poca cultura que existe sobre la aplicación de herramientas de mejora de producción como es la Manufactura esbelta, resaltando como principal causa el desconocimiento de cómo realizar su implementación o simplemente de la existencia de herramientas que puedan dirigirse a la solución específica de problemas.

Por su parte (Aguilar, 2017) propuso en su tesis de maestría el “Diseño de Infraestructura de Nueva Planta para la Línea de Producción de los Modelos Buller y Linner 12 en Dina Camiones”. La empresa Dina buscó introducir dos nuevos modelos en la industria automotriz,

por tal motivo requirió ampliar su capacidad productiva con el fin de cumplir con la demanda del mercado. Así, para determinar la metodología apropiada para la distribución de planta, en su capítulo dos describió un marco teórico que le permitió revisar las distintas metodologías y técnicas. seleccionó entonces la metodología Systematic Layout Planning (SLP) así como herramientas de diseño (AutoCAD y Dialux) con el objeto de proyectar las instalaciones en 2D y 3D. Uno de los resultados para destacar fue el logro de la flexibilidad de las instalaciones y distribución de planta, para que cuando se requiera en un futuro, se puedan realizar cambios al proceso y maquinaria al menor costo y en corto tiempo acudiendo al principio de flexibilidad

De igual forma (Castillo, 2018) establece en su artículo de investigación denominado “Propuesta de Redistribución de Planta para disminuir Costos Operacionales y aumento en la Tasa de Cumplimiento de Ordenes de Entrega en una Empresa Metalúrgica” algunos pasos para implementar dicha herramienta los cuales definió como: Primero, en el cual se realizó un reconocimiento e identificación de la empresa con el fin de conocer los procesos internos de la empresa. Segundo, en donde se determinaron las principales falencias de la empresa con ayuda de herramientas como la entrevista. Tercero, por medio de este se identificaron las variables involucradas en los principales problemas, para lo cual fue fundamental realizar un estudio de tiempos en cada área. Cuarto, del mismo modo se estableció el tipo de distribución en planta a aplicar teniendo en cuenta las variables que afectan los procesos de la Metalúrgica. Quinto, por último, se llevó a cabo un estudio detallado de la nueva propuesta de redistribución de planta teniendo en cuenta la reducción en sus costos operacionales que fue del 15,79%.

De forma similar (Rojas & Soler, 2018) trabajaron en la disminución de tiempos con su artículo investigativo titulado “Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad

en las empresas” en el que se da a conocer la importancia que tiene el Lean para mejorar la productividad y la eficiencia en las empresas, entre los resultados obtenidos se evidencio una disminución en los tiempos de fabricación y por ende menores costes lo que genera beneficios para cualquier tipo de empresa.

Por otra parte, (Ospina, 2016) en su trabajo de investigación titulado “ Propuesta De Distribución De Planta, Para Aumentar La Productividad En Una Empresa Metalmecánica En Ate Lima, Perú” sugiere que aplicar herramientas Lean Manufacturing no solo genera beneficios económicos como lo es el aprovechamiento de la materia prima y el posicionamiento en el mercado sino que también permite generar una cultura de orden y limpieza en la organización evidenciando así, una reducción significativa de accidentes, reducción en los índices de ausentismo y motivación del personal.

### ***3.1.2 Antecedentes Nacionales***

A nivel nacional el informe desarrollado por (Collazos Valencia & Cesar Julio, 2016) titulado “Rediseño del Sistema Productivo Utilizando Técnicas de Distribución de Planta” estuvo orientado a encontrar una disposición de planta adecuada que llevara a la reducción de costos desde el inicio de la operación, mejorando así la eficiencia del proceso. El investigador utilizó dos métodos. El primero relacionado con la búsqueda de datos y el análisis de la información por medio del SLP (Systematic Layout Planning); construyeron el layout inicial con los datos, y seleccionaron alternativas con el objetivo de minimizar la distancia recorrida utilizando un algoritmo genético. El autor de la investigación mencionada anteriormente, establece que la combinación de métodos dinamiza la solución de problemas y minimiza el costo de distribución apoyándose en técnicas de análisis para tomas de decisiones.

También (Acuña, 2018) desarrollo un trabajo de tesis sobre el incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos en Villavicencio, Colombia. El objetivo principal de esta tesis es establecer las mejoras para aumentar la capacidad de producción en los procesos mediante los conceptos de rediseño de la empresa, métodos de trabajo y todos los puestos en el área de producción. Las propuestas de mejora que se realizaron en el estudio dieron resultados en puntos muy importantes como el aumento de la eficiencia de los operarios involucrados ya que se redujeron los tiempos muertos y el sobre esfuerzo físico.

De forma semejante (Flores & Carlos, 2017) realizaron un trabajo de tesis sobre la optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de lean manufacturing en Bogotá, Colombia. Esta investigación muestra los problemas principales en una empresa del sector metal mecánico y como las propuestas de mejora se implementan con las herramientas del lean manufacturing. El objetivo principal de este trabajo de tesis fue mejorar los procesos productivos generando mayor rentabilidad para la empresa, partiendo de la implementación de las herramientas del principio Lean. Se da a conocer la importante que es la filosofía lean y el grado de impacto que tiene en el mejoramiento de los procesos de una empresa alineando los objetivos estratégicos con las metas de la empresa para ser cada vez más competitivos.

Por otra parte, (Pantoja et al., 2017) en su artículo denominado “Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular” propone una metodología para la distribución de planta en sistemas de manufactura flexible basado en el QAP (Quadratic Assignment Problem) el cual considera el número de empleados para la agrupación celular. Algo

a destacar de este artículo es que se pudo comprobar la viabilidad de su implementación en un caso real relacionado con una empresa metalmecánica del sector autopartes.

Para terminar con las investigaciones nacionales se presenta el artículo de (Alvis, Carne;Mendoza, Yaniris;Cohen, 2018) denominado “Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia” el cual se centra en el TPM y nos sugiere que los fallos más recurrentes están asociados a la manera inadecuada en que se hacen las operaciones productivas y las rutinas de alistamiento de las máquinas, por lo que, si se adaptan mejores prácticas operativas de cuidado y mantenimiento de las máquinas cuando se realizan las actividades, se reducirá considerablemente la criticidad y la frecuencia de los fallos.

De acuerdo a las tesis trabajadas en relación a los temas de Diseño de Planta y Lean Manufacturing se evidencia que son de vital importancia para las empresas ya que les permiten realizar una persecución de una mejora del sistema de fabricación en este caso de la industria maderera mediante una correcta distribución tanto de maquinaria como de trabajadores y también con ayuda de la eliminación del desperdicio o despilfarro como lo son todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar. También son fundamentales estos temas ya que pretenden minimizar los tiempos de todos los procesos, organizar herramientas y maquinarias dando como consecuencia un aumento en las utilidades de la empresa.

La distribución en planta y el lean manufacturing son un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, la organización de las herramientas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de

una instalación productiva propuesta o ya existente con el fin de producir una reducción en costos, tiempos innecesarios, aumentando a su vez la seguridad, entre otras, acercándose aún más a la meta de cualquier organización.

En la empresa se evidencia un aumento de más de un 20% de volumen en m<sup>3</sup> de madera en los rechazos internos, debido a deficiencias en la calidad de la madera, como es la aparición de mancha azul en ésta, moho, problemas de dimensiones, entre otros, lo cual ocasiona un mayor costo por reprocesos y por pérdida de rendimiento, además de otro tipo de costos indirectos como son el transporte y la mano de obra extra que se debe utilizar para tratar la madera rechazada. Por lo que es necesario implementar nuevas herramientas que mejoren la identificación de los defectos antes de ser enviados a los clientes, además de su origen y posterior tratamiento, e identificar las oportunidades de mejora, a la vez que son reducidos los desperdicios.

## 3.2 Marco Teórico

### 3.2.1 *Distribución en Planta*

La distribución en planta es la mejora más importante que se puede hacer en una empresa mediante el cambio físico de la organización, ordenando de manera adecuada maquinaria, equipos y herramientas, del mismo modo, para De la Fuente & Fernández (2013):

“El diseño y la distribución en planta es la ordenación física de los factores y elementos industriales, presentes en los procesos productivos de la empresa, en la contribución del área, en la determinación de las figuras y ubicación de los distintos departamentos; su principal objetivo es que la disposición de estos elementos sea eficiente y contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa”. (p.87)

Por otra parte, para realizar una óptima distribución en planta se deben considerar los elementos que intervienen en el proceso productivo y esto genera en algunas ocasiones elevados costos, ya que como sugiere (Vallhonrat & Corominas, 2009):

Para realizar un proceso de diseño de planta se establecen unos principios básicos teniendo como primera medida conocer el producto a fabricar y sus cantidades, sabiendo que es una decisión costosa el ampliar o cambiar un diseño inicial. (pag.102)

Conocida la definición por varios autores acerca de la distribución de planta, es importante definir sus principios básicos. (Ver Tabla 1).



**Tabla 1***Principios de la Distribución en Planta*

Principio	Descripción
Satisfacción Seguridad	La distribución de planta en igualdad de condiciones permite que el trabajo sea satisfactorio y seguro para los trabajadores.
Integración de conjunto	La mejor distribución es la que permite la integración de hombres, maquinaria y actividades auxiliares donde todas las partes están comprometidas.
Mínima distancia recorrida	A mejor distribución menor distancia a recorrer.
Circulación o flujo de materiales	Ordenar las áreas de trabajo donde se mantenga la misma secuencia en la que se transforman o ensamblan materiales evita interrupciones.
Espacio cúbico	La utilización adecuada de los espacios de manera horizontal y vertical mejora la economía.
Flexibilidad	La distribución efectiva permite ordenar y reordenar a un menor costo.

*Fuente:* Tomado de (Bassante, 2018)

### **3.2.2 Ventajas de la distribución en planta.**

Una correcta distribución en planta es la que permite encontrar la forma más ordenada de fabricar y ordenar tanto materia prima, personal y herramientas de la forma más eficiente y económica posible, al mismo tiempo que eleva el grado de satisfacción de los clientes y genera seguridad para los colaboradores que laboran dentro de la empresa. De forma más específica, se puede entender que esto se alcanza de la consecución de hechos como incremento de producción, disminución de cuellos de botella y ahorro de espacio.

### 3.2.3 Tipos de Distribución en Planta.

Una distribución de planta eficiente facilita y reduce los costos del flujo de materiales, personal e información entre áreas, para lograr estos objetivos se han desarrollado diferentes configuraciones de distribución entre los que se encuentran (Ver Tabla 2):

Tabla 2

Tipo de Distribución	Descripción	Ventajas	Desventajas
Distribución por Posición Fija	Se emplea en proyectos de gran envergadura, donde los materiales requieren estar o permanecer estáticos.	Se adecua a la demanda intermitente e Incrementa la iniciativa del trabajador.	Elevada complejidad en la organización de espacios
Distribución por Proceso	Apropiada para la producción en lotes, ampliamente utilizado en fabricación de muebles, talleres de mantenimiento.	Disminuye el desperdicio de material. Mayor utilización de la maquinaria.	Mayor área requerida. Exigencia de mayor habilidad de operarios
Distribución por producto, en cadena o en serie	Maquinaria y equipo necesarios para la fabricación son ubicados en una misma zona, permitiendo la secuencia en las operaciones	Operarios altamente especializados Permite cambios frecuentes en el producto	Alta inversión inicial Vulnerabilidad de la línea de producción.
Distribución de grupo o celular	Es un grupo de máquinas o procesos agrupados y dedicados a la manufactura de una familia de partes	Reducción en tiempos de fabricación Reducción de tiempos de formación	Necesidad de trabajadores polivalentes. Mayor inversión en maquinaria, equipamiento y superficie.

Fuente: Desarrollo del autor a partir de (Álvarez, 2019).

### ***3.2.4 Lean Manufacturing***

La metodología Lean consiste en varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio o proceso ayudando a aumentar el valor en cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Además, el sistema Lean Manufacturing proporciona a las empresas herramientas y técnicas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y minimizando desperdicios.

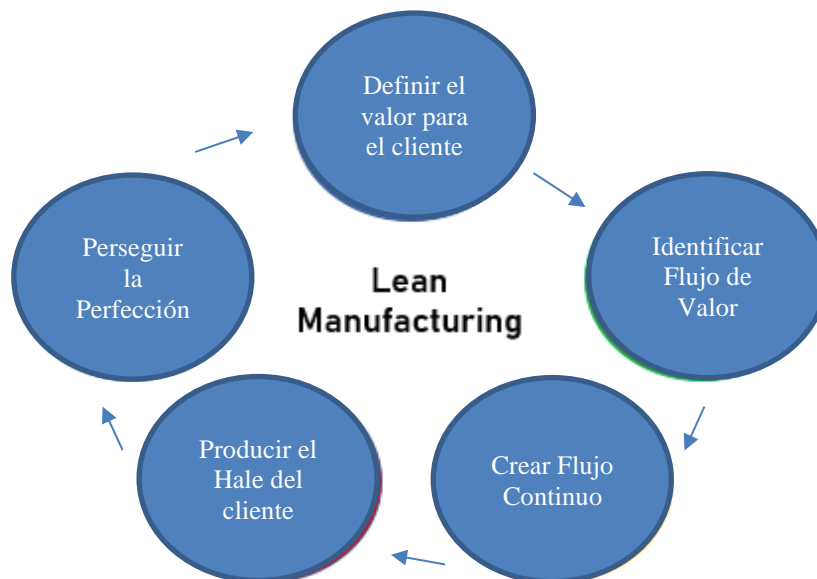
En la actualidad, no cabe duda que su adopción, de forma completa y correcta conduce al éxito basado en el incremento de la eficiencia y la competitividad. Algunos beneficios que se consiguen al aplicar esta metodología son reducción de costos y desperdicios y mayor calidad en los productos.

### ***3.2.5 Los 7 desperdicios en el sistema Lean Manufacturing.***

En el sistema de manufactura esbelta el desperdicio se considera como cualquier elemento dentro del proceso de producción que añade costo sin añadir valor al producto. Se identifican siete tipos de desperdicios que se pueden presentar en cualquier empresa sin importar su tamaño y se evidencian desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto

### ***3.2.6 Principios Claves del Sistema Lean***

Según (Villaseñor, 2011) señala que la manufactura esbelta tiene un proceso de 5 pasos para su implementación en las empresas, los cuales son los que se presentan en la siguiente figura (Ver Figura 2):

**Figura 1***Pasos para Implementar el Sistema Lean*

*Fuente:* Elaboración propia a partir de (Villaseñor, 2011)

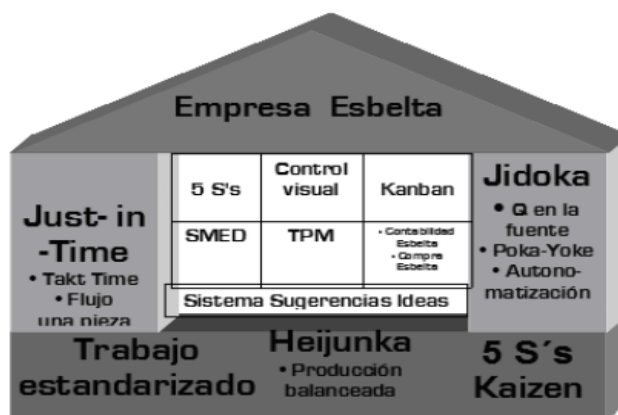
Como podemos observar en la figura anterior, en la metodología Lean uno de los aspectos más importantes es garantizar la satisfacción del cliente, ya que como señala (Tejeda, 2011), para el Lean lo más importante es el cliente, de nada vale fabricar de la manera más eficiente un producto que el cliente no quiera.

De aplicar estos pasos adecuadamente se pueden obtener beneficios tales como: reducción de inventarios, incremento de la productividad, mejora en los tiempos de entrega de los productos, motivación del personal y la inclusión de una cultura de orden y aseo para todos los miembros de la organización.

### 3.2.7 Herramientas del Sistema Lean Manufacturing

Figura 2

Técnicas Lean



Fuente: (Socconi, 2015).

El propósito principal de dichas herramientas es minimizar o en su caso eliminar todos los procesos innecesarios en el área de producción (Incluye desde el departamento de compra de materia primas, hasta el de servicio al cliente), dando como resultado una disminución de costos nunca imaginados y análogamente cumpliendo con la satisfacción de los clientes.

### 3.2.8 Las 5's.

Esta metodología de origen Japonesa tiene como objetivo mantener un lugar de trabajo organizado, limpio y seguro, es por esto que las 5 S's se consideran clave en la implementación del Lean ya que ofrece estandarizar cualquier lugar de trabajo, creando un ambiente físico adecuado para que los operarios realicen sus tareas con armonía y comodidad

Tabla 3

## Metodología 5 S 's

5 S 's	Definición	Estrategia a Aplicar
Seiri (Clasificar)	Se debe mantener únicamente lo elemental, el resto debe ser removido.	La llamada “etiqueta en rojo” que señala que se coloca una etiqueta color rojo en las herramientas que no son usadas para posteriormente llevarlas a almacén.
Seiton (Ordenar)	Una vez definidos los elementos o herramientas de trabajo deben ser identificadas y ordenadas de manera que de que sean de fácil acceso.	Pintura de pisos delimitando áreas de trabajo. Uso de gabinetes o cajas de herramientas.
Seiso (Limpiar)	El área y lugar de trabajo debe mantenerse limpio para conservar un alto desempeño.	Desarrollar una cultura de limpieza diaria en el área de trabajo.
Seiketsu (Estandarizar)	Eliminar las causas de la suciedad y el desorden y realizar un estándar de las 3 primeras S 's.	Localización por fotografía del sitio de trabajo en condiciones óptimas y exponerlo en lugares visibles para que los operarios recuerden cual es el estado en que debería permanecer.
Shitsuke (Sostener)	Hace referencia a mantener los estándares para que de este modo no se regrese a las condiciones anteriores.	Establecer una serie de normas en la organización del área de trabajo.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Alvis, Carme;Mendoza, Yaniris;Cohen, 2018)

**TPM.** El mantenimiento preventivo total es una herramienta de vital importancia para alcanzar la eficiencia y competitividad en las empresas, además pretende aumentar la disponibilidad y eficacia de la maquinaria manteniéndola en un nivel óptimo e incrementando su ciclo de vida. (Tejeda, 2011) sugiere que implementar adecuadamente esta herramienta evita tiempos muertos por maquinaria, velocidad inferior a la de la capacidad de los equipos, productos defectuosos, averías frecuentes, micro paradas y tiempos elevados de arranque.

**Poka Yoke.** Esta herramienta de Lean se basa en un conjunto de métodos cuyo objetivo es evitar los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, permitiendo que los operadores se concentren en sus actividades. Este sistema permite realizar una inspección al 100% y gracias a esto permite tomar acciones inmediatas cuando se presentan defectos ya que como lo indica (Socconi, 2015) “La implementación de Poka Yoke resulta sencilla y económica, e igualmente muy beneficiosa para liberar la mente del trabajador y permitirle desarrollar su creatividad”(pag.127). Existen 2 categorías de Poka Yoke, estos son:

- **Poka Yoke de Advertencia:** Este elemento avisa al operador antes de que ocurra algún error, aunque no necesariamente lo evitara.
- **Poka Yoke de Prevención:** Con este elemento se busca que no haya posibilidad de errores utilizando mecanismos que hagan imposible cometerlos. Un ejemplo de dicha categoría son las memorias USB que debido a su mecanismo evitan ser introducidas de manera errónea.

### 3.3 Marco Conceptual

**Kanban:** Según Muther (1970) “La herramienta Kanban se deriva en dos apartados, la primera Kan es Visual y Van quiere decir tarjeta, lo que conforma tarjetas visuales” (p.116), estas ayudan a gestionar de manera general como se van completando las tareas.

**KPI ‘s:** Como lo indica Rojas & Soler (2018) Los KPI’s son conocidos como indicadores de calidad y pueden ser aplicados a cualquier área de la empresa” (p.37), aunque generalmente se implementan en el área de marketing para el estudio y elaboración de un artículo nuevo.

**Planeación:** Se refiere a establecer un método para lograr una mejora ya que como indica Socconi (2015) “Es importante planear la distribución de planta antes de llevarla a la práctica, ya que hacerlo físicamente resulta excesivamente caro”(p.231). Esto evidencia que la planeación es primordial para llevar a cabo una distribución de planta adecuada y sin generar costos innecesarios.

**Produccion:** Tawifk y Chauvel (1993) plantean que la produccion es la adición de valor de un bien por efecto de una transformación. Se refiere a modificar los bienes con el objetivo de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades.

**Productividad:** Como afirma Socconi (2015) “La productividad es la relación entre producción e insumo” (p.87). Este es el único camino para que una empresa pueda crecer y aumentar su competitividad.

**TPM:** Es una filosofía de mantenimiento el cual busca eliminar las perdidas en el área de producción generadas por el estado de los equipos. Garcia & Romero (2016) plantean que el mantenimiento productivo total es una herramienta ampliamente usada en las áreas productivas, la cual está encaminada a incrementar la disponibilidad de la maquinaria y equipo de producción.



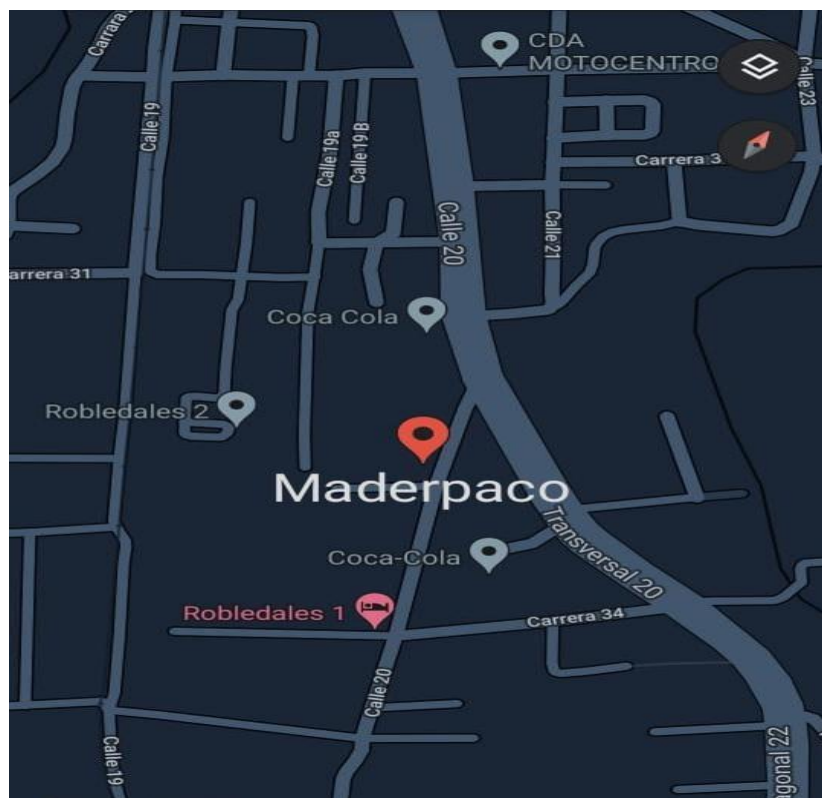
**VSM:** Según indica Villadiego (2015), “Es una herramienta del Lean utilizada para analizar los flujos de información y materiales que se requieren para poner a disposición del cliente un producto o servicio” (p.312). Este instrumento se enfoca en la reducción de costos mediante la eliminación de actividades que no agregan valor.

### 3.4 Marco Geográfico

El presente trabajo de investigación, se realiza en Maderpaco, empresa que tiene lugar en la Calle 20 # 34 – 62 Barrio Camilo Torres, un sector en el que se observa un crecimiento importante en los últimos años y en donde se encuentran situadas varias Pymes dedicadas a diferentes tipos de actividad industrial como, automotriz, vidriero, metales, madereras, cerámicas, entre otros.

*Figura 3*

*Ubicación de Maderpaco*



*Fuente:* Tomada de Google Maps.

### 3.5 Marco Legal

Para el desarrollo del presente proyecto se tendrá en cuenta la siguiente normatividad correspondiente a la regulación y codificación de las consultorías en Colombia.

- **NTC 1461 de 1987:** Higiene y Seguridad. Colores y señales de seguridad. Esta norma tiene como objetivo establecer los colores y señales de seguridad utilizados para la prevención de riesgos y accidentes.
- **NTC 1700 de 1982:** Higiene y Seguridad. Medidas de seguridad en edificaciones y medidas de evacuación. Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir los medios de salida para facilitar la evacuación de los ocupantes de una edificación.
- **Resolución 627 de 2006:** Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental que trascienden la propiedad privada e impactan de manera negativa.
- **NTC 4788-2 de 2012:** En donde se especifica la tipología para vehículos de transporte de carga por carretera, así como sus dimensiones y máximo peso por eje.
- **Decreto 1072 de 2015:** Regula el sistema de seguridad y salud en el trabajo y establece que el SG-SST es de obligatorio cumplimiento.
- **Código Sustantivo del Trabajo:** Determina los procedimientos legales que surgen entre trabajador y empleador, buscando equilibrio entre las dos partes.

## Diseño Metodológico

La presente investigación se desarrolló en 4 etapas las cuales se evidencian en la siguiente figura (Ver Figura 7), indicando las actividades metodológicas, las técnicas adecuadas para el tratamiento de la información y los resultados esperados.

*Figura 4*

### *Diseño Metodológico Maderpaco*

Objetivo Especifico	Actividades Metodologicas	Tecnicas o Herramientas para el tratamiento de la informacion	Resultado Esperado
Etapa 1: Diagnostico	Identificacion de procesos de la Empresa	Recoleccion de Datos	Diagnostico de la Situacion actual de la Empresa
		Diagrama de Flujos	
		Caracterizacion de Procesos	
Etapa 2: Diseño	Diseñar propuesta de mejora mediante la distribucion en planta	Recoleccion de medidas de maquinas y herramientas	Diseños de Layout
	Plan de implementacion de herramientas Lean	Observacion directa de los recorridos de los trabajadores	
	Elaborar una matriz DOFA para conocer la posicion en el mercado de la empresa	Encuestas y entrevistas que permitan evidenciar los puntos criticos	Planes estrategicos implementando herramientas Lean
	Aplicación de encuestas a los operadores de la Empresa	Software Visio	Elaboracion visual de los diagramas de recorrido
	Diseño del diagrama de procesos		
Etapa 3: Desarrollo	Elaboracion de muestras y calculos de media de tiempos de recorrido para posteriormente diseñar el modelo con los parametros adecuados establecidos en los principios de Diseño de Planta	Analisis cualitativo / cuantitativo de recorridos y puestos de trabajo	Proponer diferentes opciones de Distribucion en Planta y herramientas Lean que contribuyan con la optimizacion de los procesos de la empresa
	Seleccionar herramientas de Lean Manufacturing a aplicar para disminuir o eliminar desperdicios identificados	Analisis de procesos productivos mediante indices de eficiencia	Elaborar acciones de mejora con sus respectivos indicadores de seguimiento para reducir los desperdicios en los procesos
	Definir las acciones requeridas, resultados esperados y recursos necesarios		
Etapa 4: Analisis de Costos	Realizar un analisis de costos de las diferentes propuestas con el fin de evaluar su futura implementacion	Reunir datos sobre las propuestas para determinar el costo-beneficio de cada una de estas	Determinar los beneficios que traeran las diferentes herramientas de ingenieria manejadas en la investigacion
		Cuadro comparativo costo-beneficio de las herramientas Lean idoneas para implementar en un futuro	

*Nota:* La figura anterior expone las etapas metodológicas con las que se va a desarrollar el presente trabajo de investigación y es de elaboración propia.

#### **4.1 Tipos y Enfoques de Investigación**

La presente investigación toma como referencia la investigación tipo descriptiva, esta es primordial ya que nos brinda información sobre el estado actual de la organización realizando análisis con el fin de buscar efectos negativos que intervienen en el proceso de producción. Asimismo, se plantea el tipo de investigación explicativo dado que nos otorga conocimiento sobre las posibles mejoras en cada área de trabajo.

En cuanto al enfoque de investigación se determinó que lo ideal es utilizar un enfoque tipo mixto ya que el cualitativo nos permite tener un conocimiento más profundo de una situación en concreto y el cuantitativo nos proporciona información numérica relacionada con los procesos de producción.

#### **4.2 Variables de Medición**

- **Productividad:** Se refiere al total del producto terminado alcanzado en relación con los recursos utilizados (materia prima, personas, tiempo)
- **Tiempo de Ciclo:** Se refiere al tiempo en que se transforma la materia prima y pasa a ser producto terminado.

#### **4.3 Recolección y Análisis de Datos**

Para la recolección de datos en la empresa Maderpaco son necesarios los siguientes métodos:

- Fuentes Primarias: Observación directa, registro fotográfico, entrevista al director de operaciones y encuesta a operarios.
- Fuentes Secundarias: Búsqueda de información en libros, revistas, artículos de internet y otros trabajos de investigación.

#### **4.4 Unidad de Estudio o Muestra**

De acuerdo a la pregunta de investigación se determinó que la totalidad de la población a medir serán tanto administrativos como operarios que laboran en la empresa.

La unidad de muestreo serán principalmente los procesos productivos involucrados en la planta durante la jornada laboral para así recolectar todos los datos vinculados a la realidad del problema a resolver.

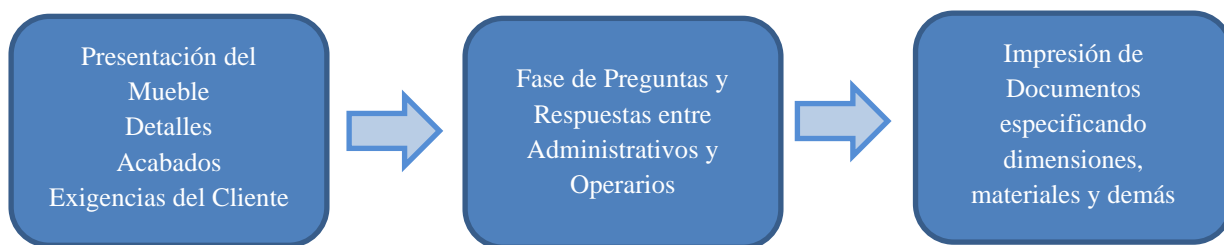
Por último, se concluye que la unidad de estudio tiene relación estrecha con las variables de medición anteriormente mencionadas ya que la población que se ha tomado en cuenta son las responsables de ejecutar todos los procesos que involucran la creación de productos.

## Desarrollo

En primer lugar, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa teniendo en cuenta su infraestructura y los elementos lean manejados en cada área. Antes de detallar los procesos de producción es importante destacar que la empresa tiene como hábito realizar una reunión previa al inicio de la fabricación, la cual se representa en las siguientes actividades:

*Figura 5*

### Actividades de Reunión Previa



*Fuente:* Elaboración propia a partir del estudio de campo.

Dicha reunión se realiza ya que la empresa carece de un departamento de planeación de la producción, por lo tanto, se manifiestan las medidas, exigencias del cliente y los materiales a utilizar de forma oral. El tiempo estimado para esta reunión varía según la complejidad de la pieza a fabricar, se considera que para la fabricación de una mesa de noche dicha reunión tome 20 minutos y para una puerta 5 minutos.

La empresa cuenta con dos plantas las cuales se pueden apreciar en el Anexo A y Anexo B respectivamente las cuales están distribuidas de la siguiente manera: En la primera se encuentra la oficina en donde se realiza la reunión de prefabricación y es el lugar de trabajo del administrador el cual lleva a cabo la gestión financiera de la empresa, también se sitúa en este primer piso el almacén de materia prima, en donde reposan los materiales de trabajo tales como roble, pino, fresno y nogal. De allí pasamos al área de maquinado en el cual se realizan cortes a

la pieza por medio de diferentes maquinas como sierras circulares, sierra sin fin, planeadora y cepilladora. La siguiente área es la de lijado compuesta por una lijadora orbital, una lijadora de banda y un cincel. Otra de las áreas situadas en el primer piso de la empresa es el área de ensamble en donde las partes previamente cortadas y lijadas son añadidas, en dicha área se cuenta con tres mesas de ensamble con sus respectivas herramientas. A unos 10 metros tenemos el almacén de productos terminados en donde se reservan los productos terminados tales como camas, armarios y closets. Además de estas áreas se cuenta con un espacio de desperdicios en el cual se almacenan los residuos que generan los procesos previos como la viruta y el aserrín. Asimismo, se encuentra el almacén de insumos en donde guardan los diferentes insumos utilizados en la fabricación de las piezas como lo son las bisagras, rodachines, lijas y escobillas. Por último, se cuenta con dos baños y dos secciones de escaleras que dirigen a los vestidores y a la segunda planta de la empresa.

El segundo piso de la empresa está conformado por una segunda área de lijado enfocada en las puertas ya que se cuenta con maquinaria especializada para dichas piezas como lo son las lijadoras excéntricas y lijadoras de banco. Igualmente se encuentra el área de acabados en donde se realiza el sellado y pintado de la pieza, además de la instalación de las respectivas chapas y bisagras. A unos 12 metros está ubicado el cuarto de secado en donde se realiza una inspección de los acabados y se deja reposar la pieza aproximadamente cuatro horas para su posterior transporte al almacén de productos terminados. Por último, se hallan los vestidores en donde se encuentran casilleros personales para el uso de los colaboradores de la empresa.



## 5.1 Descripción del Sistema de Producción

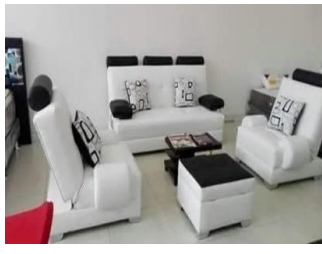
El proceso de producción que utiliza la empresa fabricante de muebles, es un sistema intermitente, dado que la empresa fabrica sus productos a pedido de sus clientes o por contratos. Los productos más solicitados por los clientes son: sofás, sillas y mesas de noche. A continuación, veremos algunas de sus características, dimensiones y precios de venta.

### 5.1.1 Productos

#### 5.1.1.1 Mueble, Juego de Sofás

Figura 6

Características Juego de Sala

Características Generales Juego de Sofas				
Imagen de Muestra	Modelo	Descripción	Precio de Venta	
	Contemporaneo	Juego de Sala que consta de 3 sofas con brazos removibles, dos sillas individuales	\$ 1 600,000	
	Dimensiones			Tapizada en tela tipo cuero, incluye puff central y mesa de centro.
	Largo	218 cm		
	Alto	76 cm		
Ancho	91 cm			

*Nota:* La ilustración anterior representa las características de los juegos de sofá, dimensiones y precio de venta, la tabla es de elaboración propia.


El modelo de sofás contemporáneo puede ser elaborado en cedro o en caoba, estos materiales le brindan calidad y estética al producto. En este tipo de sofás son de vital importancia los procesos de acabado ya que la pintura y tapizado se verán reflejados en el producto final.

### 5.1.1.2 Sillas

Los modelos de Silla Andor son los más demandados por clientes y centros alimenticios por su estética y calidad en los materiales utilizados. A continuación, se exponen sus características.

*Figura 7*

*Características Sillas*

Características Generales Sillas				
Imagen de Muestra	Modelo	Descripcion	Precio de Venta	
	Andor	Sillas para comedores o restaurantes fabricadas en cedro	\$ 120,000	
	Dimensiones			Disponibles en colores como rojiso, negro o perla.
	Largo	218 cm		
	Asiento	0,45 m x 0,45 m		
Acabados con Laca Selladora				

*Nota:* La ilustración previa expone las dimensiones de las sillas fabricadas en la empresa y es de elaboración propia.


La empresa fabricante de muebles suele variar el precio de las sillas cuando se acompañan con comedores, sin embargo, el valor de las sillas Andor se estableció de manera unitaria.

### 5.1.1.3 Mesas de Noche

Las mesas de noche modernas son de los artículos más vendidos en los últimos 4 años debido a su diseño estético, calidad de materiales y pinturas. A continuación, se exhiben sus dimensiones y materiales utilizados para su fabricación.

*Figura 8*

*Características Mesas de Noche*

Características Generales Mesas de Noche				
Imagen de Muestra	Modelo	Descripción	Precio de Venta	
	Moderna	Mesa de noche de tres cajones amplios y espacio superior multiusos	\$ 300,000	
	Dimensiones			Elaborada en aglomerado con acabado en madecol disponibles en wengue y cedro
	Alto	50 cm		
	Ancho	40 cm		
	Fondo	39 cm		

*Nota:*

En la ilustración previa se evidencian las dimensiones de la mesa de noche moderna con sus respectivas características, dicha ilustración es de elaboración propia.

Este modelo de mesas de noche suele ser acompañadas con camas tipo tatami ya que pueden venir en juego, dicha mesa se encuentra disponible en 3 colores: wengué, perla y cedro. El proceso de maquinado es de gran importancia para este producto ya que es en donde se realizan los cortes para brindar un perfil elegante, el cual más adelante es acabado con 2 capas de laca para brindar un extra de protección contra ambientes húmedos y poco favorables. Según información suministrada por la empresa, este es el producto que brinda mayor margen de utilidad, por tal motivo, el estudio se enfocara en esta línea de producción.



## 5.2 Materiales e insumos

### 5.2.1 *Materia Prima*

La materia prima vital utilizada en la empresa es la madera, de la que se tiene un producto de gran calidad definido por los gustos del cliente. Por motivos de maniobrabilidad la empresa trabaja con dos tipos de madera los cuales son cedro y caoba como se observa en las siguientes figuras.

*Tabla 4*

*Materia Prima Usada para sus Productos Principales*

Cedro	Caoba
	

*Fuente:* Empresa fabricante de muebles.

En el mercado nacional maderero el cedro y la caoba son los tipos de madera más utilizados debido a su calidad y manejo en la elaboración de las piezas, por tal motivo MADERPACO se enfoca en la fabricación en base a esta calidad de madera.

### 5.2.2 *Insumos*

Para la elaboración de los tres productos principales: sofás, sillas y mesas de noche, los insumos utilizados son los siguientes: Clavos, lijas, tintes., tornillos, esponjas, espumas, telas, thinner, bisagras, preservantes, barniz y colas.

## Máquinas, Equipos y Herramientas

### Maquinaria

Figura 9

### Maquinaria Existente

Maquinas				
Maquina	Descripción	Uso	Area	Cantidad
<p>Taladro de Columna</p> 	<p>Es un taladro fijo de posición vertical que cuenta con una base que permite apoyar la pieza a taladrar y gracias a su sistema permite sujetar la pieza y de esta manera realizar trabajos de gran precisión.</p>	<p>Su uso principal en el sector maderero es formar agujeros y cortes en las piezas. Algunas de sus piezas son: Cabezal, Mandril, Broca y Mesa de trabajo.</p>	<p>L i j a d o</p>	<p>1</p>
<p>Lijadora de Banda</p> 	<p>Esta clase de lijadora se utiliza de manera rápida y sencilla para pulir piezas planas de madera. Contiene un par de tambores sobre los cuales está montado el papel lija, el cual, moviéndose a mucha velocidad, realiza el lijado del material.</p>	<p>La lijadora de banda se utiliza para lijar superficies grandes y planas. No es necesario ejercer presión sobre la superficie a lijar, ya que la lijadora posee un poder de pulido muy fuerte.</p>	<p>L i j a d o</p>	<p>2</p>
<p>Cepilladora</p> 	<p>Esta maquina cumple con la función de cepillado, esto quiere decir que forma superficies planas, acanalamientos y otras formas geométricas en las piezas de madera. Su única restricción es que las superficies</p>	<p>Se utiliza para emparejar, alisar y desbastar tablas o superficies rectas tales como: Marcos, vigas y puertas. También se usa frecuentemente cuando se necesita rebajar la altura de</p>	<p>M a q u i n a d o</p>	<p>2</p>
<p>Sierra Circular</p> 	<p>Esta útil herramienta consiste en un disco de corte que sobresale del centro de la mesa horizontal pudiendo dar así cortes transversales, rectos y en ángulos.</p>	<p>La sierra se encuentra en una posición fija mientras que el operador empuja las piezas de trabajo a través del disco los cortes en la madera.</p>	<p>M a q u i n a d o</p>	<p>1</p>
<p>Torno</p> 	<p>Esta maquina es la encargada de hacer girar las piezas de madera y esta compuesta por cabezal, contrapunto, soporte e interruptor.</p>	<p>Su principal uso es el de moldear y darle forma a las piezas de madera dependiendo las exigencias del cliente.</p>	<p>M a q u i n a d o</p>	<p>1</p>
<p>Ingletadora</p> 	<p>Esta herramienta aporta mucha precisión al trabajo, por lo que resulta muy práctica para conseguir un buen acabado en los distintos proyectos en las que se utilice</p>	<p>Se emplea para cortar las piezas de madera en ángulos concretos, facilitando el maquinado de puertas, closets y armarios.</p>	<p>M a q u i n a d o</p>	<p>2</p>

Fuente: Elaboración propia por medio de información suministrada por la empresa.

### 5.2.3 Equipos y Herramientas

Para la fabricación de los tres productos estrella de la empresa se utiliza una serie de equipos y herramientas tales como: Taladro, Alicates, llaves de copas, metro, cepillos, serruchos, garlopas, gramiles y guías de corte.

### 5.2.4 Desperdicios y Residuos

El desperdicio de materia prima influye negativamente en cuanto a calidad, costo y tiempo de entrega de los productos. Así pues, algunos de los residuos del proceso productivo son los aceites, productos de limpieza y envases utilizados para el mantenimiento de los equipos y maquinaria. Por otra parte, algunos de los desperdicios como las colas y los disolventes orgánicos son considerados peligrosos y por medio de la propuesta se buscarán soluciones medioambientales para este tipo de desechos.

Tabla 5

*Desperdicios y Residuos Generados*

Recortes de Madera	Aserrín	Viruta
		
<p>Este es el residuo que se genera más frecuentemente, específicamente en el área de maquinado ya que es en esta zona donde se realizan los cortes a la materia prima.</p>	<p>El aserrín es madera en polvo que se genera en los procesos de maquinado y lijado y es generado por maquinaria como cepilladora o lijadora manual.</p>	<p>La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que se extrae mediante un cepillo u otras herramientas.</p>

*Fuente:* Elaboración Propia según información de la empresa.

### 5.3 Análisis de la Distribución de Planta Actual

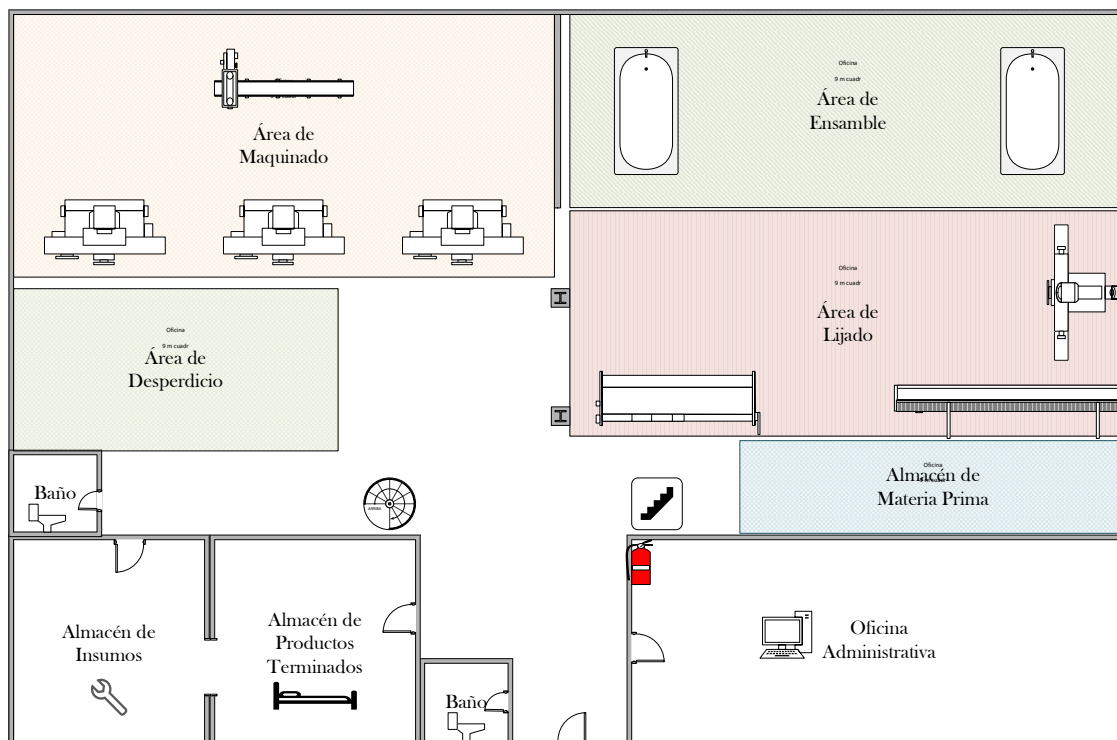
En este apartado se examinará la distribución en planta de la empresa de acuerdo a los principios de distribución en planta y herramientas Lean con el fin de optimizar dicha distribución por medio de las propuestas realizadas.

#### 5.3.1 Distribución de Planta Actual

A continuación, se analizará la distribución de planta actual teniendo en cuenta las áreas de producción, almacenes, maquinaria y equipos.

Figura 10

Distribución en Planta Actual



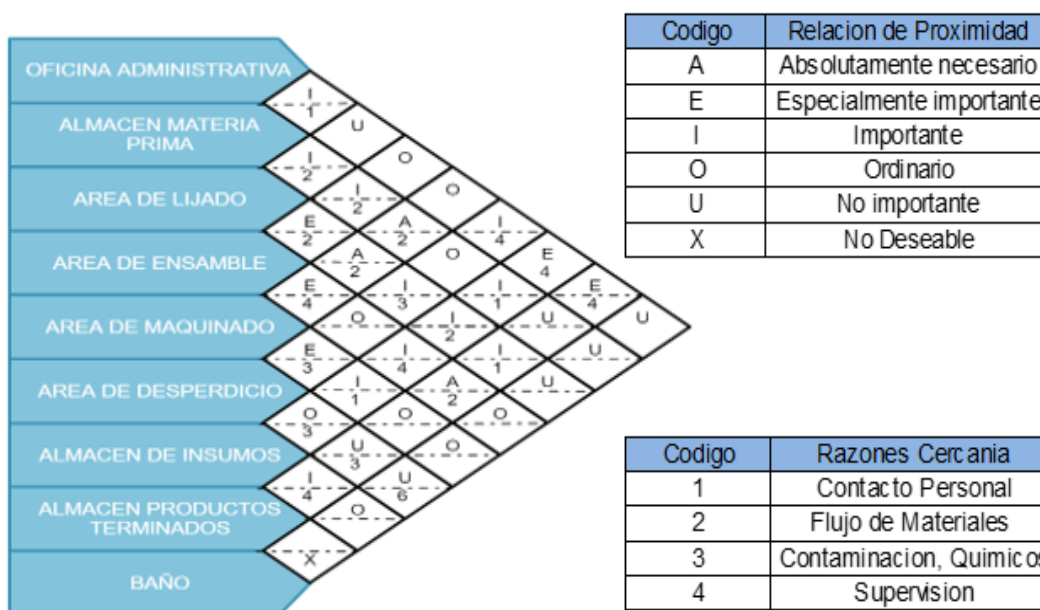
*Nota:* La figura anterior evidencia la distribución en planta utilizada por la empresa actualmente y es de elaboración propia.

### 5.3.2 Diagrama de Relación por Departamentos

En este tipo de diagrama se analiza la relación que existe entre los departamentos por medio de líneas y letras con el fin de obtener una distribución en donde las actividades con mayor flujo estén lo más cerca posible.

Figura 11

Diagrama de Relación por Departamentos



*Nota:* La presente ilustración expone la relación entre los departamentos existentes dentro de la empresa y es de elaboración propia.

El diagrama de relación se realizó en dos categorías de códigos, la primera abarca de la A a la X y determina la relación de proximidad entre los departamentos, la segunda expone las razones de cercanía entre las áreas de la empresa MADERPACO variando de 1 al 4. A continuación se presenta un resumen para facilitar la comprensión del diagrama.



Figura 12

*Resumen Diagrama Relacional*

	Areas	A	E	I	O	U	X
1	Oficina Administrativa		7,8	2,6	4,5	3,9	
2	Almacen Materia Prima	5		1,3,4,7	6	8,9	
3	Area de Lijado	5	4	2,6,7,8		1,9	
4	Area de Ensamble	8	3,5	2,7	1,6,9		
5	Area de Maquinado	2,3	4,6	7	1,8,9		
6	Area de Desperdicio		5	1,3	2,4,7	8,9	
7	Almacen de Insumos		1	2,3,4,5,8	6	9	
8	Almacen de Productos Terminados	4	1	3,7	5	2,6	9
9	Baños				4,5,7	1,2,3,6	8

*Nota:* La tabla anterior resume la relación de proximidades de los departamentos de la empresa y es de elaboración del investigador.

La tabla anteriormente expuesta, ayuda a resaltar la relación de proximidad entre los departamentos, empezando por la Oficina administrativa en donde podemos destacar que es especialmente importante que su ubicación sea cerca del almacén de insumos y el almacén de productos terminados ya que es necesario llevar un inventario de insumos y de los productos en stock. Así mismo podemos evidenciar que las áreas 2,3,4,5 deben estar cerca dado que el flujo de materiales lo requiere para que no exista cruce de actividades y así poder minimizar los recorridos de los operarios. Por otra parte, el área de desperdicios debe estar cerca de las áreas que más generan residuos y estas son maquinado y lijado, esto para evitar recorridos repetitivos al recoger los desechos que producen las operaciones de dichas áreas.

### 5.3.3 Análisis de la Distribución en Planta a Partir de los Principios Layout

Figura 13

Análisis según Principios Layout

<b>Principio</b>	<b>Análisis</b>
Satisfacción y Seguridad	En áreas como maquinado y Lijado no se cuenta con el confort que se le debe garantizar a los operarios ya que deben estar en constante movimiento y con cargas pesadas debido a los desperdicios que dichas áreas generan.
Integración de Conjunto	Este principio se cumple ya que integra a los que operan en el proceso productivo ya sean operarios, máquinas y equipos. Esto se evidencia en el compromiso de todos los factores involucrados en el proceso de fabricación de las piezas.
Menor Distancia Recorrida	En este caso, el principio no se cumple dado que como veremos más adelante existen cruces de operaciones y esto genera recorridos innecesarios por parte del operador. Igualmente veremos que la ubicación de las áreas no es la más adecuada para reducir los tiempos de ciclo.
Circulación o Flujo de Materiales	La empresa desobedece este principio dado que como veremos en el diagrama de recorrido del producto no existe una armonía en el flujo de materiales y por lo tanto causa dos cruces de actividades que pueden ser evitados con una correcta distribución. Además, se puede observar en el plano actual que el área de desperdicio se encuentra distante de las áreas que generan mayores residuos.
Espacio Cubico	Este principio varía según las áreas ya que en los espacios de lijado y maquinado no se cumple. No obstante, en el área de ensamble y en almacenes se cumple ya que se utiliza de forma efectiva todo el espacio disponible con cajas de herramientas de varios niveles de altura.
Flexibilidad	Por último, este principio se cumple ya que la infraestructura de la empresa esta apta para realizar cambios de áreas y maquinas con facilidad y menos costes.

*Nota:* La tabla anterior relaciona los principios de Distribución en planta con la empresa

MADERPACO y es de elaboración del investigador.

### 5.3.4 Evaluación de la Distribución en Planta Actual

Según los principios en planta estipulados en el marco teórico de la presente investigación, se evaluará el estado actual de la empresa con su respectivo grado de importancia y el nivel de cumplimiento que varía de 1 a 5.

Tabla 6

*Ponderación de los Principios en Planta*

Estado Actual			
Principio	Porcentaje de Importancia	Nivel de Cumplimiento	Ponderado
Satisfacción y Seguridad	0,2	2	0,4
Integración en Conjunto	0,15	4	0,6
Mínima Distancia Recorrida	0,15	2	0,30
Circulación o Flujo de Materiales	0,25	2	0,5
Espacio Cubico	0,15	2	0,30
Flexibilidad	0,1	4	0,4
Total Porcentaje de Importancia	1	Total Ponderado	2,5

Nivel de Cumplimiento	Descripcion
1	Incumple totalmente
2	Incumple en gran parte
3	Cumple parcialmente
4	Cumple en gran parte
5	Cumple totalmente

Nota: Elaboración propia de acuerdo a los principios establecidos por (Bassante, 2018)

Por medio de la tabla anterior podemos evidenciar que existen grandes falencias en cuanto a la distribución en planta, esto lo podemos observar ya que 4 de los 6 principios incumplen en gran parte.

#### **5.4 Aplicación de Encuestas**

Las encuestas se realizaron con el fin de indagar más a profundidad sobre los procesos productivos de la empresa y sus falencias por medio de preguntas abiertas y cerradas, en donde se determinó el área de trabajo y el tiempo laborado para cada encuestado.

La indagación consta de 33 preguntas las cuales se dividen en seis grupos tales como: Orden y aseo en el puesto de trabajo (1-5), Distribución en planta (6-9), TPM (10-15), Control visual (16-20), Poka Yoke (21-25) y Mejora continua (26-33). Cada grupo tiene como objetivo medir opiniones y recibir retroalimentación para incluirla a la propuesta seleccionada.

Así mismo, se buscó medir el grado de satisfacción de los operarios en sus puestos de trabajo, la disponibilidad de maquinaria, la existencia de elementos en caso de una emergencia tales como botiquines o extintores y la delimitación de las áreas productivas.

En el anexo 8, se presentan los resultados de la encuesta realizada tanto a operarios como administrativos de la empresa dividiéndolas con los grupos previamente establecidos.

Por medio de los resultados de la presente encuesta se determinan las herramientas lean que requiere la empresa para solventar la mayoría de sus problemáticas en el área productiva pudiendo beneficiar en el ámbito de orden y aseo, aprovechamiento de espacios, prevención de fallas de maquinaria, micro paradas e inclusión de canales de comunicación.

## **5.5 Diagnostico General de la Empresa a Partir de Elementos Lean Manufacturing**

Para la ejecución del diagnóstico teniendo en cuenta las herramientas Lean se analizó la información recolectada por medio de las entrevistas, las visitas a la empresa, charlas con los operarios y la lista de verificación se identificaron falencias como desorden en los puestos de trabajo, espacios desaprovechados, falta de mantenimiento de maquinaria, inexistencia de canales de comunicación y ausencia de dispositivos a prueba de errores. En otras palabras, se determinó que las herramientas en las que se dividió el diagnóstico suplen las necesidades de la empresa. Así pues, el diagnóstico se separa en los grupos previamente establecidos en las encuestas como lo son: 5'S, Distribución en Planta, Mantenimiento de maquinaria, Control Visual y Poka Yoke.

### **5.5.1 5'S**

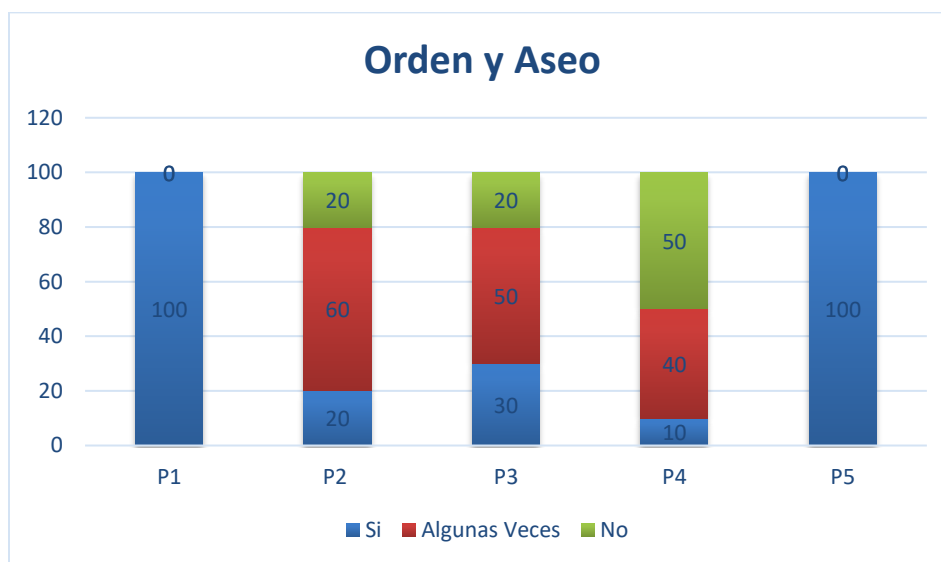
A partir de los recorridos realizados en planta, se identifica que las áreas más críticas en cuanto a orden y limpieza son el área de maquinado y el área de ensamble ya que en cuanto a la primera área se evidencian continuamente retazos y materiales alrededor de los puestos de trabajo. En cuanto al área de ensamble se identifica que las herramientas no tienen un lugar establecido lo que causa retrasos que pueden solventarse por medio de una tabla de herramientas, otra de las falencias con las que cuenta esta área es que carece de demarcación de los puestos de trabajo y no cuenta con recorridos definidos lo que causa traslados innecesarios para ubicar herramientas, insumos y equipos. En cuanto al resto de la empresa se registra la falta de señalización de las áreas de desperdicio.

En este apartado todos los trabajadores sin importar el área en la que se desempeñan concuerdan con que la maquinaria requerida esta siempre en el área de trabajo, sin embargo, se

evidencia que el orden y aseo no se encuentra presente en la totalidad de los puestos de trabajo como se evidencia en la siguiente ilustración.

*Figura 14*

*Análisis de Herramientas Lean*



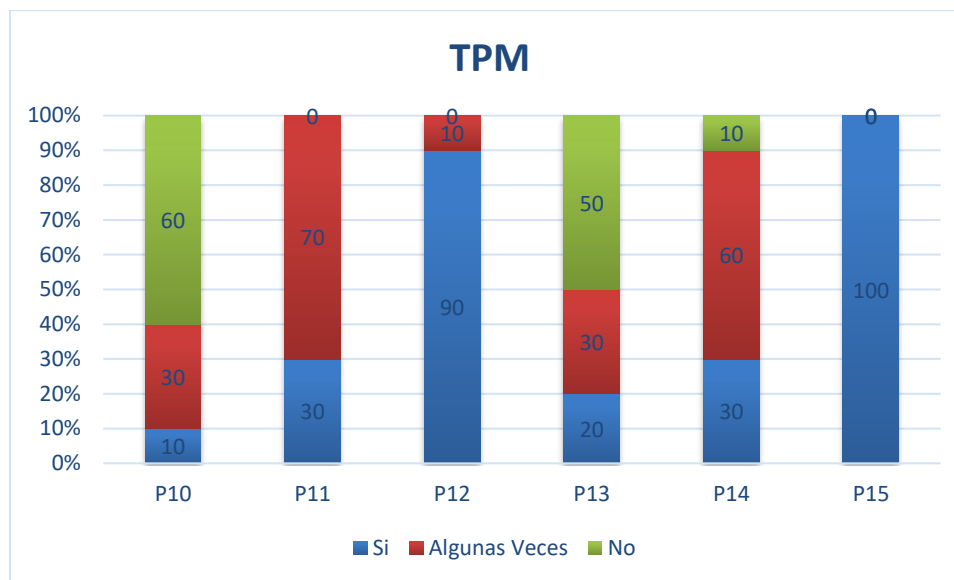
*Fuente:* Elaboración propia

Cabe resaltar que en cuanto al almacenamiento de las herramientas hay un resultado positivo ya que se encuentran al alcance del operario.

### **5.5.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Por otro lado, el TPM es uno de los grupos en los que se presentan más deficiencias, puesto que por medio de las encuestadas realizadas a los operarios se identificaron falencias en cuanto al control inicial de las máquinas. En primer lugar, se evidencia que no se lleva un registro de los mantenimientos a las maquinarias lo que puede generar paros de producción, disminución de la calidad de las piezas y aumento de accidentes.

Figura 15

*Mantenimiento Productivo Total*

*Fuente:* Elaboración del investigador

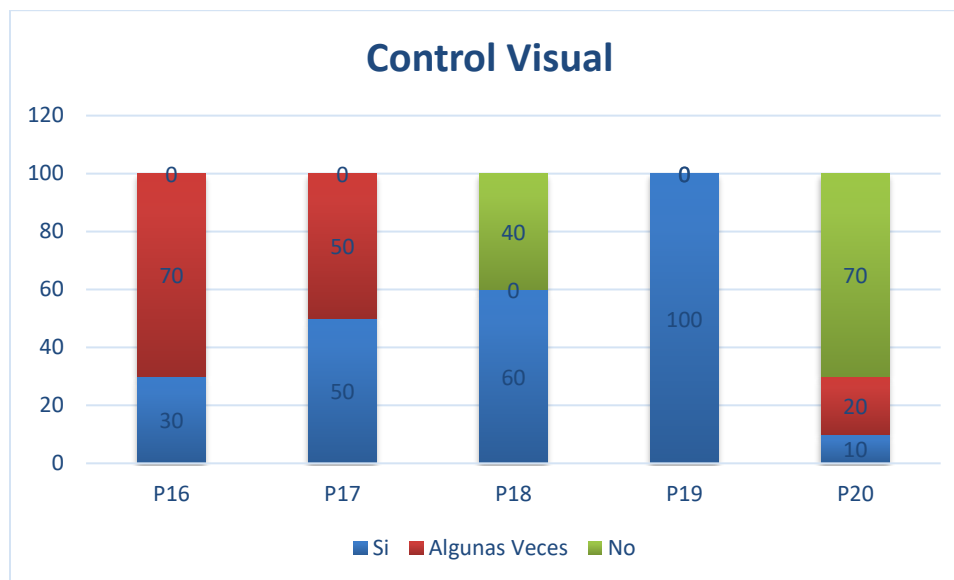
De igual manera, se registran malas prácticas al momento de manipular las maquinas ya que la mayoría de los colaboradores no tienen en cuenta procedimientos preventivos tales como revisar el nivel de aceite, chequear la fecha de la última limpieza y examinar los discos de corte.

### 5.5.3 Control Visual (Andon)

En este grupo se buscan técnicas visuales que facilitan a todos los colaboradores la comprensión del sistema productivo, sin embargo, existen diversas falencias en MADERPACO centradas en las áreas de maquinado y lijado, siendo la primera de estas él no examinar el nivel de desgaste de los discos de corte para realizar el maquinado de la pieza.

Figura 16

Andon



*Fuente:* Elaboración propia

Este grupo de preguntas enfocadas a la alerta de forma visual de problemas en un proceso de producción nos da a entender que los colaboradores de la empresa no revisan el estado de las brocas ni el estado de los discos de corte de manera previa a encender las herramientas, Aunque tienen claro que los mantenimientos preventivos evitan considerables sobrecostos que perjudican a la empresa.

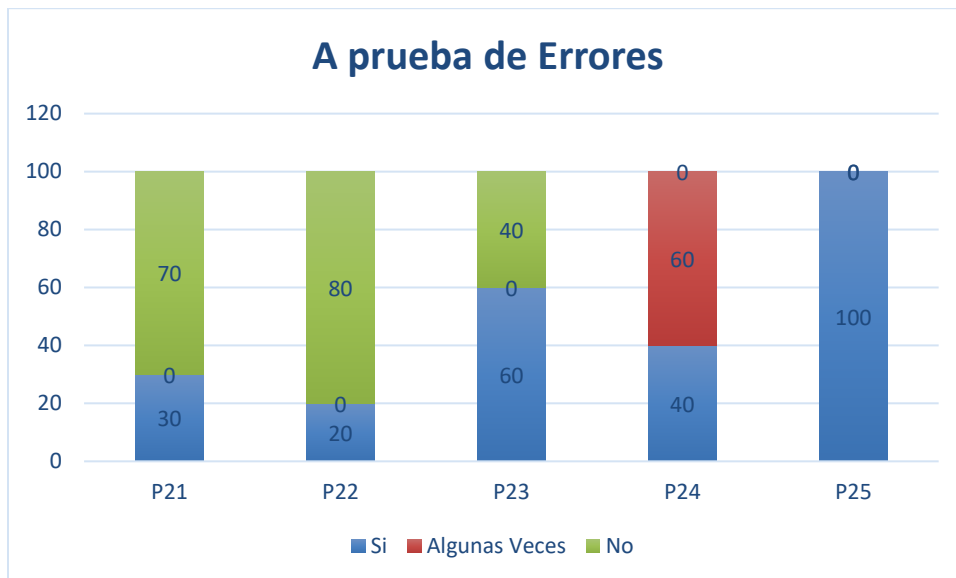
#### 5.5.4 Poka Yoke

En cuanto a este sistema a prueba de errores, se diseñaron preguntas que suministraran información acerca de detección y eliminación de errores en los procesos de producción, más específicamente en el cuarto de maduración de la madera y se evidenció que no cuentan con los suficientes indicadores visibles para detectar los riesgos.



Figura 17

Poka Yoke



Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.5 Mejora Continua (Kaizen)

Para analizar esta herramienta Lean Manufacturing se utilizaron preguntas de tipo abierto con el fin de incentivar la participación de los colaboradores de la empresa en el desarrollo de la mejora continua de la organización ya que es una herramienta de ciclo ininterrumpido en la que deben participar tanto administrativos como operarios. La primera de las falencias que se busca corregir según los operarios es la falta de la materia prima que trae como consecuencia demoras en las entregas de las piezas. Otro de los inconvenientes evidenciados es la inexistencia de rutas y recorridos dentro de la empresa que pueden generar traslados innecesarios por parte del operador en busca de equipos, materiales y herramientas.

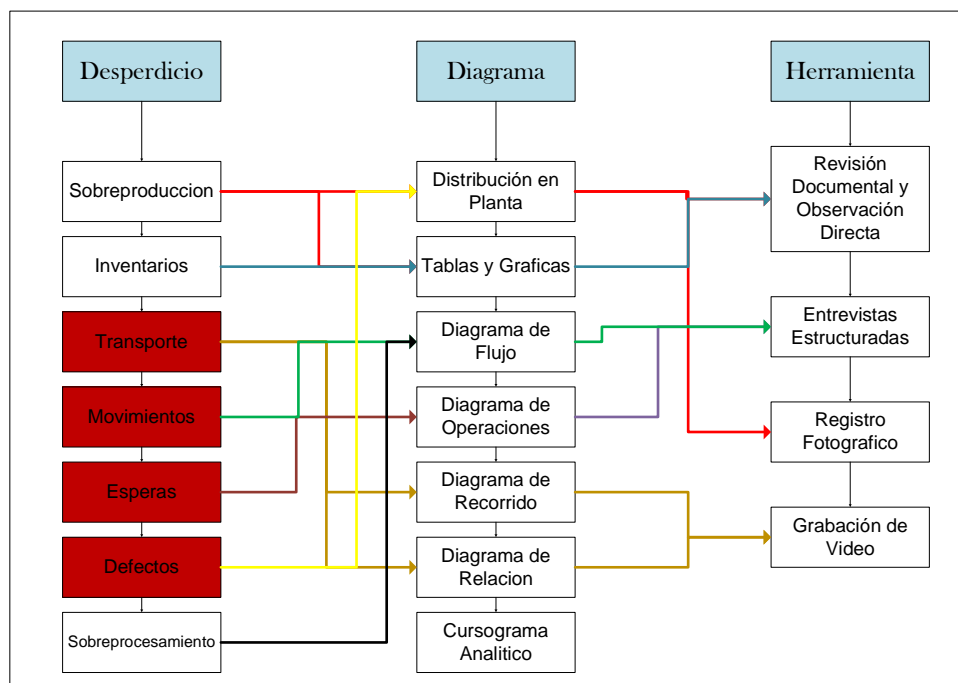
Por consiguiente, gracias al presente diagnostico se establecen las 2 herramientas que requiere la empresa con más urgencia las cuales son 5's y TPM.

## 5.6 Identificación de Mudras

El objetivo principal de la metodología Lean es la eliminación de desperdicios, según el diagnóstico previo se determinó que existen falencias en cuanto al manejo de residuos y al mantenimiento de maquinaria. A continuación, se exponen las herramientas con las que se buscara reducir dichas mudras acompañadas con los diagramas sugeridos.

Figura 18

*Identificación de Desperdicios en el Proceso Productivo*



*Fuente:* Elaboración Propia.

Gracias al diagnóstico de la situación actual de la empresa se identificaron los desperdicios que más se generan en el proceso productivo, siendo estos: transporte, movimientos, esperas y defectos. Por tal motivo las herramientas Lean escogidas para reducir o eliminar estas mudras son 5's y TPM. La herramienta 5's aporta una cultura de orden lo que se refleja en procesos fluidos y TPM proporciona piezas con menos defectos.

## 5.7 Definición de la Línea de Producción a Mejorar

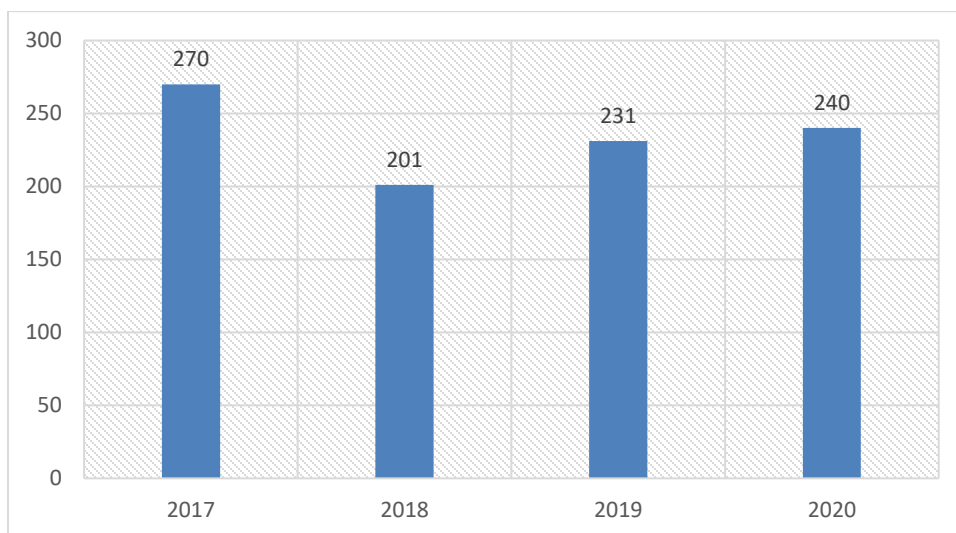
Es de vital importancia delimitar la línea de producción que se va a optimizar ya que sin este paso nos encontraríamos en una situación de difícil solución. Para el caso de esta empresa, evaluaremos la producción histórica de los tres productos más vendidos, y luego, se buscará mejorar el proceso de producción de dicha pieza.

### 5.7.1 Producción Histórica de Sofás

La empresa fabricante de muebles ha venido presentando una producción inestable en los últimos 4 años, lo cual, debido a la baja productividad no se ha logrado afianzar una producción óptima del número de sofás.

Figura 19

Producción Sofas 2017 - 2020



*Nota:* La ilustración previa representa el cálculo de unidades vendidas en la empresa en los últimos 4 años y es de elaboración propia con ayuda de información suministrada por la empresa.

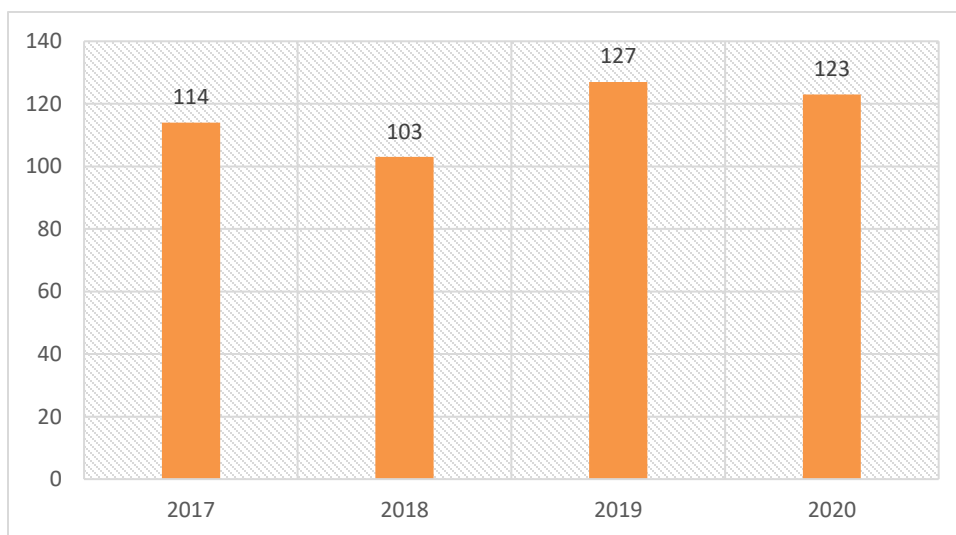
De las evidencias anteriores, se puede concluir que el número de sofás vendidos en los últimos 4 años ha sido variable. No obstante, esta línea de producción en comparación con las otras 2, representa la segunda con el mayor número de unidades vendidas.

### 5.7.2 Producción Histórica de Sillas

La producción de sillas de los últimos 4 años presenta al igual que la producción de sofás una producción inestable y esto se debe a la baja productividad en el área de producción de la empresa. En la siguiente ilustración podemos observar el comportamiento en ventas respecto a las sillas.

Figura 20

Producción Sillas 2017 - 2020



*Nota:* La presente ilustración evidencia el número de Sillas producidas para los últimos 4 años y es de elaboración propia.

En la anterior ilustración se puede observar que la venta de sillas para los últimos 4 años presenta variaciones, esto se debe a que el índice de eficiencia es bajo como lo veremos más

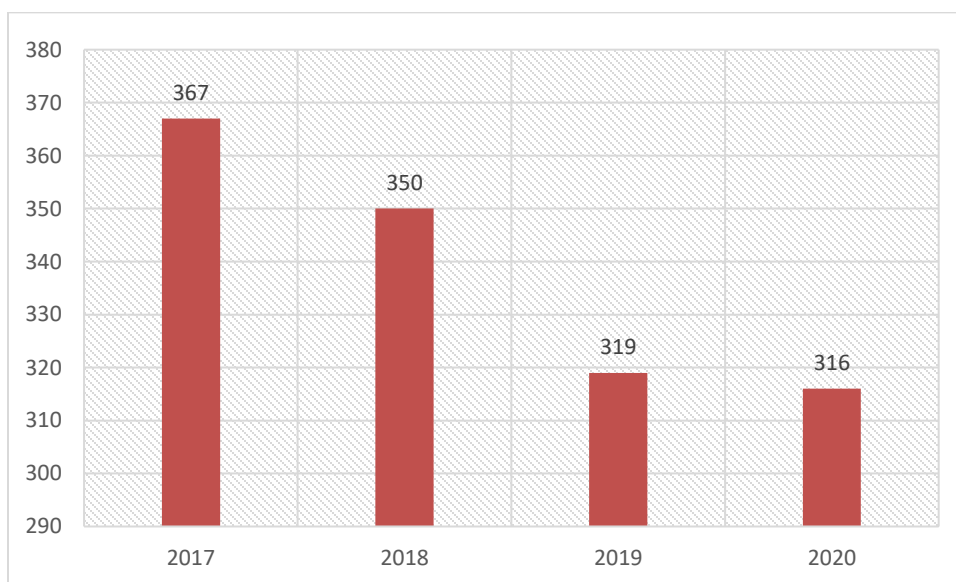
adelante. Por otro lado, se puede evidenciar que en los últimos 2 años se ha presentado un ligero incremento.

### 5.7.3 Producción Histórica de Mesas de Noche

Finalmente, esta línea de producción es la que genera mayor preocupación para los administrativos, ya que como se observa en la siguiente ilustración ha presentado un decrecimiento paulatino en los últimos 4 años. Dicho brevemente, la baja productividad ha afectado en mayor medida a esta línea de producción.

Figura 21

*Producción Mesas de Noche 2017- 2020*



*Nota:* La ilustración previa manifiesta la venta de mesas de noche en los últimos 4 años y es de elaboración por parte del investigador.

Como podemos observar en la figura anterior la venta de mesas en los últimos 2 años ha decrecido más notablemente, esto se debe a que la mejora en la distribución en planta ha sido casi nula.

### 5.8 Utilidad Bruta de los Productos Fabricados por la Empresa

Gracias a los cálculos de la producción histórica de los tres productos más vendidos por la empresa, podemos notar que la venta de mesas de noche ha venido decreciendo en los últimos cuatro años, en este punto la gerencia debe optimizar los procesos en esta línea de producción ya que las mesas de noche representan más del 50% de la utilidad bruta generada por la empresa como podemos observar en la siguiente tabla.

*Figura 22*

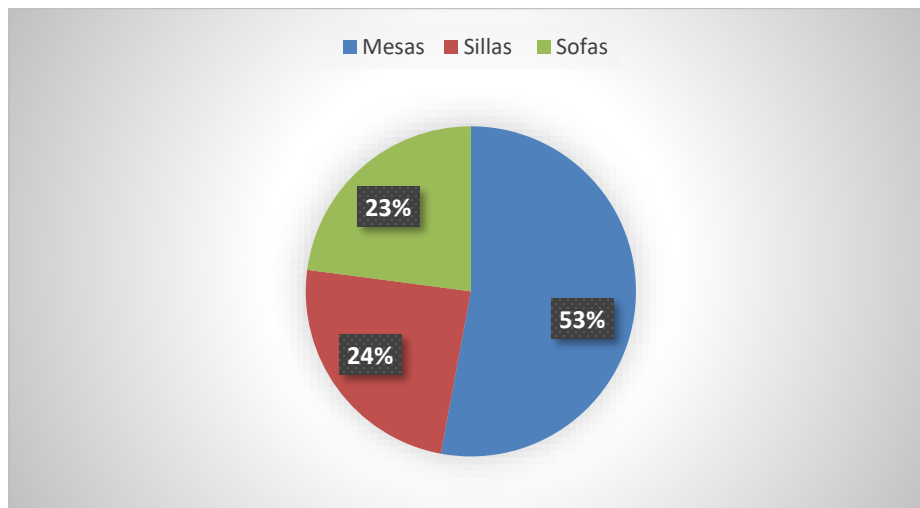
*Margenes de Participación por Producto Año 2020*

<b>Mes</b>	<b>Mesas</b>	<b>Sillas</b>	<b>Sofás</b>	<b>Sub-Total</b>
Enero	53%	27%	20%	100%
Febrero	53%	27%	20%	100%
Marzo	52%	28%	20%	100%
Abril	52%	26%	22%	100%
Mayo	53%	26%	21%	100%
Junio	54%	24%	22%	100%
Julio	52%	24%	24%	100%
Agosto	53%	22%	25%	100%
Septiembre	53%	24%	23%	100%
Octubre	54%	23%	23%	100%
Noviembre	53%	20%	27%	100%
Diciembre	53%	19%	28%	100%
<b>Total</b>	<b>53%</b>	<b>24%</b>	<b>23%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de la empresa.

Figura 23

Margen Bruto Porcentual Mesas, Sillas y Salas Año 2020



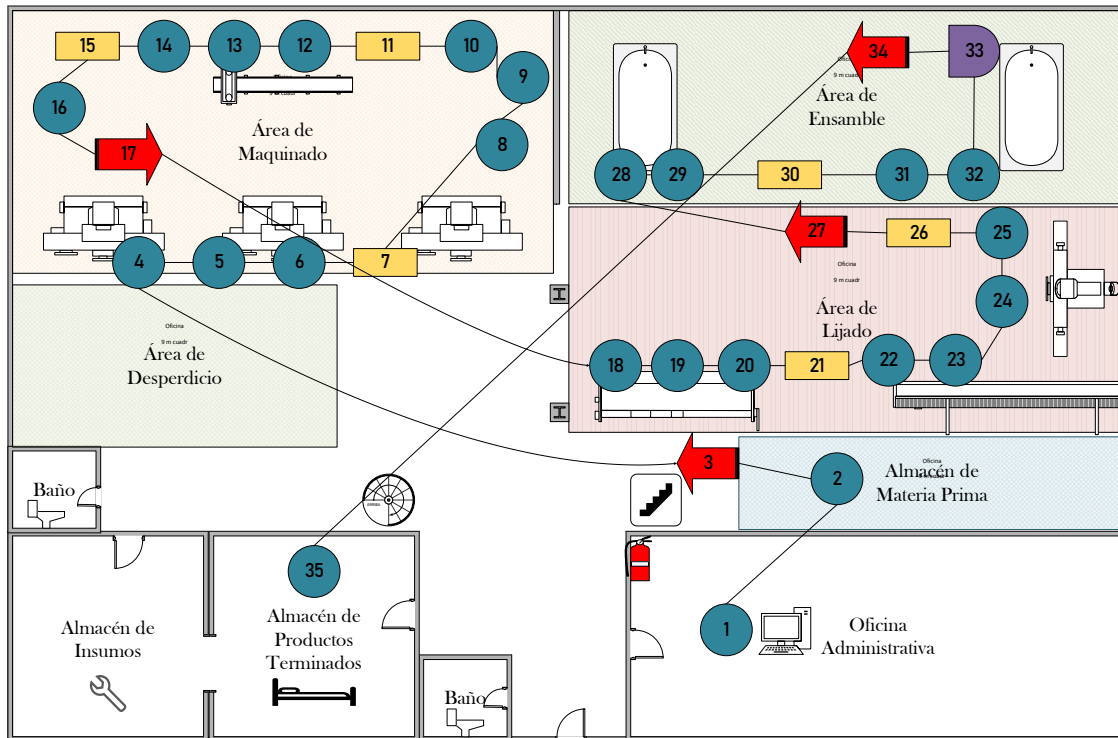
*Nota:* La ilustración previa establece los márgenes de utilidad de los tres productos más vendidos en MADERPACO.

Según lo expuesto en la ilustración 18 y 19, se observa que los sofás representan un 23% de la utilidad bruta de la empresa. De igual manera, las sillas poseen una participación en la utilidad total del 24%. Por consiguiente, se evidencia que el producto que mayor utilidad genera por pieza es la mesa de noche, por esta razón, las propuestas de distribución en planta y la aplicación de herramientas Lean deberían estar enfocadas a esta línea de producción.

### 5.9 Diagrama de Recorrido Actual

El siguiente diagrama se enfoca en la línea de producción de mesas de noche ya que es el que representa mayor margen de utilidad, en este, se tendrá en cuenta la maquinaria, el recorrido del producto y tiempos en las operaciones.

Figura 24  
Diagrama de Recorrido Actual



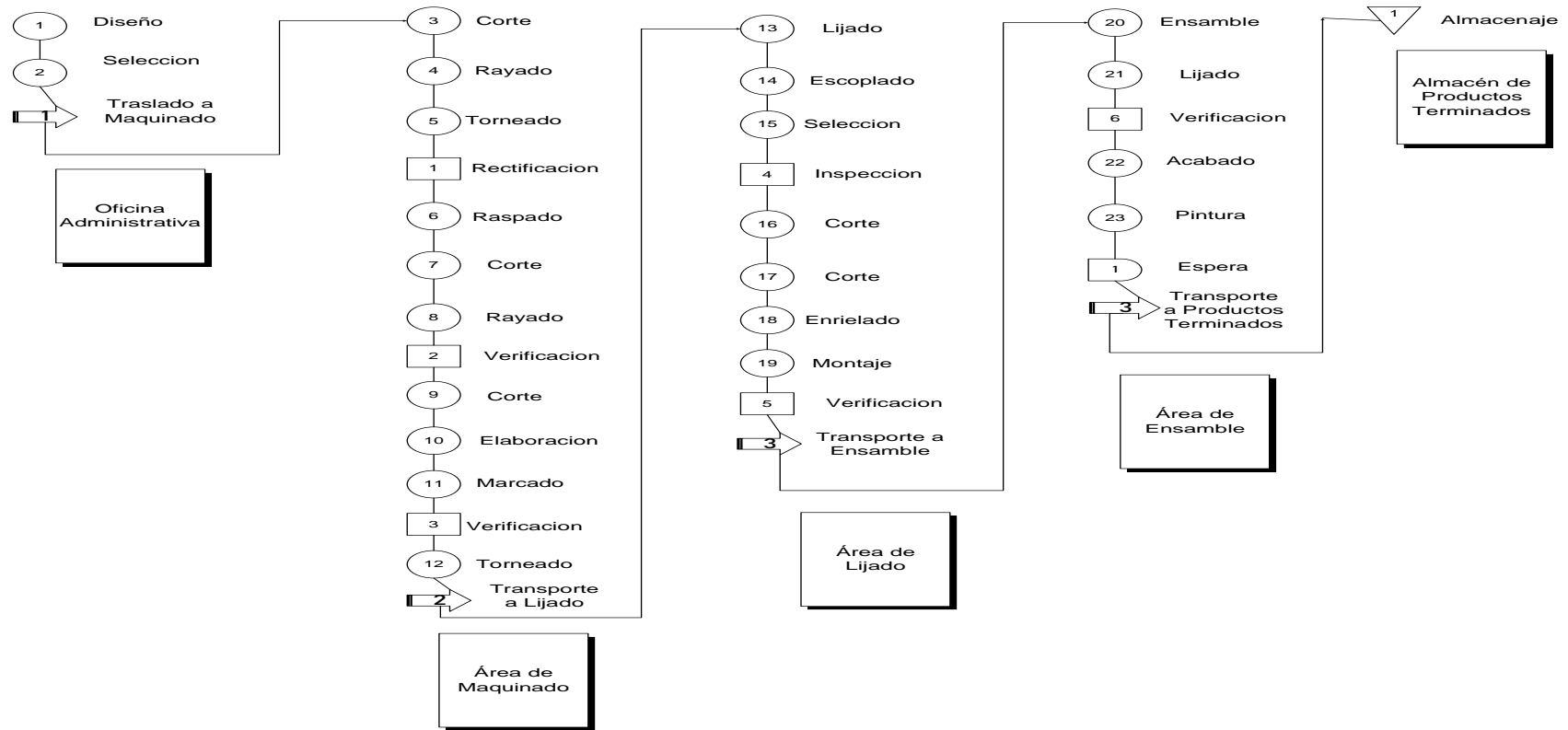
Nota: El presente diagrama representa el recorrido del producto con las diferentes operaciones y es de elaboración propia.

En este diagrama de recorrido se exponen las 35 actividades que se realizan para la fabricación de la mesa de noche tipo indie, se puede observar que existen 3 cruces de actividades lo que representa movimientos innecesarios por parte del operador aumentando así el tiempo de ciclo del producto. Igualmente se evidencia que los procesos no actúan de manera fluida y esto ocasiona que los tiempos en las operaciones de transporte aumenten como veremos en el cursograma de dicho recorrido.



Figura 25

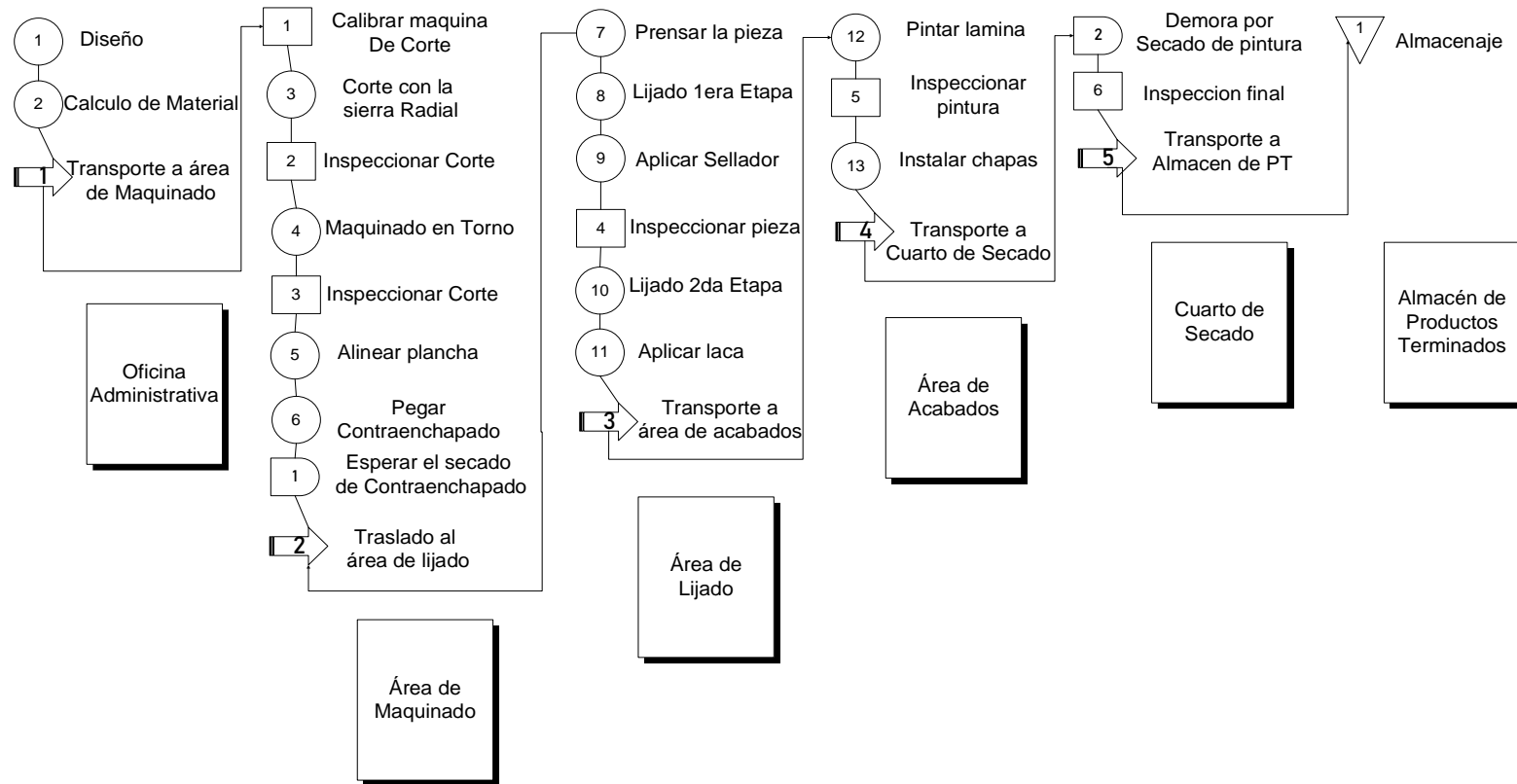
Diagrama de Flujo Actual Mesas de Noche



*Nota:* La presente figura representa la secuencia de actividades necesaria para la fabricación de la mesa de noche y es de elaboración propia.

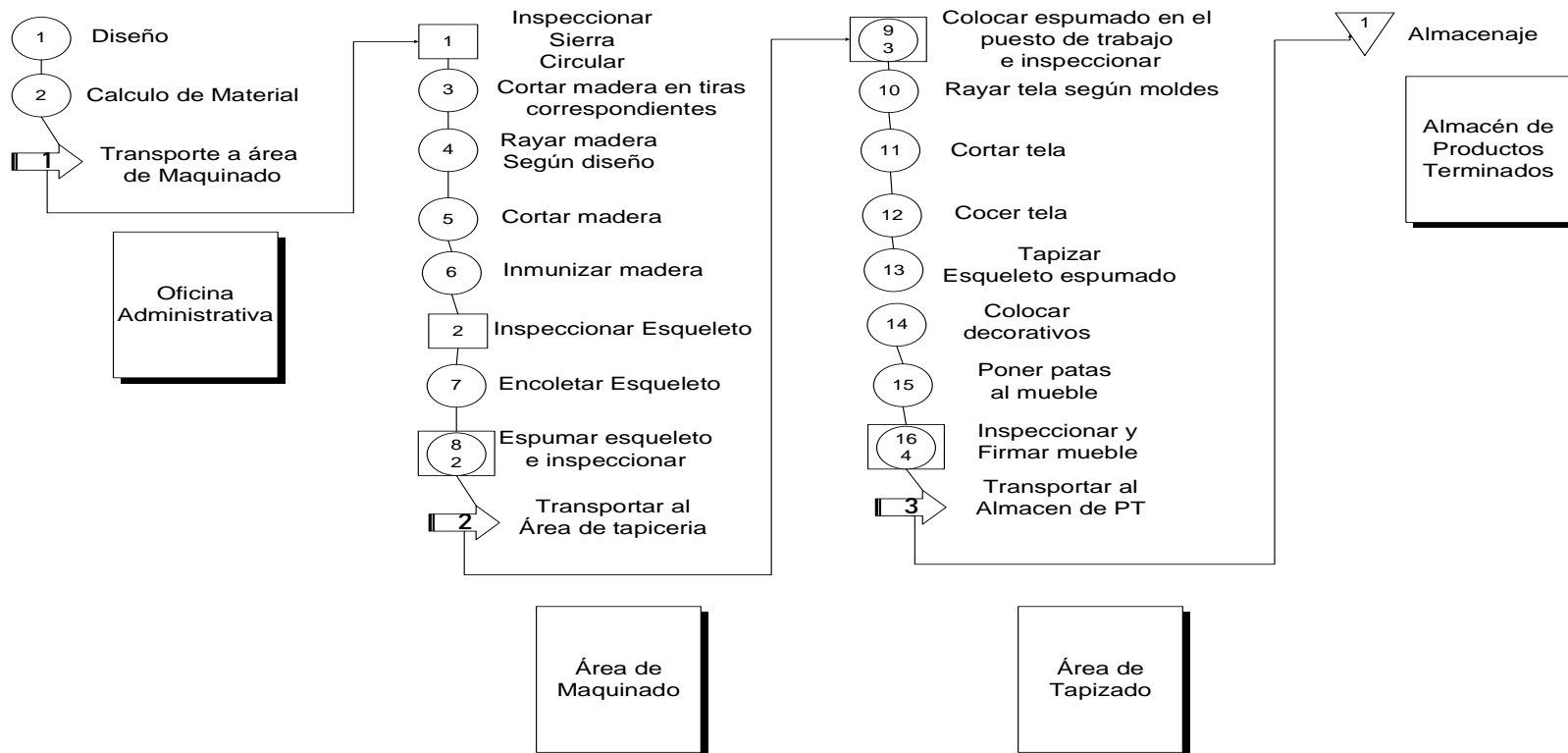
Figura 26

Diagrama de Flujo de Puerta



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27  
Diagrama de Flujo Sofá



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

## Matriz DOFA

Ventajas		Desventajas	
Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
El producto se hace al gusto del cliente	Aumento de valor agregado por mejores acabados gracias a una mano de obra mejor capacitada	Falta de capacitación en cuanto a mantenimiento de maquinaria.	Competencia con más presupuesto
Experiencia en ventas a nivel regional	Mayor participación en el mercado	Falta de registros de mantenimiento de máquinas.	Competidores con amplia trayectoria y servicios Online
Clientes frecuentes y satisfechos con la calidad de los productos	Crear sucursal en el centro de la ciudad.	Procesos no documentados	Nuevos competidores con productos y conceptos similares
Calidad del Producto	Usar los diferentes medios de comunicación para anunciarse	Nulo conocimiento sobre publicidad	Carpinterías con baja calidad y bajos precios con mucha publicidad
Servicio y Calidad Reconocidos	Posibilidad de ventas a nivel nacional	Carencia de Incentivos a trabajadores	Mueblerías informales que venden a bajo costo.
Basta experiencia y reconocimiento en el mercado		Baja actividad en internet	Pérdida de Clientes actuales
Productos innovadores	Expansión a nuevos mercados	No existe claridad en las funciones de los empleados	La pandemia hace que la gente sea más selectiva a la hora de gastar su dinero
Gran variedad en los productos			

*Nota:* La tabla anterior determina las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que posee la Organización y es de elaboración propia.

Tabla 8

## Matriz de Formulación Estratégica

Matriz de Analisis Estrategica	Fortalezas	Debilidades
	1) El producto se hace al gusto del cliente	1) Cambio en el gusto de las personas
	2) Experiencia en ventas a nivel regional	2) No existe un presupuesto fijo para hacer promocion
	3) Clientes frecuentes y satisfechos con la calidad de los productos	3) No existe un experto en el area de marketing
	4) Calidad del Producto	4) Nulo conocimiento sobre publicidad
	5) Servicio y Calidad Reconocidos	5) Publicidad escasa o nula
	6) Basta experiencia y reconocimiento en el mercado	6) Baja actividad en internet
	7) Productos innovadores	7) Competencia publicitaria fuerte
	8) Gran variedad en los productos	8) Carencia de Incentivos a Trabajadores
Oportunidades	Estrategias FO - Crecimiento	Estrategias DO - Supervivencia
1) Aumento de valor agregado por mejores acabados gracias a una mano de obra mejor capacitada	1) Estrategias de E-Marketing (F5-F6-O2-O3-O4)	4) Estudio de Mercados (D1-D6-D7-O1-O3-O6-O7)
2) Nuevos Metodos de Pago (Paypal, Tarjetas de Credito, PSE)		
3) Disponer del mercado Online	2) Desarrollo Funcional de la Organización (F2-F3-F4-F8-O1-O4-O6)	5) Creacion de Departamento de Recursos Humanos (D3-D5-D8-O1-O4-O5)
4) Posibilidad de ventas a nivel nacional		
5) Crecimiento del Sector Inmobiliario		
6) Expansion a nuevos mercados	3) Plan de Mejoramiento Continuo (F1-F4-F5-O5-O7)	6) Caracterizacion de Procesos e implementacion de CRM (D3-D4-D5-O4-O5-O6)
7) Alianza estrategica con constructoras		
Amenazas	Estrategias FA - Supervivencia	Estrategias DA - Salida
1) Competencia con mas presupuesto	7) Segmentacion de Clientes, Productos y Servicios (A1-A3-A4-F3-F4-F5)	9) Politica de Administracion de los Recursos (D2-A1)
2) Competidores con amplia trayectoria y servicios Online		
3) Nuevos competidores con productos y conceptos similares		
4) Carpinterias con baja calidad y bajos precios con mucha publicidad	8) Plan Logistico (A3-A6-F4-F8)	
5) Continua evolucion del mercado Online		
6) Perdida de Clientes actuales		
7) La pandemia hace que la gente sea mas selectiva a la hora de gastar su dinero		

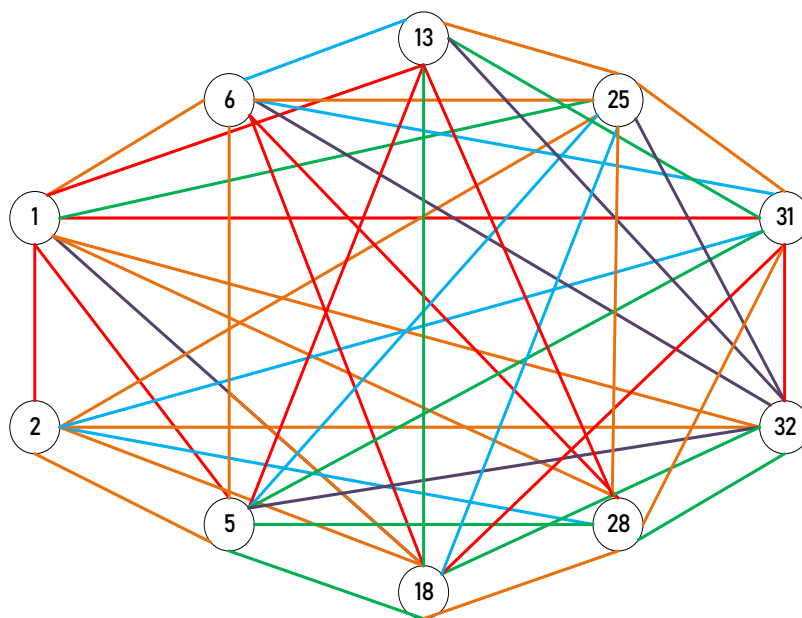
Fuente: Elaboración Propia







### 5.10 Diagrama de Relación de Actividades

Este gráfico representa las actividades por medio de nodos y líneas. Las líneas varían de color según la relación entre las actividades unidas siendo rojo absolutamente necesario y café no deseable. Para realizar el siguiente diagrama relacional se tomaron en cuenta 10 de las 35 actividades existentes ya que representan las actividades principales y facilita así la comprensión del diagrama.

*Figura 28*

*Diagrama de Relación de Actividades*



Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesario 
E	Especialmente Importante 
I	Importante 
O	Ordinario 
U	No importante 
X	No deseable 

*Nota:* La ilustración anterior determina la relación de cercanía entre las actividades de los procesos productivos de la empresa y es de elaboración propia.

## 5.11 Indicadores Actuales de Produccion y Productividad

### 5.11.1 Produccion

Para realizar el cálculo de la produccion es importante aclarar que la empresa labora en jornadas de 8 horas, 6 días a la semana. Por lo cual, el tiempo base es de 480 min/día.

- $Tiempo\ Base = \frac{1\ Turno}{1\ Dia} \times \frac{8\ hrs}{1\ Turno} \times \frac{60\ min}{1\ hr}$
- $Tiempo\ Base = 480\ min/dia$

En el proceso de produccion intervienen 10 operarios los cuales son distribuidos por las diferentes áreas. A continuación, se realiza el cálculo de produccion de mesas de noche.

### 5.11.2 Cálculo de la Produccion de Mesas de Noche

El cursograma hace parte de la ingeniería de métodos y permite visualizar las actividades en el orden en que se desarrollan junto con el tiempo que posee cada una. Así mismo al finalizar el cursograma permite visibilizar el tiempo de ciclo y la distancia neta recorrida por parte del operario. Por medio de una herramienta de ingeniería como lo es el cursograma podemos observar de forma sistemática y secuencial las actividades que se realizan en el proceso de fabricación de las piezas en la empresa MADERPACO. El siguiente cursograma refleja un resumen de los tiempos promedios requeridos para la fabricación de las mesas de noche permitiendo así, la detección de errores o posibles mejoras para su futura implementación en la propuesta escogida.

Figura 29

## Cursograma Mesa de Noche

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: ___1___		Operar. _____	Mater. <input checked="" type="checkbox"/>	Maqui. _____					
<b>Proceso: Produccion</b>		RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.		
<b>Fecha:</b> 20/Agosto/2021		<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>						
<b>El estudio Inicia:</b>		●	Operación	23			0%		
<b>Método:</b> Actual: __X__ Propuesto: _____		→	Transporte	4			0%		
<b>Producto:</b> Mesa de Noche		■	Inspección	6			0%		
<b>Nombre del operario:</b> Luis Paco		◐	Espera	1			0%		
<b>Elaborado por:</b> Santiago Danilo Rodriguez		▼	Almacenaje	1			0%		
<b>Tamaño del Lote:</b>		Total de Actividades realizadas		35			0%		
		Distancia total en metros		26			0%		
		Tiempo min/hombre		8			0%		
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	◐	▼
1	Diseño y Prototipo			15,0	●				
2	Selección de la Madera			25,0	●				
3	Traslado a Area de Corte o Maquinado		8,0	5,0		→			
4	Corte con la Sierra Radial			15,0	●				
<b>Cubierta</b>									
5	Rayado de las Piezas con la plantilla correspondiente			12,0	●				
6	Torneado			16,0	●				
7	Rectificacion de las medidas correspondientes			5,0	●				
8	Raspado de Cubierta			5,0	●				
<b>Faldones</b>									
9	Corte en la Sierra			10,0	●				
10	Rayado de las Piezas con la plantilla correspondiente			8,5	●				
11	Verificacion de Medidas según diseño			5,0	●				
12	Corte en la Sierra sin fin			10,0	●				
13	Elaboracion de las Espigas			20,0	●				
<b>Patas</b>									
14	Marcado y Corte			20,0	●				
15	Verificacion de Medidas según diseño			5,0	●				
16	Torneado			12,5	●				
17	Transporte a Area de Lijado		6,0	3,0		→			
18	Lijado 1° Etapa			10,0	●				
19	Escoplado			8,5	●				
<b>Gavetas</b>									
20	Selección de las Laminas			5,0	●				
21	Inspeccion de las Laminas			5,0	●				
22	Corte de las Piezas Laterales			15,0	●				
23	Corte del fondo de las Gavetas			12,5	●				
24	Enrielado de las Gavetas			15,0	●				
25	Montaje y Ajuste de las Gavetas			15,0	●				
26	Verificacion de Montaje de Gavetas			5,0	●				
<b>Acabados</b>									
27	Transporte a Area de Ensamble		4,0	1,0		→			
28	Ensamble de Piezas			20,0	●				
29	Lijado 2° da Etapa			5,0	●				
30	Verificacion del Mueble según Diseño			3,0	●				
31	Acabado			5,0	●				
32	Pintura			25,0	●				
33	Esperar que seque la pintura para su transporte			130,0	●				
34	Transporte a Bodega de Productos Terminados		7,5	5,0		→			
35	Almacenaje en Bodega de Productos Terminados			3,000	●				
Tiempo Horas:		8,0	m	25,5	480,0	m			

Nota: La figura anterior refleja los tiempos de las actividades realizadas para la fabricación de una mesa de noche y es de elaboración propia.



Como podemos evidenciar en el cursograma anterior, existen 35 actividades para la fabricación de la pieza y la que demanda mayor tiempo es la de secado al natural con 130 minutos. Así mismo, el tiempo de ciclo para la fabricación de una mesa de noche es de 477 minutos. En seguida, se muestra el cálculo de producción de mesas de noche.

Usando la fórmula de:

$$\bullet \quad P = \frac{\text{Tiempo Base}}{\text{Tiempo de Ciclo}} \quad P = \frac{480}{477} = 1,00 \text{ Mesas/día}$$

Para hallar la producción de mesitas de noche mensual se tomaron en cuenta 26 días efectivos por mes, obteniendo así:

$$\bullet \quad P = 1,00 \frac{\text{Mesas}}{\text{día}} \times 26 \text{ Días/mes} = 26 \text{ Mesas/mes}$$

### 5.11.3 Producción Real

En la tabla 9 se muestran las producciones reales de mesas de noche.

Tabla 9

*Producción Real Mesas de Noche*

Mes	Días Laborales	Producción (Mesas de Noche)
Enero	27	27
Febrero	25	26
Marzo	26	26
Abril	26	26
Mayo	26	26
Junio	26	27
Julio	27	27
Agosto	26	26
Septiembre	26	27
Octubre	27	26
Noviembre	25	25
Diciembre	27	27
<b>Total Año 2020</b>	<b>314</b>	<b>316</b>

*Nota:* La tabla anterior refleja la producción real de mesas de noche para el año 2020 y los datos fueron recogidos y analizados por el investigador.

## 5.12 Productividad

A continuación, se determinarán los indicadores actuales de productividad utilizados en la empresa tales como mano de obra u hora/ hombre.

### 5.12.1 Productividad de Mano de Obra

Este tipo de productividad indica la cantidad de obra realizada por un operario o una cuadrilla claramente definida.

*Tabla 10*

*Productividad de Mano de Obra Año 2020*

Mes	Días Laborales	Produccion (Mesas de Noche)	Nº de Operarios	Productividad M.O
Enero	27	27	11	2,45
Febrero	25	26	11	2,36
Marzo	26	26	11	2,36
Abril	26	26	11	2,36
Mayo	26	26	10	2,60
Junio	26	27	10	2,70
Julio	27	27	10	2,70
Agosto	26	26	10	2,60
Septiembre	26	27	10	2,70
Octubre	27	26	10	2,60
Noviembre	25	25	10	2,50
Diciembre	27	26	9	2,88
<b>Promedio 2020</b>	<b>26</b>	<b>26,25</b>	<b>10,25</b>	<b>2,56</b>

*Nota:* La figura anterior representa la productividad de Mano de Obra enfocada a las mesas de noche y es de elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior la productividad de mano de obra durante el año 2020 fue de 2.56 mesas/mes\*operario. Del mismo modo, se puede evidenciar que los meses de menor productividad de mano de obra fueron Febrero, Marzo y Abril. En paralelo, el mes de mayor productividad fue Diciembre.

- $Productividad\ M.O = \frac{Produccion}{N^{\circ}\ Operarios} = \frac{26,25\ mesas/mes}{10,25\ Operarios/mes}$
- $Productividad\ M.O = 2,56\ mesas/mes * operario$

### 5.12.2 Productividad de Horas/Hombre

Este tipo de productividad determina el número de horas trabajadas por los diferentes operarios en relación con los recursos utilizados.

Tabla 11

Productividad Horas/Hombre Año 2020

Mes	Días Laborales	Horas por Día	Horas por Mes	Produccion (Mesas)	Productividad HH
Enero	27	8	216	27	0,12
Febrero	25	8	200	26	0,13
Marzo	26	8	208	26	0,12
Abril	26	8	208	26	0,12
Mayo	26	8	208	26	0,12
Junio	26	8	208	27	0,13
Julio	27	8	216	27	0,12
Agosto	26	8	208	26	0,12
Septiembre	26	8	208	27	0,13
Octubre	27	8	216	26	0,12
Noviembre	25	8	200	25	0,12
Diciembre	27	8	216	26	0,12
<b>Promedio 2020</b>	<b>26,1</b>	<b>8</b>	<b>209,3</b>	<b>26,2</b>	<b>0,12</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en la tabla previa, la productividad promedio de horas/hombre es de 0,125 mesas/HH, este índice no considera las interrupciones que se puedan generar dentro de la empresa como lo son la hora de almuerzo, tiempo de descanso y tiempo para cubrir necesidades personales. Por lo tanto, este índice de productividad está vinculado exclusivamente a una hora de trabajo ininterrumpido. La fórmula que se utiliza para hallar la productividad HH es:

- $$Productividad\ HH = \frac{Produccion}{Horas\ de\ MO} = \frac{26,2 \frac{mesas}{mes}}{209,3 \frac{horas}{mes}}$$
- $$Productividad\ HH = 0,125\ mesas/HH$$

### 5.13 Eficiencia

Hace referencia a utilizar los medios disponibles racionalmente para llegar a una meta. Se relaciona con la capacidad de alcanzar una meta fijada anteriormente en el menor tiempo posible y con el uso mínimo de los recursos, lo que se traduce en una optimización.

#### 5.13.1 Eficiencia Física

Este tipo de eficiencia se refiere a la correcta utilización de los recursos disponibles para obtener los resultados planteados.

Para calcular este tipo de eficiencia, se tiene en cuenta la cantidad de madera utilizada y la cantidad de la madera comprada para la fabricación de mesas de noche, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 12

*Eficiencia Física*

Mes	Produccion (Mesitas)	Cant. Madera Mesa (kg)	Cant. Madera utilizada (ton)	Cant. Madera comprada (ton)	Eficiencia Física
Enero	27	70	2,52	3,00	0,84
Febrero	26	70	2,25	2,60	0,87
Marzo	26	70	2,43	2,75	0,88
Abril	26	70	2,25	2,60	0,87
Mayo	26	70	2,52	3,10	0,81
Junio	27	70	2,43	2,95	0,82
Julio	27	70	2,34	2,70	0,87
Agosto	26	70	2,43	3,00	0,81
Septiembre	27	70	2,34	2,86	0,82
Octubre	26	70	2,52	2,90	0,87
Noviembre	25	70	2,43	3,00	0,81
Diciembre	26	70	2,25	2,80	0,80
<b>Promedio 2020</b>	<b>26,2</b>	<b>70</b>	<b>2,39</b>	<b>2,86</b>	<b>0,84</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

En tal sentido, la tabla refleja la eficiencia física de producción para el año 2020 en donde se evidencia que la madera utilizada fue del 84%. Así pues, el mes con menor eficiencia física fue Diciembre con el 80%, por otra parte, el mes en donde hubo mayor eficiencia fue Marzo con 88% y se calcula con la siguiente fórmula.

- $$Eficiencia\ Física = \frac{Produccion}{Insumo\ requerido} = \frac{2,39\ ton\ de\ madera\ utilizada}{2,86\ ton\ de\ madera\ comprada}$$
- $$Eficiencia\ Física = 0,84 = 84\%$$

### ***5.13.2 Eficiencia Económica***

La eficiencia económica se refiere a que los recursos se utilicen de manera óptima, alcanzándose la mayor producción posible, en la siguiente tabla se obtiene la eficiencia económica mensual y anual con ayuda de los ingresos y egresos los cuales fueron facilitados por la empresa.

Tabla 13

## Margen Operacional Mesas de Noche Año 2020

Mes	Produccion (Mesas)	Precio Promedio por Mesa	Ingreso Mensual	Costos								Total Costos	Eficiencia Economica
				Madera	Masilla	Pinturas	Tapiz	Espuma	Accesorios	Costo MO	Servicios		
Enero	27	\$ 330.000,0	\$ 8.910.000,0	\$ 1.113.750,0	\$ 74.250,0	\$ 371.250,0	\$ 318.214,3	\$ 285.576,9	\$ 278.437,5	\$ 1.961.314,0	\$ 742.500,0	\$ 5.145.292,7	1,73
Febrero	26	\$ 325.000,0	\$ 8.450.000,0	\$ 1.056.250,0	\$ 70.416,7	\$ 352.083,3	\$ 301.785,7	\$ 270.833,3	\$ 264.062,5	\$ 1.961.314,0	\$ 704.166,7	\$ 4.980.912,2	1,70
Marzo	26	\$ 310.000,0	\$ 8.060.000,0	\$ 1.007.500,0	\$ 67.166,7	\$ 335.833,3	\$ 287.857,1	\$ 258.333,3	\$ 251.875,0	\$ 1.961.314,0	\$ 671.666,7	\$ 4.841.546,1	1,66
Abril	26	\$ 320.000,0	\$ 8.320.000,0	\$ 1.040.000,0	\$ 69.333,3	\$ 346.666,7	\$ 297.142,9	\$ 266.666,7	\$ 260.000,0	\$ 1.961.314,0	\$ 693.333,3	\$ 4.934.456,9	1,69
Mayo	26	\$ 320.000,0	\$ 8.320.000,0	\$ 1.040.000,0	\$ 69.333,3	\$ 346.666,7	\$ 297.142,9	\$ 266.666,7	\$ 260.000,0	\$ 1.961.314,0	\$ 693.333,3	\$ 4.934.456,9	1,69
Junio	27	\$ 300.000,0	\$ 8.100.000,0	\$ 1.012.500,0	\$ 67.500,0	\$ 337.500,0	\$ 289.285,7	\$ 259.615,4	\$ 253.125,0	\$ 1.961.314,0	\$ 675.000,0	\$ 4.855.840,1	1,67
Julio	27	\$ 300.000,0	\$ 8.100.000,0	\$ 1.012.500,0	\$ 67.500,0	\$ 337.500,0	\$ 289.285,7	\$ 259.615,4	\$ 253.125,0	\$ 1.961.314,0	\$ 675.000,0	\$ 4.855.840,1	1,67
Agosto	26	\$ 320.000,0	\$ 8.320.000,0	\$ 1.040.000,0	\$ 69.333,3	\$ 346.666,7	\$ 297.142,9	\$ 266.666,7	\$ 260.000,0	\$ 1.961.314,0	\$ 693.333,3	\$ 4.934.456,9	1,69
Septiembre	27	\$ 320.000,0	\$ 8.640.000,0	\$ 1.080.000,0	\$ 72.000,0	\$ 360.000,0	\$ 308.571,4	\$ 276.923,1	\$ 270.000,0	\$ 1.961.314,0	\$ 720.000,0	\$ 5.048.808,5	1,71
Octubre	26	\$ 325.000,0	\$ 8.450.000,0	\$ 1.056.250,0	\$ 70.416,7	\$ 352.083,3	\$ 301.785,7	\$ 270.833,3	\$ 264.062,5	\$ 1.961.314,0	\$ 704.166,7	\$ 4.980.912,2	1,70
Noviembre	25	\$ 330.000,0	\$ 8.250.000,0	\$ 1.031.250,0	\$ 68.750,0	\$ 343.750,0	\$ 294.642,9	\$ 264.423,1	\$ 257.812,5	\$ 1.961.314,0	\$ 687.500,0	\$ 4.909.442,4	1,68
Diciembre	26	\$ 330.000,0	\$ 8.580.000,0	\$ 1.072.500,0	\$ 71.500,0	\$ 357.500,0	\$ 306.428,6	\$ 275.000,0	\$ 268.125,0	\$ 1.961.314,0	\$ 715.000,0	\$ 5.027.367,6	1,71
<b>Total</b>	315	\$ 319.166,7	\$ 100.500.000,0	\$ 12.562.500,0	\$ 837.500,0	\$ 4.187.500,0	\$ 3.589.285,7	\$ 3.221.153,8	\$ 3.140.625,0	\$ 23.535.768,0	\$ 8.375.000,0	\$ 59.449.332,6	1,69

*Nota:* La presente tabla representa los ingresos y egresos para el año 2020 enfocados en la fabricación de mesas de noche, teniendo en cuenta la producción mensual e insumos utilizados. Dicha tabla es de elaboración propia.

Para calcular la eficiencia económica se utilizó la siguiente fórmula, la cual arrojó un valor de 1,69 durante el año 2020.

$$\bullet \text{ Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} = \frac{\$ 100.500.000}{\$ 59.449.332,6} = 1,69$$

Así pues, la eficiencia económica obtenida durante el año 2020 fue de 1,69, lo que significa que por cada \$1,00 invertido en la fabricación de mesas de noche la empresa ganó \$0,69. Al mismo tiempo, se evidenció que el mes con menor eficiencia económica fue Marzo con 1,66. Por el contrario, el mes más eficiente económicamente hablando fue Enero con 1,73.

## 5.14 Tiempo

### 5.14.1 Cuello de Botella

El cuello de botella hace referencia a aquella fase de producción que suele ser más lenta y/o costosa, y, por lo tanto, genera retrasos y tiempos de parada en el resto de procesos. En el cursograma actual se revelan las actividades, subáreas y el tiempo requerido para la fabricación de las mesas de noche.

Al respecto, podemos percibir de la anterior tabla que la actividad N°33 “Secado natural” en la subárea de Acabados, representa el cuello de botella del proceso de fabricación de mesas de noche, con un tiempo de 130 minutos. Del mismo modo, podemos apreciar que el tiempo de las actividades de transporte minimizado con una correcta distribución de planta. De aquí en adelante, para facilitar el análisis de los datos, los tiempos promedios serán redondeados a su entero más cercano.



### 5.14.2 *Tiempo de Ciclo*

El tiempo de ciclo se refiere a el tiempo en que se transforma la materia prima y pasa a ser producto terminado, así pues, en la tabla anterior se puede evidenciar que el tiempo de ciclo para la fabricación de mesas de noche es de 480 minutos por mesa.

## 5.15 **Capacidad**

### 5.15.1 *Capacidad Real*

Este tipo de capacidad se relaciona con la capacidad que tiene una unidad productiva para producir su máximo nivel, en el caso de MADERPACO vendría a ser la cantidad de productos terminados que logra actualmente, es decir, la producción diaria promedio logrado para el año 2020. La fórmula empleada para calcular la capacidad real es la siguiente:

- $$Capacidad Real = \frac{Produccion\ mensual\ 2020}{N^{\circ}\ de\ días\ efectivos\ mes} = \frac{26,2}{26,1} = 1,00\ mesas\ por\ día$$

Por consiguiente, se puede estimar que para el año 2020 la empresa mantuvo una capacidad real de 1,00 mesas por día.

### 5.15.2 *Utilización*

Esta se refiere al porcentaje en que se utilizan los medios que se disponen para la fabricación de las mesas de noche, involucrando equipos, máquinas y herramientas. La utilización relaciona la capacidad real y la capacidad diseñada de la empresa. Así pues, basado en los cálculos anteriores podemos calcular la utilización con la siguiente fórmula:

- $$Utilizacion = \frac{Capacidad\ Real}{Capacidad\ Diseñada} \times 100\% = \frac{1,00\ mesas/día}{3\ mesas/día} \times 100\% = 33\%$$

La utilización nos arrojó un índice del 33%, esto quiere decir que respecto a la capacidad diseñada que tiene la empresa y la producción real, esta ha utilizado un 33% del 100% que dispone. Por tal motivo, se debe aprovechar el 67% restante con una óptima distribución en planta.

### 5.15.3 Capacidad Ociosa

Este tipo de capacidad representa aquella porción de maquinaria e insumos de la empresa que no está siendo utilizada adecuadamente en el proceso de producción.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad Ociosa} &= \frac{\text{Capacidad Diseñada} - \text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Diseñada}} \times 100\% = \\ &= \frac{3 \text{ mesas} - 1,00 \text{ mesas}}{3 \text{ mesas}} \times 100\% = 67\% \end{aligned}$$

Con la capacidad ociosa obtenemos un resultado del 67%. Esto indica que la empresa no está utilizando adecuadamente el 67% de la capacidad teórica para la fabricación de mesas de noche.

## 5.16 Resumen de los Indicadores Actuales

Teniendo en cuenta los cálculos de productividad anteriormente mencionados para determinar la situación actual de la empresa MADERPACO, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los indicadores de productividad con el fin de comparar los índices actuales con los de las propuestas y así establecer la propuesta que más se adecue a las necesidades de la organización.

Tabla 14

*Resumen de Indicadores de Productividad*

<b>Indicador</b>	<b>Resultado Actual</b>
<b>Actividades Productivas</b>	
<b>Actividades Improductivas</b>	
<b>Indicadores de Produccion</b>	
Produccion	26 mesas/mes
<b>Indicadores de Productividad</b>	
Productividad de Mano de Obra	2,56 mesas/operario*mes
Productividad Hora/Hombre	0,125 mesas/HH
<b>Indicadores de Eficiencia</b>	
Eficiencia Física	0,84
Eficiencia Económica	1,69
<b>Indicadores de Tiempo</b>	
Cuello de Botella	130 min/operario*día
Tiempo de Ciclo	480 min/mesa
<b>Indicadores de Capacidad</b>	
Capacidad Real	1,00 mesas/día
Capacidad Utilizada	33%
Capacidad Ociosa	67%

*Fuente:* Elaboración propia.

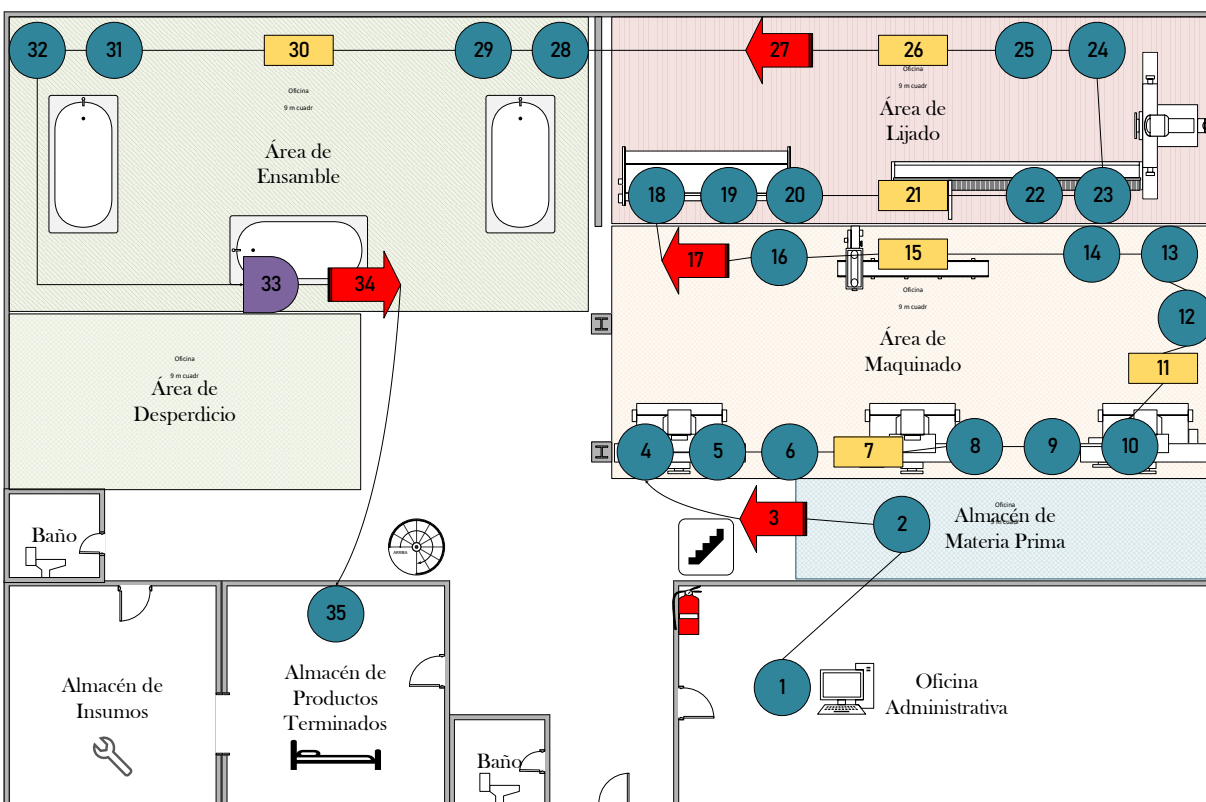
### **Propuestas de Diseño de Planta**

Las propuestas de Layout para la empresa MADERPACO se enfocaran en el producto que tiene mayor salida y el más solicitado por los clientes que en este caso es la mesa de noche tipo indie, además se buscara implementar los principios de distribución de Richard Muther reduciendo así los tiempos de espera y aumentando la capacidad de produccion gracias a una circulación de materiales fluida y sin cruces de actividades, ya que como podemos observar en el diagrama de recorrido actual existen 3 cruces que pueden generar cuellos de botella en esta línea de produccion.

## 6.1 Propuesta Layout 1

Figura 30

Propuesta de Redistribucion en Planta 1













*Nota:* La ilustración previa representa la primera propuesta de redistribución en planta y fue elaborada por el investigador.

En la presente propuesta podemos observar que se ha situado el área de ensamble en donde antes se ubicaba el área de lijado, esto se hizo con el objetivo de eliminar el cruce de actividades creando así procesos fluidos. Además de esto, se puede evidenciar que se incluye una nueva mesa en el área de ensamble ya que por información suministrada por la empresa se ha detectado un cuello de botella en esta zona lo que causa un incremento en el tiempo de ciclo.

## 6.2 Cursograma de la Propuesta Layout 1

Figura 31

Cursograma Analítico Mesa de Noche 1

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____			Operar. _____		Mater. <input checked="" type="checkbox"/>		Maqui. _____				
<b>Proceso: Producción</b>				<b>RESUMEN</b>							
<b>Fecha:</b>				<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>	<b>Econ.</b>			
<b>El estudio inicia:</b>					Operación	23	16	-30%			
<b>Método: Actual: _____ Propuesto: X _____</b>					Transporte	4	2	-50%			
<b>Producto: Puerta</b>					Inspección	6	4	-33%			
<b>Nombre del operario: Juan Francisco Ramirez</b>					Espera	1	0	0%			
<b>Elaborado por: Santiago Danilo Rodriguez</b>					Almacenaje	1	0	0%			
<b>Tamaño del Lote:</b>				Total de Actividades realizadas			35	22	-37%		
				Distancia total en metros			26	0	0%		
				Tiempo min/hombre			8	0	0%		
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS						
											
1	Diseño y Prototipo			15,0							
2	Selección de la Madera			25,0							
3	Traslado a Area de Corte o Maquinado		0,2	0,12							
4	Corte con la Sierra Radial			15,0							
<b>Cubierta</b>											
5	Rayado de las Piezas con la plantilla correspondiente			12,0							
6	Torneado			16,0							
7	Rectificacion de las medidas correspondientes			5,0							
8	Raspado de Cubierta			5,0							
<b>Faldones</b>											
9	Corte en la Sierra			10,0							
10	Rayado de las Piezas con la plantilla correspondiente			8,5							
11	Verificacion de Medidas según diseño			5,0							
12	Corte en la Sierra sin fin			10,0							
13	Elaboracion de las Espigas			20,0							
<b>Patas</b>											
14	Marcado y Corte			20,0							
15	Verificacion de Medidas según diseño			5,0							
16	Torneado			12,5							
17	Transporte a Area de Lijado		0,2	0,1							
18	Lijado 1° Etapa			10,0							
19	Escoplado			8,5							
<b>Gavetas</b>											
20	Selección de las Laminas			5,0							
21	Inspeccion de las Laminas			5,0							
22	Corte de las Piezas Laterales			15,0							
23	Corte del fondo de las Gavetas			12,5							
24	Enrielado de las Gavetas			15,0							
25	Montaje y Ajuste de las Gavetas			15,0							
26	Verificacion de Montaje de Gavetas			5,0							
<b>Acabados</b>											
27	Transporte a Area de Ensamble		0,2	0,05							
28	Ensamble de Piezas			15,0							
29	Lijado 2° da Etapa			4,0							
30	Verificacion del Mueble según Diseño			3,0							
31	Acabado			3,0							
32	Pintura			20,0							
33	Esperar que seque la pintura para su transporte			65,0							
34	Transporte a Bodega de Productos Terminados		5,0	3,3							
35	Almacenaje en Bodega de Productos Terminados			3,0							
Tiempo Horas:		6,5	mts	5,6	391,6	min					

Fuente: Elaboración propia.

Lo anteriormente expuesto, permite identificar que hay una serie de mejoras para los procesos productivos implementando esta primera propuesta. La primera de estas mejoras es la reducción del tiempo de ciclo que pasa de 480 minutos a 392 minutos aproximando al entero más cercano, acortando así dicho tiempo en 88 minutos aproximadamente.

Así mismo, podemos determinar que otra mejoría de la presente propuesta es la reducción de las distancias recorridas por los operarios, ya que inicialmente se recorren 25,5 metros debido a que las áreas no se encuentran ubicadas adecuadamente. No obstante, por medio de esta propuesta la distancia recorrida se reduce en un 27% cumpliendo así, con uno de los principios de la distribución en planta denominado principio de mínima distancia recorrida.

Del mismo modo, se puede observar que las operaciones que representan mayor margen de mejoría son las de transporte, dado que las áreas se han distribuido de una manera armónica cumpliendo con el principio de circulación de materiales el cual garantiza la inexistencia de cruces de actividades asegurando la disminución del tiempo de ciclo del producto.

Igualmente, podemos establecer que otra de las ventajas de aplicar esta primera propuesta es la implementación de otra mesa para el área de ensamble permitiendo manejar de manera óptima los tiempos de los operarios dado que como se expone en la tabla de indicadores actuales, existe un índice de capacidad ociosa del 67%, que por medio de esta propuesta buscara ser disminuida.

El objetivo de esta propuesta es aumentar los indicadores de productividad por medio de la reducción de recorridos, lo que garantiza paralelamente, el crecimiento del índice de satisfacción de los operarios. También se buscará eliminar las operaciones que no generan valor al producto como pueden ser los reprocesos y las esperas prolongadas.

### 6.3 Evaluación de Propuesta 1 frente a Principios Layout

Tabla 15

*Ponderación Propuesta 1*

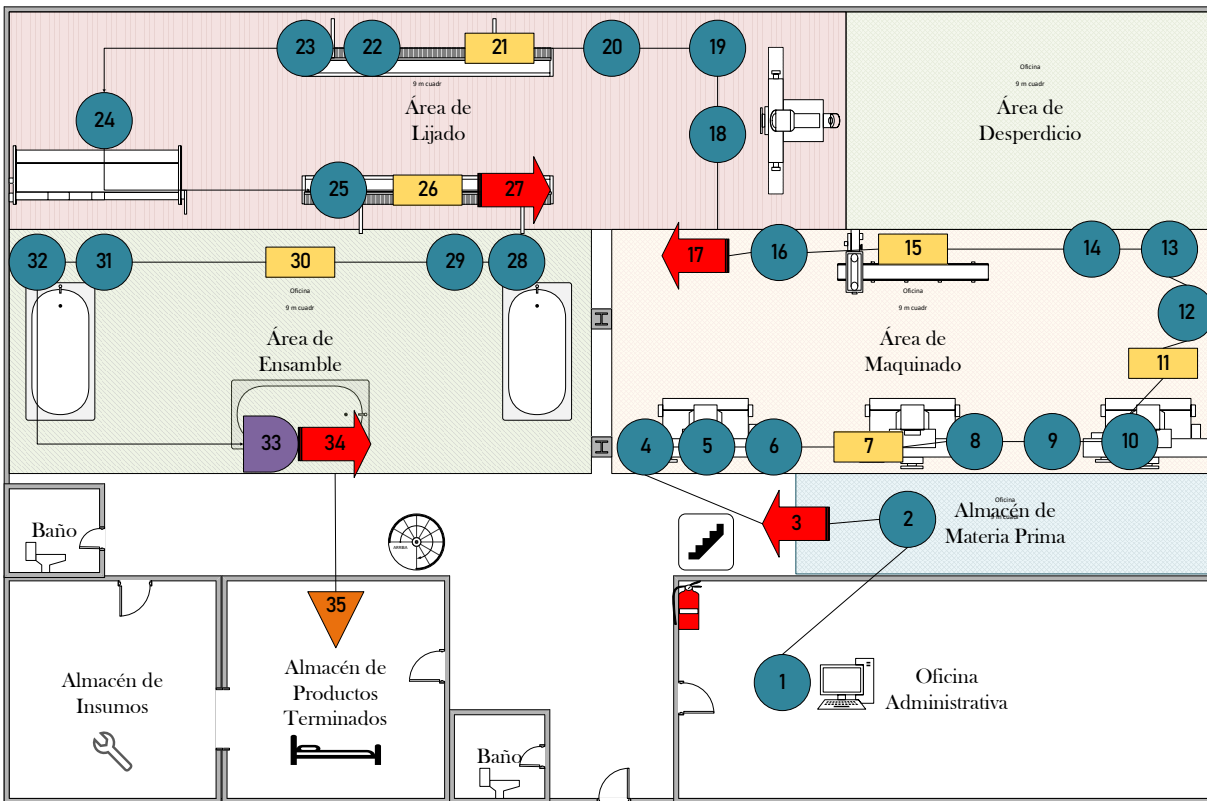
Propuesta 1				
Principio	Porcentaje de Importancia	Nivel de Cumplimiento	Ponderado	Descripción
Satisfacción y Seguridad	0,2	4	0,8	Aumenta la producción diaria reduciendo significativamente los recorridos brindando así mayor comodidad para los operarios.
Integración en Conjunto	0,15	4	0,6	Incorpora cada factor que interviene en el proceso como maquinaria, operarios y recursos mejorando así el proceso productivo.
Mínima Distancia Recorrida	0,15	4	0,6	Se han cambiado de lugar el área de maquinado y lijado para brindar procesos armónicos que permitan una menor distancia recorrida.
Circulación o Flujo de Materiales	0,25	5	1,25	Debido a que se han distribuido las máquinas de manera secuencial, se lograron procesos fluidos y esto se traduce en mejor flujo de materiales.
Espacio Cubico	0,15	4	0,6	Gracias a la integración de tablas de herramientas en cada área se logró aprovechar las dimensiones de la empresa de la manera más adecuada.
Flexibilidad	0,1	4	0,4	Este apartado es el fuerte de la organización ya que cuenta con iluminación, electricidad y ventilación en todas las áreas.
Total Porcentaje de Importancia	1	Total Ponderado	4,25	Con la propuesta número 1 pasamos de tener un ponderado de 2,5 a 4,25

Fuente: Elaboración propia.

### 6.4 Propuesta Layout 2

Figura 32

Propuesta de Redistribucion en Planta 2



Nota: La presente ilustración evidencia la segunda propuesta de redistribución en planta y es de elaboración propia.











En la propuesta número 2 podemos observar que se han cambiado las áreas que intervienen en el proceso de producción tales como maquinado, lijado, ensamble y desperdicio con el fin de establecer fluidez entre las operaciones. Gracias a que la empresa cumple con el principio de distribución en planta denominado flexibilidad, los cambios pueden ser generados representando menos costes o inconvenientes.



### 6.5 Cursograma de la Propuesta Layout 2

Figura 33

Cursograma Analítico Mesa de Noche 2

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar.	Mater.	X	Maqui.						
Proceso: Produccion		RESUMEN									
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.					
El estudio Inicia:			Operación	0	16	100%					
Método: Actual: _____ Propuesto: X _____			Transporte	0	2	100%					
Producto: Puerta			Inspección	0	4	100%					
Nombre del operario: Juan Francisco Ramirez			Espera	0	0	100%					
Elaborado por: Santiago Danilo Rodriguez			Almacenaje	0	0	100%					
Tamaño del Lote:		Total de Actividades realizadas		0	22	####					
		Distancia total en metros		0	0	0%					
		Tiempo min/hombre		0	0	0%					
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS						
											
1	Diseño y Prototipo			15,0							
2	Selección de la Madera			25,0							
3	Traslado a Area de Corte o Maquinado		0,2	0,12							
4	Corte con la Sierra Radial			15,0							
<b>Cubierta</b>											
5	Rayado de las Piezas con la plantilla correspondiente			12,0							
6	Tomeado			16,0							
7	Rectificacion de las medidas correspondientes			5,0							
8	Raspado de Cubierta			5,0							
<b>Faldones</b>											
9	Corte en la Sierra			10,0							
10	Rayado de las Piezas con la plantilla correspondiente			8,5							
11	Verificacion de Medidas según diseño			5,0							
12	Corte en la Sierra sin fin			10,0							
13	Elaboracion de las Espigas			20,0							
<b>Patas</b>											
14	Marcado y Corte			20,0							
15	Verificacion de Medidas según diseño			5,0							
16	Tomeado			12,5							
17	Transporte a Area de Lijado		0,15	0,07							
18	Lijado 1° Etapa			7,5							
19	Escoplado			7,5							
<b>Gavetas</b>											
20	Selección de las Laminas			5,0							
21	Inspeccion de las Laminas			5,0							
22	Corte de las Piezas Laterales			12,0							
23	Corte del fondo de las Gavetas			10,0							
24	Enrielado de las Gavetas			12,5							
25	Montaje y Ajuste de las Gavetas			12,5							
26	Verificacion de Montaje de Gavetas			5,0							
<b>Acabados</b>											
27	Transporte a Area de Ensamble		0,1	0,05							
28	Ensamble de Piezas			15,0							
29	Lijado 2° da Etapa			4,0							
30	Verificacion del Mueble según Diseño			3,0							
31	Acabado			3,0							
32	Pintura			20,0							
33	Esperar que seque la pintura para su transporte			65,0							
34	Transporte a Bodega de Productos Terminados		2,0	1,3							
35	Almacenaje en Bodega de Productos Terminados			3,0							
Tiempo Horas:		6,3	m	2,5	375,5	m					

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cursograma anterior, se puede determinar que el tiempo de ciclo para la línea de producción de la mesa noche paso de 8 a 6,3 horas, reduciendo así 1,7 horas lo que equivale a minutos. Esto favorece al índice de eficiencia ya que reduce el tiempo de ciclo y a su vez aumenta los índices de productividad.

Una de las ventajas que sobresale al aplicar esta propuesta es la reducción de los recorridos por parte de los operarios, puesto que, la distancia recorrida en el plano actual es de 25,5 metros comparado con los 2,5 metros de la presente propuesta, lo que representa una disminución en los recorridos del 90% aproximadamente, lo que conlleva a un aumento considerable en los índices de productividad como veremos más adelante.

De igual modo, podemos evidenciar que el área que representa mayor margen de mejora es la de lijado, dado que, con la implementación de una segunda lijadora de banda la cual se tenía almacenada por falta espacio, las actividades involucradas en esta zona se ejecutarán más eficientemente. Otra de las áreas que presenta progreso es la de ensamble ya que pasamos de tener 2 mesas de ensamble a 3 y esto elimina el cuello de botella que actualmente se viene presentando en esta zona, puesto que, como se evidencia en los indicadores de productividad la actividad que más genera cuellos de botella se presenta en esta área en la actividad de secado al natural.

El objetivo de la propuesta número 2 es optimizar los procesos productivos para la línea de producción de mesas de noche, disminuyendo significativamente los recorridos de los operarios, ubicando las áreas de manera óptima para garantizar procesos fluidos y aumentando el área de las zonas dando posibilidad de implementar nueva maquinaria reduciendo así el tiempo de ciclo de las piezas.

## 6.6 Evaluación de Propuesta 2 frente a Principios Layout

Tabla 16

### Ponderación Propuesta 2

Propuesta 2				
Principio	Porcentaje de Importancia	Nivel de Cumplimiento	Ponderado	Descripción
Satisfacción y Seguridad	0,2	4	0,8	Aumenta la producción diaria reduciendo significativamente los recorridos brindando así mayor comodidad para los operarios.
Integración en Conjunto	0,15	4	0,6	Incorpora cada factor que interviene en el proceso como maquinaria, operarios y recursos mejorando así el proceso productivo.
Mínima Distancia Recorrida	0,15	4	0,6	Se han cambiado de lugar el área de maquinado y lijado para brindar procesos armónicos que permitan una menor distancia recorrida.
Circulación o Flujo de Materiales	0,25	5	1,25	Debido a que se han distribuido las máquinas de manera secuencial, se lograron procesos fluidos y esto se traduce en mejor flujo de materiales.
Espacio Cubico	0,15	5	0,75	Gracias a la reubicación del área de desperdicio se consiguió una mejora en este apartado, aprovechando así las dimensiones de la empresa.
Flexibilidad	0,1	4	0,4	Este apartado es el fuerte de la organización ya que cuenta con iluminación, electricidad y ventilación en todas las áreas.
Total Porcentaje de Importancia	1	Total Ponderado	4,4	Con la propuesta numero 2 pasamos de tener un ponderado de 2,5 a 4,4

*Nota:* La tabla anterior evalúa los principios de distribución para la propuesta 2 y es de elaboración propia.

## 6.7 Comparación de las Propuestas a Partir de los Principios Layout

Para realizar la evaluación de las propuestas se tuvieron en cuenta los principios de distribución de Richard Muther, teniendo en cuenta el porcentaje de importancia y el nivel de cumplimiento dado por el investigador. La siguiente tabla se resumen las calificaciones de ambas propuestas para un mejor análisis y posteriormente su selección.

*Tabla 17*

*Criterios de Evaluación para las Propuestas*

Tipo de Distribución	Principios						Total Ponderado
	Satisfacción y Seguridad (0,20)	Integración en Conjunto (0,15)	Mínima Distancia Recorrida (0,15)	Circulación o Flujo de Materiales (0,15)	Espacio Cubico (0,15)	Flexibilidad (0,10)	
Actual	2	4	2	2	2	4	2,5
Propuesta 1	4	4	4	5	4	4	4,25
Propuesta 2	4	4	4	5	5	4	4,4

*Fuente:* Elaboración Propia

Según la tabla previa en ambas propueste se obtienen beneficios en cuanto al cumplimiento de los principios de distribución en planta elevando el ponderado 1,75 en el caso de la propuesta 1 y 1,9 para la propuesta 2, siendo esta la opción más factible por el momento.

Sin embargo, debemos tener en cuenta los índices de productividad que se exponen a continuación, el costo de la inversión para implementar dichas propuestas y finalmente, el índice de recuperación de la inversión para seleccionar la propuesta que cubra las necesidades y requerimientos de la organización.

## 6.8 Índices de Productividad de las Propuestas

Tabla 18

Comparación de Índices de Productividad

<b>Indicador</b>	<b>Resultado Actual</b>	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2</b>
Actividades Productivas	69%	82%	78%
Actividades Improductivas	31%	18%	22%
<b>Indicadores de Produccion</b>			
Produccion	26 mesas/mes	31,72 mesas/mes	33,28 mesas/mes
<b>Indicadores de Productividad</b>			
Productividad de Mano de Obra	2,56 mesas/operario*mes	3,14 mesas/operario*mes	3,24 mesas/operario*mes
Productividad Hora/Hombre	0,125 mesas/HH	0,154 mesas/HH	0,158 mesas/HH
<b>Indicadores de Eficiencia</b>			
Eficiencia Física	0,84	0,87	0,90
Eficiencia Económica	1,69	1,82	1,84
<b>Indicadores de Tiempo</b>			
Cuello de Botella	130 min/operario*día	65 min/operario*día	65 min/operario*día
Tiempo de Ciclo	480 min/mesa	391,6 min/mesa	375,5 min/mesa
<b>Indicadores de Capacidad</b>			
Capacidad Real	1,00 mesas/día	1,22 mesas/día	1,28 mesas/día
Capacidad Utilizada	33%	40,6%	42,6%
Capacidad Ociosa	67%	59,4%	57,4%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior podemos concluir que cualquiera de las dos propuestas eleva el grado de productividad con el que se cuenta actualmente, además de esto, incrementan las actividades productivas a un 82% y 78% con la propuesta 1 y 2 respectivamente, esto se debe a la disminución de tiempos en actividades improductivas tales como transporte, demora o almacenaje.

De igual manera, se elevarían las utilidades de la organización dado que se pasó de fabricar 2,56 mesas/operario\*mes a 3,14 mesas/operario\*mes y 3,24 mesas/operario\*mes con las propuestas 1 y 2 respectivamente, esto supone un incremento mensual de 6 y 7 mesas de noche aproximadamente.

De manera similar, se redujeron los tiempos en el cuello de botella ya que originalmente se contaba con una operación que demoraba 130 min/operario\*día y se redujo al 50% en ambas propuestas por medio de la inclusión de una mesa de trabajo adicional para el área de ensamble enfocada en el secado de las piezas. Dicha mesa adicional, contara con tres pistolas de calor ubicadas a una distancia moderada, evitando así, que se quemara o agriete el producto.

Así mismo, se puede observar que otra de las ventajas que existe con la implementación de las propuestas es la reducción del tiempo de ciclo, debido a que pasamos de tener un tiempo de ciclo de 480 min/mesa a 391,6 min/mesa y 375,5 min/mesa respectivamente.

Por último, se evidencia que la capacidad utilizada aumenta 7,6% y 9,6% respectivamente con las propuestas 1 y 2. Esto se debe a que en ambas propuestas se disponen de procesos fluidos que evitan cruce de actividades y facilita la movilización de los operarios a la siguiente actividad, disminuyendo de igual manera los recorridos hechos por los colaboradores en el proceso productivo.

### Inversión Económica para la Implementación de las Propuestas

En este apartado se presentan los costos en los que incurre la implementación de cada propuesta de distribución en planta teniendo en cuenta maquinaria, operarios, capacitaciones, modificaciones estructurales y nuevas adquisiciones.

#### 7.1 Inversión Económica de la Propuesta 1

Tabla 19

##### Inversión de Mejora 1

N°	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Pistolas de Calor	3	\$ 320.000	\$ 960.000
2	Mesa de Ensamble	1	\$ 600.000	\$ 600.000
3	Video Beam	1	\$ 400.000	\$ 400.000
4	Desplazamiento de Maquinaria	10	\$ 30.000	\$ 300.000
5	Capacitación Técnica	2	\$ 150.000	\$ 300.000
6	Break	13	\$ 5.000	\$ 65.000
Total Inversión Propuesta 1				\$ 2.625.000

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla anterior, podemos identificar que la mayor inversión económica se encuentra en la adquisición de 3 pistolas de calor, seguido de la compra de 1 mesa de ensamble con valor de \$ 600,000. En tercer lugar, se posiciona la obtención de un video beam con el cual se hará la capacitación del manejo de las pistolas de calor y se usará como una herramienta de apoyo para futuras conferencias. Luego de esto, se identifican inversiones con el mismo costo total de \$ 300,000 las cuales son la adecuación de áreas y la capacitación, el ítem 4 se realizará en 2 días y se contará con 5 operarios para cada día con el fin de optimizar la ubicación de las

máquinas, así mismo, la capacitación técnica se desarrollará en 2 días y tendrá una duración de 2,5 horas cada una.

## 7.2 Inversión Económica de la Propuesta 2

Tabla 20

### Inversión de Mejora 2

N°	Descripción	Cantida d	Costo Unitario	Costo Total
1	Demolición Muro	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
2	Pistolas de Calor	3	\$ 320.000	\$ 960.000
3	Mesa de Ensamble	1	\$ 600.000	\$ 600.000
4	Video Beam	1	\$ 400.000	\$ 400.000
5	Desplazamiento de Maquinaria	10	\$ 30.000	\$ 300.000
6	Capacitación Técnica	2	\$ 150.000	\$ 300.000
7	Mantenimiento Lijadora	1	\$ 250.000	\$ 250.000
8	Break	13	\$ 5.000	\$ 65.000
<b>Total Inversión Propuesta 2</b>				<b>\$ 5.375.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

Esta propuesta contiene los costos de la propuesta 1, sin embargo, se le añaden otros como la demolición del muro que representa en esta ocasión la mayor inversión con un costo dado por el arquitecto de confianza de \$ 2'500,000, en segundo lugar, se presenta una inversión de \$2'200,000 que equivale al costo de una lijadora de banda, aunque esta no se incluye en el total de la inversión ya que se tiene almacenada dentro de la empresa, pero no se le da uso debido a la falta de espacio y mantenimiento. Dicho mantenimiento tiene un costo de \$ 250,000 que consta de engrase, cambio de escobillas y tornillería. En conclusión, podemos observar que entre la propuesta 1 y 2 existe una diferencia en cuanto a inversión de \$ 2'750,000, siendo la propuesta 2 la más costosa de implementar.



### Análisis Costo Beneficio

Según lo desarrollado en la presente investigación se determinaron los costos totales de las propuestas de mejora con el fin de establecer el índice de recuperación para cada una y para esto es necesario calcular los ingresos promedio de cada propuesta.

#### 8.1 Ingresos Promedio

Para poder calcular los ingresos promedio que se obtendrán con las propuestas 1 y 2, se tomaron los precios expuestos en la tabla de eficiencia económica junto con el aumento de producción que se observa en la tabla de indicadores de productividad. Enseguida se evidencian los ingresos mensuales que se producirán.

*Tabla 21*

*Ingresos Promedio de las Propuestas*

N°	Descripción	Propuesta 1	Propuesta 2
1	Produccion Mesas por mes	32	33
2	Precio Promedio por mesa	\$ 319.166	\$ 319.166
	Ingreso Promedio Mensual	\$ 10.213.312	\$ 10.532.478

*Fuente:* Elaboración Propia.

Según lo observado en la tabla previa gracias a la propuesta 1 se tiene un ingreso promedio de \$ 10'213,312 y con la propuesta 2 se obtienen \$ 319,166 adicionales mensualmente, de igual forma se determinó un precio histórico de mesas de noche para el año 2020 de \$319,166.

## 8.2 Costos Promedio

Según datos suministrados por la empresa, la línea de producción de mesas de noche posee un porcentaje de costos del 65% por mesa esto indica que equivale a \$ 207,500 el costo de producción por pieza. Enseguida se presentará el nuevo costo de producción promedio para cada una de las propuestas de mejora.

Tabla 22

*Costos Promedio con Mejoras*

N°	Descripción	Propuesta 1	Propuesta 2
1	Producción Mesas por mes	32	33
2	Nuevo Costo Promedio por Mesa	\$ 207.500	\$ 207.500
	Costo Promedio Mensual	\$ 6.640.000	\$ 6.847.500

*Fuente:* Elaboración Propia.

En definitiva, podemos observar que la propuesta 1 produce un egreso mensual de \$ 6´640,000, por otro lado, la propuesta 2 genera un egreso mensual de \$ 6´847,000 teniendo en cuenta en ambos casos que el nuevo costo promedio por mesa es de \$ 207,000.

## 8.3 Evaluación Económica y Financiera

Para la realización de este apartado se recurre a la elaboración del flujo de caja para determinar los ingresos y egresos en los que se incurrirá con las propuestas de mejora, esto con el fin de realizar posteriormente el análisis costo-beneficio de las inversiones propuestas. A continuación, se presenta el cashflow para los 6 meses de aplicadas las mejoras. Para facilitar la comprensión del flujo de caja se le ha asignado el color rojo a la propuesta 1 y el negro a la propuesta 2

Tabla 23

## Flujo de Caja de las Propuestas

Ítem	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Propuesta de Distribución 1						
Total de Ingresos 1		10213312	10213312	10213312	10213312	10213312
N° de Unidades Vendidas 1		32	32	32	32	32
Total de Egresos 1		6640000	6640000	6640000	6640000	6640000
Inversión Total 1	2625000					
Flujo Neto 1	2625000	3573312	3573312	3573312	3573312	3573312
Propuesta de Distribución 2						
Total de Ingresos 2		10532478	10532478	10532478	10532478	10532478
N° de Unidades Vendidas 2		33	33	33	33	33
Total de Egresos 2		6847500	6847500	6847500	6847500	6847500
Inversión Total 2	5375000					
Flujo Neto 2	5375000	3684978	3684978	3684978	3684978	3684978

*Fuente:* Elaboración Propia.

De acuerdo con la anterior tabla la propuesta 1 presenta un ingreso mensual de \$ 10'213,312 con 32 mesas de noche vendidas y un egreso de \$ 6'640,000 se obtiene un flujo neto de \$ 3'573,312. Así pues, se puede observar que la inversión para la implementación de esta propuesta está muy por debajo del total de los ingresos mensuales conseguidos con esta primera mejora. De igual manera, se puede evidenciar que desde el primer mes la inversión se ve totalmente recuperada.

Por otra parte, la inversión para la segunda propuesta puesto que es casi el doble que la primera se ve recuperada durante el segundo mes. A continuación, se presenta la fórmula de índice de recuperación para apreciar exactamente los días en que se recuperan las inversiones.

#### 8.4 Cálculo del Índice de Recuperación

Este indicador nos permitirá medir el tiempo en el que se recuperará el total de la inversión de forma precisa.

$$\text{Indice de Recuperacion 1} = \frac{\text{Inversion Total}}{\text{Flujo Neto}} = \frac{\$ 2'625,000}{\$ 3'573,312} = 0.73$$

$$\text{Indice de Recuperacion 1} = 0.73 \times 30 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 21.9 \approx 22 \text{ dias}$$

$$\text{Indice de Recuperacion 2} = \frac{\text{Inversion Total}}{\text{Flujo Neto}} = \frac{\$ 5'375,000}{\$ 3'684,978} = 1.45$$

$$\text{Indice de Recuperacion 2} = 1.45 \times 30 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} = 43.5 \text{ dias}$$

Como se puede apreciar en los cálculos anteriores, la recuperación de la inversión para la mejora 1 es de 22 días, mientras que para la mejora 2, dado que la inversión es casi del doble el índice de recuperación aumenta a 43 días aproximadamente.

#### 8.5 Beneficio/Costo

Para hallar el análisis beneficio/costo se tendrá en cuenta el ingreso mensual, egreso e inversión que se calculó en cada propuesta. A continuación, se expone el cálculo beneficio/costo para posteriormente hallar la propuesta más conveniente para la organización.

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos} + \text{Inversion}}$$

Tabla 24

*Comparación de Propuestas en cuanto a Beneficio/Costo*

Beneficio / Costo Propuesta 1	1.40
Beneficio/ Costo Propuesta 2	1.10

*Fuente:* Elaboración propia.

De tal forma, el análisis beneficio/costo de la segunda propuesta arroja un índice de 1.10 lo que indica que si se invierte 1 peso en la implementación de la propuesta se recibirá una ganancia de 0.10. Esta propuesta se ve mermada por su gran costo dado que representa casi el doble del costo de inversión de la primera mejora

### **8.6 Selección de la Propuesta**

Para realizar la selección de la propuesta más adecuada, se tomó en cuenta principalmente el diagrama de recorrido el cual redujo el tiempo de ciclo de 480 minutos a 391.6 minutos con la propuesta número 1, la cual se consideró la más conveniente para cubrir las necesidades de la organización.

Así mismo, esta propuesta reduce los recorridos del operario ya que como se evidencia en el cursograma el operario disminuyó su trayecto 21 metros en el proceso de fabricación de mesas de noche. De igual forma, se tuvo presente la evaluación de los principios de Distribución en planta ya que actualmente se cuenta con un ponderado de 2.5, el cual es considerado bajo. Sin embargo, aplicando la propuesta número 1 se consigue un ponderado de 4.25 optimizando así cada uno de los 7 principios Layout. Por último, se consideraron los índices de productividad en donde actualmente se fabricaban 26 mesas/mes y por medio de la implementación de esta propuesta se logró la elaboración de 32 mesas/mes elevando así las utilidades de la empresa.

Tabla 25

## Comparación de Ventajas de las Propuestas

Item	Propuesta 1	Propuesta 2	Observaciones
Ponderación de principios Layout	4,25	4,4	Como resultado de la evaluación de los principios de distribución en planta se obtienen ponderados similares dado que se adecuo las zonas de trabajo para reducir los recorridos de los operarios, crear procesos fluidos y sin cruces de actividades, aprovechando el espacio disponible y garantizando la seguridad de los operarios.
Tiempo de Ciclo (minutos)	391,6	376,6	En cuanto al periodo de elaboración de las piezas se evidencia una diferencia de 15 minutos, siendo la propuesta 2 la que menos tiempo requiere.
Distancia Recorrida (metros)	5,6	2,6	De igual manera, la propuesta 2 lleva la ventaja en este apartado ya que presenta una distancia de recorrido de casi la mitad respecto a la propuesta 1 debido a la fluidez que cuenta en los procesos productivos.
Productividad	3,14 mesas/operario*mes	3,24 mesas/operario*mes	Otro rasgo de la propuesta 2 es que presenta un mayor índice de productividad de mano de obra, pero no es muy relevante ya que la diferencia tan solo es de 0,1 mesas/operario*mes
Inversion	\$ 2.625.000	\$ 5.375.000	Este apartado es de los más importantes ya que sugiere que para implementar la propuesta 2 se necesita una inversión de más del doble de lo que requiere la implementación de la propuesta 1
Beneficio	1,4	1,1	En cuanto al beneficio que brindan las propuestas se observa que la propuesta 1 otorga mayor margen de beneficio y esto se debe a que la propuesta 2 representa más del doble de capital para su inversión.
Herramientas Lean	5's y TPM	5's y TPM	Con respecto a las herramientas Lean Manufacturing, se sugiere a ambas propuestas de distribución acompañarlas con 5's y TPM debido a que por medio del diagnóstico de la situación actual de la empresa se determinó que son las más idóneas y las que cubren la mayoría de las problemáticas que aqueja a la organización.

Fuente: Elaboración propia

## 8.7 Espacios de Trabajo

Para elaborar el rediseño de planta se tuvieron en cuenta aspectos como flujo secuencial, distancias recorridas, tiempos de ciclo e indicadores de productividad. De igual manera, se consideró el área requerida para cada puesto de trabajo empleando el método Guerchet, que asimismo confirmara la posibilidad del cambio de ubicación de las áreas productivas.

Para la aplicación de esta etapa se debe calcular la superficie total del área mediante la suma de las tres superficies parciales las cuales son: superficie estática, superficie de gravitación y superficie de evolución.

### 8.7.1 Método Guerchet

- **Superficie Estática:** Superficie que ocupa el mobiliario, maquinaria y equipo.
- **Superficie de Gravitación:** Superficie empleada por los operarios que laboran.

$$Sg = Ses * n$$

- **Superficie de Evolución:** Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para la movilidad del personal, maquinaria y producto terminado.

$$Sev = (Ses + Sg) * K$$

Donde:

N = Lados operativos de la maquina

K = Coeficiente según la actividad productiva (0,5)

Para hallar la superficie necesaria utilizada por maquinas equipos operarios y producto terminado se utilizó el método Guerchet en la empresa MADERPACO con el fin de determinar el área por sección. A continuación, se presenta la tabla aplicando el método Guerchet para cada área productiva.

Tabla 26

Aplicación del Método Guerchet en el Área de Maquinado y Lijado

Área de Maquinado									
Maquinas	n (Cantidad)	N (Numero de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Ses (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Altura	Sev (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1						1,7		
<b>Elementos Fijos</b>									
Cepilladora	2	1	1,5	0,9	1,35	1,35	0,9	1,35	8,1
Sierra Circular	1	2	1,5	2	3	6	1,2	4,5	13,5
Torno	1	1	1	0,8	0,8	0,8	1	0,8	2,4
Cizalla	1	2	2	1,5	3	6	0,9	4,5	13,5
Total									37,5
Los 37,5 m <sup>2</sup> requeridos por el método de Guerchet puede ser distribuida a la nueva ubicación la cual dispone de 42 m <sup>2</sup> en total									

Área de Lijado									
Maquinas	n (Cantidad)	N (Numero de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Ses (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Altura	Sev (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1						1,72		
<b>Elementos Fijos</b>									
Ingleteadora	1	2	1,5	2	3	6	0,9	4,5	13,5
Barreno	1	1	3	1,25	3,75	3,75	1,2	3,75	11,25
Lijadora de Banda	1	1	4	1	4	4	1	4	12
Total									36,75
Los 36,75 m <sup>2</sup> requeridos por el método de Guerchet puede ser distribuida a la nueva ubicación la cual dispone de 45 m <sup>2</sup> en total									

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 27

Aplicación del Método Guerchet en el Área de Ensamble y en el Almacén de Insumos

Área de Ensamble									
Maquinas	n (Cantidad)	N (Numero de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Ses (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Altura	Sev (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1						1,7		
<b>Elementos Fijos</b>									
Mesa de Trabajo	3	4	2	1	2	8	0,9	5	45
Organizador de herramientas	1	2	1,5	1	1,5	3	1,8	2,25	6,75
Total									51,75
Los 51,75 m <sup>2</sup> requeridos por el método de Guerchet puede ser distribuida a la nueva ubicación la cual dispone de 72 m <sup>2</sup> en total									

Almacén de Insumos									
Maquinas	n (Cantidad)	N (Numero de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Ses (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Altura	Sev (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1						1,73		
<b>Elementos Fijos</b>									
Escritorio	1	2	2	1	2	4	1,2	3	9
Estantería	2	1	2	0,8	1,6	1,6	1,9	1,6	9,6
Armario	2	1	1,8	1	1,8	1,8	1,8	1,8	10,8
Total									29,4
Los 29,4 m <sup>2</sup> requeridos por el método de Guerchet puede ser distribuida a la nueva ubicación la cual dispone de 31 m <sup>2</sup> en total									

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la aplicación del método de Guerchet se puede evidenciar que la propuesta a implementar permite la adecuación de las áreas de trabajo teniendo en cuenta la separación de los elementos y permitiendo así la movilidad suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor con libertad y seguridad.

En las tablas 26 y 27 no se han tomado en cuenta los espacios sociales como: servicios higiénicos, vestidores, estacionamiento o comedor ya que no poseen maquinaria o equipos que permitan calcular la superficie de evolución. A continuación, se observan las superficies que abarcan dichas zonas.

*Tabla 28*

*Aplicación de Método de Guerchet en Zonas Comunes*

Lugar	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Total (m2)
Servicios Higiénicos	2	2	1,5	6
Vestidores	1	4	3	12
Comedor	1	2	2	4
Estacionamiento	1	10	3	30
Total				52

Fuente: Elaboración Propia.

Así pues, se expone que el área necesaria que requiere la implementación de la propuesta de mejora es de la suma de las áreas productivas y de los espacios comunes.

*Tabla 29*

*Áreas obtenidas Bajo el Método Guerchet*

Lugar	Área (m2)
Área de Maquinado	37,5
Área de Lijado	36,75
Área de Ensamble	51,75
Almacén de Insumos	29,4
Zonas comunes	52
Total	207,4

Fuente: Elaboración propia.

## **Propuesta de Implementación de la Metodología 5's**

Teniendo presente que la empresa necesita optimizar sus procesos productivos se propone esta metodología en la que se incluyen las soluciones para las problemáticas presentadas a lo largo del estudio y adicionalmente aportar al progreso general de la organización permitiendo reducir o eliminar malas prácticas, recorridos innecesarios y mala distribución del lugar de trabajo. Dicha metodología se desarrollará en 3 fases las cuales son: fase preliminar, fase de ejecución y fase de seguimiento y mejora.

### **9.1 Fase 1: Preliminar**

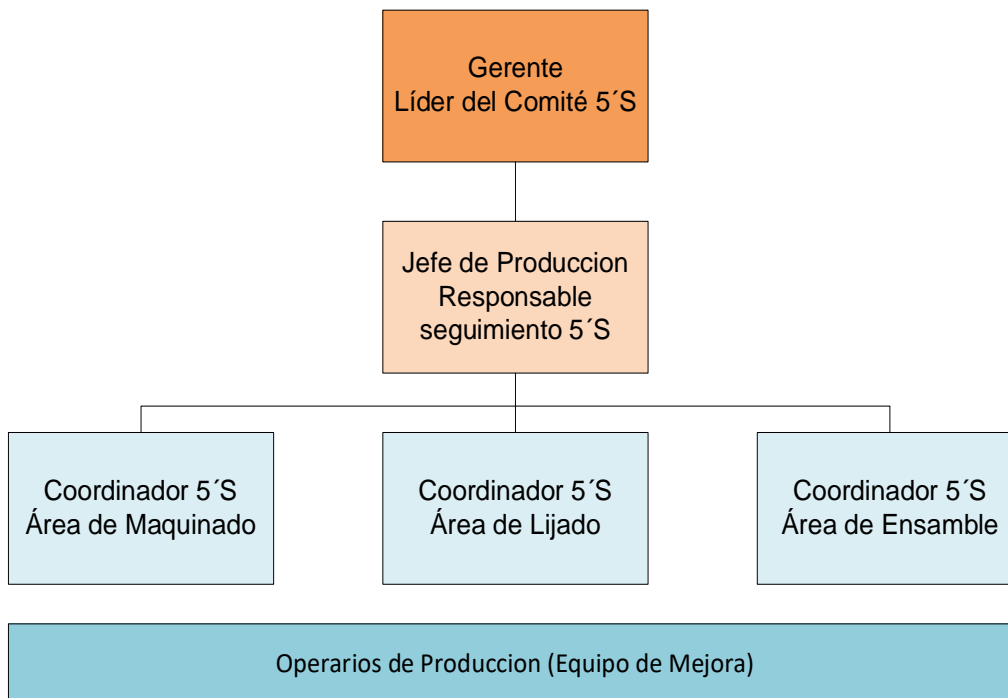
#### ***9.1.1 Etapa 1: Compromiso de la Gerencia***

En cualquier proyecto es indispensable contar con el apoyo de la gerencia y directivos, ya que sin la cooperación de estos miembros por más efectiva que esta herramienta pueda ser no podrá ser desarrollada. De igual manera, dichos integrantes deberán involucrarse con la implementación y brindar motivación a los colaboradores de la empresa, este compromiso se puede ver reflejado a través de reuniones con el comité 5's las cuales contarán con actas de reunión, toma de asistencia y planes de acción.

#### ***9.1.2 Etapa 2: Conformación del Comité 5's***

En esta etapa es fundamental que la gerencia encabece el comité, esta debe dirigir y escoger a los miembros del equipo y asignarles funciones con el fin de lograr un compromiso total. El presente comité tiene como función prever los recursos económicos y humanos que van a ser necesarios además de diseñar y coordinar las diferentes fases del proyecto. A continuación, se expone el organigrama de los integrantes de dicho comité.

Figura 34  
Conformacion Comité 5's



Fuente: Elaboración propia.

### 9.1.3 Etapa 3: Programación de Actividades

La programación de actividades debe ser realizada y comunicada por el comité 5's, esta debe ser ubicada en zonas visibles para su debido seguimiento. El diseño y ejecución del plan debe ser cumplida en las áreas productivas. A continuación, se expone el cronograma de actividades definiendo plazos, responsables y el tiempo en el que se planea llevar a cabo las actividades estipuladas.

Figura 35

*Cronograma de Actividades para la Implementacion de 5's*

Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Responsable
Recopilación de información sobre 5's					Gerencia
Análisis de la Información					Supervisor de Produccion
Delimitar las áreas que generan exceso de residuos					Supervisor de Produccion
Delimitar las áreas en desorden					Supervisor de Produccion
Revisión de cada área a través de fotografías					Jefe de Produccion
Reunión y Auditoria de 5's					Jefe de Produccion
Realización manual 5's para trabajadores					Jefe de Produccion
Capacitación a trabajadores					Jefe de Produccion
Realización de limpieza y estandarización					Operarios de Produccion
Revisión del área de trabajo					Jefe de Produccion
Implementación del Proyecto					Gerencia

*Fuente:* Elaboración Propia.

**9.1.4 Etapa 4: Comunicado Oficial de Implementación 5's**

A través de reuniones y charlas técnicas con los operarios se da a conocer a las áreas de producción las cuales son maquinado, lijado y ensamble la implementación de esta herramienta. Así mismo se les informara las evaluaciones a las que serán sometidos con el fin de encontrar puestos de trabajo más limpios y organizados. Dichas evaluaciones serán aplicadas por el comité de 5's y estarán compuestas por datos cuantitativos con el objetivo de generar reconocimientos mensuales al trabajador.

**9.1.5 Etapa 5: Capacitación y Entrenamiento a todo el Personal sobre 5's**

Por medio de un experto de la metodología 5's se capacitará en primera medida a los miembros que integran el comité 5's, seguidamente el comité replicara el conocimiento adquirido a los integrantes de la empresa para lograr así el compromiso de la organización.

Figura 36

## Cronograma de Capacitaciones de la Herramienta 5's

Comité y Trabajadores	Lugar:	Sala de reuniones MADERPACO		
	Materiales a Utilizar:	Computador, proyector y esferos		
	Expositor:	Experto		
	Tema	Inicio	Fin	Duración
	¿Qué son las 5's?	8:00 a. m.	10:00 a. m.	2 horas
	Objetivos de las 5's			
Beneficios de las 5's				
Comité 5's	Como administrar un programa 5's	10:00 a. m.	12:00 p. m.	2 horas
	Sensibilización y difusión			
	Auditorías Internas			
	Acciones Correctivas			
	Implementación			
Trabajadores	Metodología de Implementación	8:00 a. m.	10:00 a. m.	2 horas (Segundo Dia)
	1S: Seiri			
	2S: Seiton			
	3S: Seiso			
	4S: Seiketsu			
	5S: Shitsuke			

Fuente: Elaboración Propia.

## 9.2 Fase 2: Ejecución

En esta fase el comité 5's deberá realizar una auditoría interna con el fin de evaluar el estado inicial de la empresa. Para ello debe de hacer uso del registro fotográfico para un diagnóstico más acertado.

### 9.2.1 Etapa 1: Implementación de la 1era S (Seiri: Eliminar)

Para la implementación de esta primera S se deben separar maquinaria, objetos o artículos innecesarios de los que si se utilizan, del mismo modo, se deben dejar los elementos que si se utilizan en los puestos de trabajo e inspeccionar constantemente las zonas productivas para eliminar los artículos innecesarios. A continuación, se expone la herramienta de tarjetas rojas con el fin de identificar los elementos innecesarios.

Figura 37

## Modelo de Tarjeta Roja

Tarjeta Roja 5'S		Resumen de Tarjeta Roja																																							
<b>TARJETA ROJA 5'S</b>		<b>RESUMEN DE TARJETA ROJA</b>																																							
Nº tarjeta:		<b>TARJETA #</b>																																							
Nombre del objeto:		<b>FECHA DE ETIQUETACION</b>																																							
<b>CATEGORÍA</b>		<b>ARTICULO</b>																																							
Máquina	Elementos químicos	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4"><b>FORMA DE DESECHO</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				<b>FORMA DE DESECHO</b>				1				2				3				4				5				6				7				8			
<b>FORMA DE DESECHO</b>																																									
1																																									
2																																									
3																																									
4																																									
5																																									
6																																									
7																																									
8																																									
Herramienta	Materia prima																																								
Elementos eléctricos	Producto acabado																																								
Elementos mecánicos	Otros																																								
Otros, especificación:																																									
<b>INCIDENCIA</b>																																									
Innecesario	Roto																																								
Defectuoso	Otros																																								
Otros, especificación:																																									
<b>ACCIÓN CORRECTIVA</b>																																									
Eliminar	Retornar																																								
Reubicar	Reciclar																																								
Reparar	Otros:																																								
Fecha de inicio: / / 20__	Fecha de colocación etiqueta: / / 20__																																								

Fuente: Tomado de (Socconi, 2015).

Luego de enseñarles el modelo de tarjeta roja a los operarios se les preguntara sobre las decisiones que se tomaron en cuanto a la disposicion de herramientas, maquinaria y articulos distinguidos con esta tarjeta con el fin de que opinen al respecto e indagar si tienen otra posible solucion. A continuacion se presenta un formato para enlistar los elementos necesarios en el area productiva.

Tabla 30

*Formato de Objetos Necesarios*

Elementos o Equipos Necesarios			
Artículo	Descripción	Cantidad	Ubicación Recomendada
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

*Fuente:* Elaboracion Propia.

### **9.2.2 Etapa 2: Implementacion de la 2da S (Seiton: Orden)**

En esta etapa el comité de 5's deberá realizar algunas actividades como identificar los elementos necesarios, señalar las áreas para las actividades, colocar los elementos en su lugar designado y verificar que exista un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

### **9.2.3 Etapa 3: Implementación de la 3ra S (Seiso: Limpieza)**

Esta tercera etapa se basa en la limpieza de las áreas de producción, para su ejecución hay que realizar una gran limpieza en toda la planta, y dicha actividad hay que efectuarla constantemente.

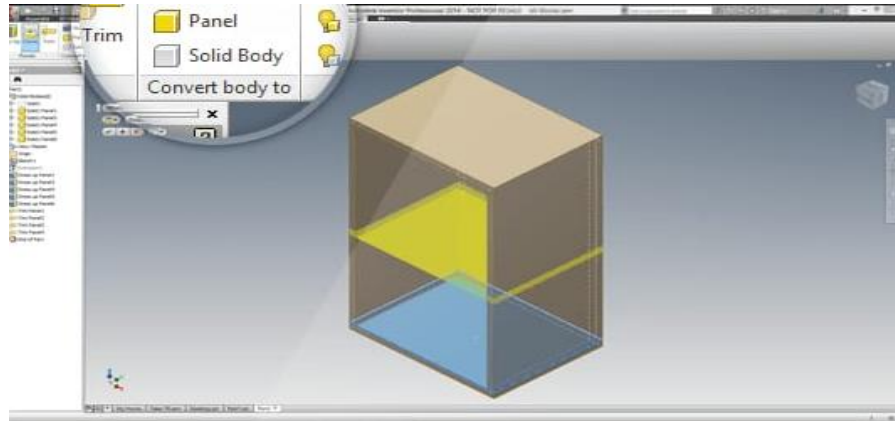
### **9.2.4 Etapa 4: Implementación de la 4ta S (Seiketsu: Estandarizar)**

Al cumplir satisfactoriamente con las 3 etapas previas, se implementarán tableros informativos a la vista de todos para recordar los estándares de orden y limpieza, también se contará con pizarrones y documentos estableciendo horarios, reglas y responsabilidades para cada área.



Figura 38

*Mesa de Noche en Software Inventor*



*Fuente:* Elaboración Propia.

Para estandarizar buenas prácticas en el proceso de fabricación de mesas de noche se propone la capacitación de directivos en el software inventor, el cual permite desde el diseño ubicar los materiales y visualizar el acabado reduciendo así el tiempo de los operarios en el proceso de ensamble.

#### **9.2.5 Etapa 5: Implementación de la 5ta S (Shitsuke: Disciplina)**

El obstáculo más importante que se presenta para la implementación de la 5ta S es la resistencia al cambio, es por esto que se proponen charlas en conjunto con el fin de incrementar la participación y por lo tanto el compromiso de todo el personal. Dichas charlas tienen el objetivo de establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, promover el pensamiento de que todo puede hacerse mejor y hacer visibles los resultados de la metodología 5's.

### **9.3 Fase 3: Seguimiento y Mejora**

#### ***9.3.1 Etapa 1: Creación de un Plan de Control y Seguimiento***

En esta etapa el comité 5's define su plan de control y seguimiento para cada puesto de trabajo con el objetivo de dar cumplimiento estricto de las 5's. De esta forma, se podrá medir el avance que está teniendo la empresa en cuanto la herramienta Lean.

#### ***9.3.2 Etapa 2: Elaboración de Evaluaciones***

Consiste en evaluar de forma semanal, quincenal o mensual los puestos de trabajo y finalmente exponer los resultados en lugares visibles con el fin de concientizar permanentemente a los trabajadores y recordarles la cultura de orden y limpieza que se debe aplicar. Dichos resultados deben ser publicados por el comité 5's y son los encargados de motivar o reflexionar según la situación.

#### ***9.3.3 Etapa 3: Elaboración del Plan de Acción de Mejora***

El comité de 5's en apoyo con la gerencia deberán estipular acciones de mejora a corto, mediano y largo plazo basados en los resultados de las evaluaciones, con el objetivo de no volver a reincidir en las mismas falencias y mejorar para futuras auditorias. De esta forma se ira desarrollando una cultura de orden y aseo que junto a la propuesta de distribución en planta traerá beneficios a la empresa como la optimización de espacios, la disminución de desperdicios y el aumento de la productividad. A continuación, se expone el plan de acción para la propuesta de distribución y la metodología Lean.

Figura 39

## Plan de Accion de Implementacion

N°	Actividades	Responsable	Cronograma						Recursos			Presupuesto	Resultado	
			E	F	M	A	M	J	MAT	HUM	EQUI			
1	Adquisicion de Lamparas de Calor	Gerente								Pistolas de Calor			\$ 960.000	Nuevo metodo de trabajo
2	Capacitacion en el uso del nuevo metodo de trabajo	Especialista Externo									Especialista	Video Beam, computadora	\$ 300.000	Mejora de indicadores de Produccion y personal capacitado
3	Disposicion de una Segunda Lijadora de Banda	Jefe de Produccion								Lijadora de banda			\$ -	Reduccion de Tiempo de Ciclo
4	Contratacion de Operario de Limpieza	Gerente									Personal de Limpieza		\$ 908.526	Desarrollo de cultura de orden y aseo
5	Reasignacion de operarios	Jefe de Produccion									Operarios reasignados		\$ -	Reduccion de cuellos de botella
6	Difusion del procedimiento oficial de produccion de mesas de noche	Jefe de Produccion								Cartulinas, marcadores	Gerencia comunica nuevo procedimiento		\$ 15.000	Estandarizacion en el proceso de fabricacion de mesas
7	Capacitacion e implementacion de la metodologia 5's	Gerencia/Comité 5's									Especialista	Video Beam, computadora	\$ 600.000	Cultura de orden y aseo y personal capacitado.

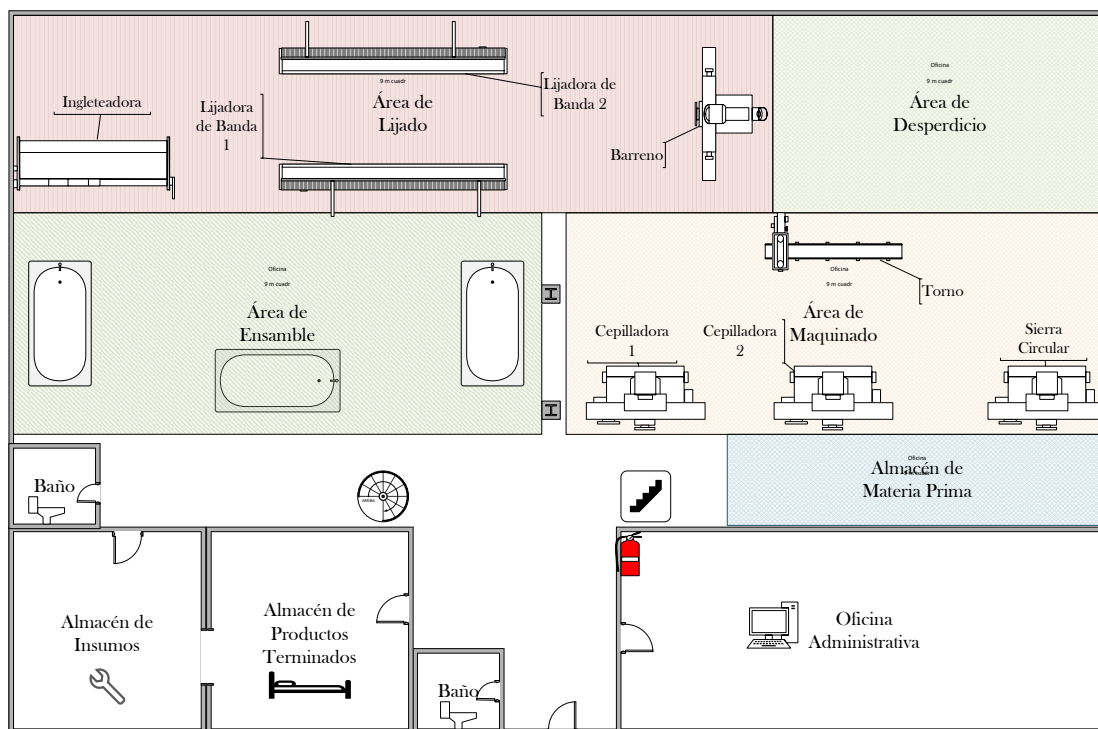
Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta de Mantenimiento Productivo Total

En la presente herramienta de Lean Manufacturing se tuvo en cuenta las necesidades de la organización, en la primera etapa se realizó un plano definiendo la ubicación de la maquinaria existente en la propuesta escogida con el fin de conocer la maquinaria con la que cuenta la empresa y posteriormente elaborar un plan maestro de mantenimiento.

Figura 40

#### Maquinaria Existente Maderpaco





Fuente: Elaboración Propia.

Por medio de la Figura 38 se puede evidenciar la ubicación de los equipos necesarios para el proceso productivo, no obstante, por medio de información suministrada por la empresa se observó que no cuenta con fichas técnicas que suministren información acerca de la maquinaria tal como: información general del equipo, código, fabricante, modelo, marca o color.

## 10.1 Fichas Técnicas de Maquinaria

Figura 41

Ficha Tecnica Cepilladora 1



	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Cepilladora # 1	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	Franco Hermanos
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1986
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	1119 W - 1 1/2 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 001	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Maquinado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Esta maquina cumple con la funcion de cepillado, esto quiere decir que forma superficies planas, acanalamientos y otras formas geometricas en las piezas de madera. Su unica restriccion es que las superficies deben ser planas.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Mesa de Colocacion			
2) Arbol porta cuchillas			
3) Ajuste de la mesa en altura y Longitud			
4) Regla guia			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las piezas		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el proceso		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la maquinaria y riesgos en los operarios		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante el proceso		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componenten metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas			
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42

## Ficha Tecnica Cepilladora 2



	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Cepilladora # 2	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	Franco Hermanos
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1986
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	119 W - 1 1/2 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 002	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Maquinado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Esta maquina cumple con la funcion de cepillado, esto quiere decir que forma superficies planas, acanalamientos y otras formas geometricas en las piezas de madera. Su unica restriccion es que las superficies deben ser planas.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Mesa de Colocacion			
2) Arbol porta cuchillas			
3) Ajuste de la mesa en altura y Longitud			
4) Regla guia			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las piezas		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el proceso		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la maquinaria y riesgos en los operarios		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante el proceso		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componentes metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas			
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43

## Ficha Tecnica Sierra Circular



	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Sierra Circular	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	Franco Hermanos
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1985
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	3 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 003	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Maquinado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Esta util herramienta consiste en un disco de corte que sobresale del centro de la mesa horizontal pudiendo dar asi cortes transversales, rectos y en angulos.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Disco			
2) Guia Horizontal			
3) Tablero			
4) Volante para graduar altura de Disco			
5) Boton de Encendido / Apagado			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componenten metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas			
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44

## Ficha Técnica Torno

	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Torno	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	Franco Hermanos
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1987
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	2 HP - 220 V
<b>N° de Inventario</b>	MM 004	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Maquinado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Su principal uso es el de moldear y darle forma a las piezas de madera dependiendo las exigencias del cliente.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Cabezal			
2) Contrapunto			
3) Soporte			
4) Interruptor			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componenten metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
	Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas		
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			





Fuente: Elaboración Propia.



Figura 45

## Ficha Técnica Barreno



	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Barreno	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	No Registra
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1990
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	7.5 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 005	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Lijado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Máquina destinada a efectuar taladros en traviesas de madera con una capacidad para mecanizar diámetros desde 45 a 250mm, rectifica agujeros desgastados la pieza que se trabaja permanece quieta, mientras que la herramienta (barrena) está dotada del movimiento			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Mango de ajuste Horizontal		5) Volante para el desplazamiento del equipo	
2) Mango de Sujeccion para girar			
3) Soporte de Mandrilar		6) Boton de control de Encendido / Apagado	
4) Arbol de Mandrilar			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componentes metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
	Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas		
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			



Fuente: Elaboración propia.

Figura 46

## Ficha Tecnica Lijadora de Banda 1



	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Lijadora de Banda # 1	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	Franco Hermanos
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1990
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	8.5 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 006	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Lijado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Esta clase de lijadora se utiliza de manera rapida y sencilla para pulir piezas planas de madera. Contiene un par de tambores sobre los cuales está montado el papel lija, el cual, moviéndose a mucha velocidad, realiza el lijado del material.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Mesa de Colocacion			
2) Arbol porta cuchillas			
3) Ajuste de la mesa en altura y Longitud			
4) Regla guia			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componenten metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas			
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			



Fuente: Elaboración propia.

Figura 47

## Ficha Técnica Lijadora de Banda 2



	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Lijadora de Banda # 2	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	No Registra
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1984
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	6 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 007	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Lijado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Esta clase de lijadora se utiliza de manera rapida y sencilla para pulir piezas planas de madera. Contiene un par de tambores sobre los cuales está montado el papel lija, el cual, moviéndose a mucha velocidad, realiza el lijado del material.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Mesa de Colocacion			
2) Motor Electrico			
3) Ajuste de la mesa en altura y Longitud			
4) Regla guia			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componenten metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
	Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas		
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			

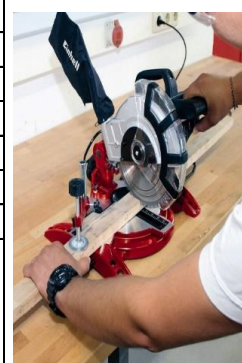


Fuente: Elaboración propia.

Figura 48

## Ficha Técnica Ingleteadora

	Proceso de Produccion de Muebles	Empresa:	Maderpaco
	Ficha Tecnica de Equipos	Hoja N°	1
		Año	2021
<b>Maquina</b>	Ingleteadora	<b>Marca</b>	No Registra
<b>Modelo</b>	No registra	<b>Fabricante</b>	Franco Hermanos
<b>Color</b>	Verde	<b>Fecha de Compra</b>	1990
<b>Ubicación</b>	Área de Maquinado	<b>Potencia</b>	2 HP
<b>N° de Inventario</b>	MM 008	<b>Garantía</b>	Vencida
<b>Persona a Cargo</b>	Jefe de Lijado	<b>Vida Util</b>	5 años
<b>Descripcion</b>			
Se emplea para cortar las piezas de madera en angulos concretos, facilitando el maquinado de puertas, closets y armarios.			
<b>Piezas Principales</b>			
1) Empuñadora		5) Regulacion de Inglete	
2) Boton de liberacion de Brazo		6) Regulacion de Bisel	
3) Carcasa de Proteccion		7) Soportes de Apoyo	
4) Disco de Corte			
<b>Especificaciones</b>			
 <b>Atencion</b>	Previo a realizar los procedimientos de limpieza, mantenimiento o sustitucion de cualquier parte es obligatorio que la maquina este apagada.		
<b>Advertencias y Mantenimiento</b>	La correcta utilizacion y mantenimiento de la maquina beneficia directamente la calidad de las		
	Realizar el cambio de cuchillas en cuanto estas pierdan el filo o representen demora en el		
	La afilacion de cuchillas debe ser realizado por personal capacitado para evitar lesiones		
	Comprobar que la base de la mesa este firme y sujeta en el suelo		
	Tras cada ciclo de trabajo limpiar adecuadamente la maquina, aspirando los residuos y el polvo		
	Lubricar semanalmente los componentes de la maquina con una fina capa de aceite y grasa		
<b>Precauciones de Seguridad</b>	La sustitucion de las partes debe hacerse por personal cualificado para evitar daño a la		
	Se prohíbe manejar la maquina bajo el efecto del alcohol, drogas o medicinas		
	Los operarios deben leer el manual prestando suma atencion a las advertencias de seguridad		
	Mantener limpio y libre alrededor de la maquina para tener un control visual adecuado durante		
	No utilizar en la maquinaria material diferente al que esta previsto para su utilizacion		
	El material introducido no debe contener componentes metalicos		
	No poner las manos cerca al equipo para evitar lesiones		
	Antes de utilizar la maquina quitarse el reloj, la pulsera o el anillo		
	Utilizar los EPP's adecuados para la utilizacion de esta herramienta de trabajo		
	Prohibir el uso de la maquina a personas que no esten autorizadas		
El operador no debe descuidar en ningun momento la maquina cuando este en funcionamiento			



Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la elaboración de las fichas técnicas se pudo evidenciar algunas características que poseen las maquinas con las que cuenta MADERPACO, de igual manera, se observan los diferentes procedimientos de advertencia y mantenimiento que debe cumplir el operario previo a la manipulación del equipo. Igualmente, se contemplan las diferentes actividades de precaución y seguridad para cada maquina con el fin de minimizar los riesgos del operario y motivar al uso de los EPP's.

## 10.2 Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo

Teniendo en cuenta las partes críticas de la maquinaria se definió un formato en donde se determinaron las actividades que se deben llevar a cabo para el mantenimiento de cada componente del equipo para evitar paradas de producción y defectos en las piezas. En la siguiente tabla se evidencia el tipo de actividad y sus diferentes categorías.

*Tabla 31*

### *Clasificación de Actividades de Mantenimiento*

Tipo de Actividad	Descripción
A	Corresponden a las actividades que deben ser ejecutadas por el operario de la maquina y pueden incluir inspecciones de rutina, revisión y monitoreo. La frecuencia puede ser diaria, semanal o quincenal e involucra al trabajador en el cuidado de la maquina
B	Pertenece a las actividades de mantenimiento y cambio de filtros de las diferentes máquinas. La frecuencia de este tipo de actividad es mensual o cuando lo requiera la máquina. El jefe de cuadrilla y el operador son los encargados de ejecutar esta actividad.
C	Esta clase de actividad son las relacionadas con el cambio de los diferentes aceites, es realizada por el jefe de área o por el operador, cada mes o cuando lo requiera la máquina
D	Se refiere al cambio de repuestos o a las diferentes actividades de mantenimiento correctivo que le puede realizar a la maquinaria. Ésta a cargo del personal idóneo

*Fuente:* Elaboración propia.

Tabla 32

## Plan de Mantenimiento Preventivo


Maquina	Componente	Tipo de Actividad	Actividad	Frecuencia	Maquina	Componente	Tipo de Actividad	Actividad	Frecuencia		
Cepilladora Codigo: MM 001 - MM 002	Motor Electrico	D	Limpieza de Bornera	6 meses	Barreno Codigo MM 005	Motor Electrico	D	Limpieza de Bornera	6 meses		
		B	Revisión de cableado	3 meses			B	Revisión de cableado	3 meses		
		A	Lubricación de Rodamientos	2 meses			A	Lubricación de Rodamientos	2 meses		
	Sistema de Transmision	B	Ajuste de cadenas	2 meses		Lijadora de Banda Codigo MM 006 - MM 007	Rodillo	B	Alineación	2 meses	
		B	Ajuste de correas	2 meses				B	Ajuste de Correas	2 meses	
		A	Limpiar aserrin	Diario				A	Limpiar Residuos	Diario	
	Torpedo	A	Revisar Alineación	15 Dias				Motor Electrico	D	Limpieza de Bornera	6 meses
		A	Lubricación	15 Dias					B	Revisión de cableado	3 meses
		A	Limpieza de cuchillas	Diario					A	Lubricación de Rodamientos	2 meses
		A	Lubricación de roscas	Diario		D	Ajuste de Correas		Anual		
Mesa	A	Limpieza	Diario	Rodillo	A	Revisar Alineación	Semanal				
	A	Limpieza	Diario		D	Cambio de Lijas	A necesidad				
Sierra Circular Codigo: MM 003	Motor Electrico	D	Limpieza de Bornera	6 Meses	Ingleteadora Codigo MM 008	Motor Electrico	D	Limpieza de Bornera	6 meses		
		B	Revisión de cableado	3 Meses			B	Revisión de cableado	3 meses		
		A	Lubricación de Rodamientos	2 Meses			A	Lubricación de Rodamientos	2 meses		
	Cuchilla	A	Revisar Alineación	Mensual			D	Ajuste de Acoples	Anual		
		A	Verificar Filo	15 dias			B	Ajuste de Cadena	2 meses		
Torno Codigo MM 004	Motor Electrico	D	Limpieza de Bornera	6 meses		Sistema de Transmision	B	Ajuste de Correas	2 meses		
		B	Revisión de cableado	3 meses			A	Limpiar el aserrin	Diario		
		D	Ajuste de Acoples	Anual			A	Engrasar	Semanal		
	Cabezales	B	Alineación	2 meses			Disco de Corte	A	Revisar Alineación	Mensual	
		A	Limpiar Residuos	Diario				A	Limpieza de Dientes	Diario	
		A	Engrasar	Semanal							

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se llevará un registro de mantenimientos de los equipos que interactúan en el proceso productivo y debido a su fácil comprensión no implica que el operario deba tener algún conocimiento previo. A continuación, se presenta el esquema de seguimiento del mantenimiento de las máquinas y equipos.

*Tabla 33*

*Formato de Seguimiento de Mantenimientos*

		Formato de Seguimiento de Maquinas y Equipos	
Hoja N°		Fecha	
Responsable		Hora de Inicio	
Nombre de la Maquina		Tipo de Mantenimiento	
N° de Inventario		Área	
Descripcion del Estado del Equipo			
Descripcion de la Actividad			
Solicitud de Repuestos			
¿ Es necesaria una nueva intervencion ?			
Si		No	
Observaciones			
Hora Fin:			
Servicio prestado por:		Autorizado por:	

*Fuente:* Elaboración propia.

## Conclusiones

A partir del levantamiento de información y diagnóstico de la situación actual de la empresa se identificó que la organización no cuenta con una distribución de planta adecuada para las líneas de producción manejadas, esto se evidencia dado que existen cruces de actividades, cuellos de botella y recorridos innecesarios.

Por medio de los planos de recorrido actuales, se determina que la posición de las máquinas no es la más conveniente ya que no favorece a un proceso armónico y no cumple con los principios de distribución en planta como se evidencia en su respectiva ponderación.

Por otra parte, los indicadores de productividad demuestran que la eficiencia de la empresa está por debajo de lo esperado, observando un elevado índice de capacidad ociosa y por lo tanto un bajo índice de capacidad utilizada.

Se elaboraron diagramas de flujo y cursogramas enfocados en el producto principal, permitiendo la visualización del transporte de materiales, de personal y los tiempos de espera de cada proceso. Del mismo modo, gracias a estas herramientas de ingeniería se determinó el tiempo de ciclo actual, siendo de 480 min y se permitió visibilizar la reducción de dicho tiempo mediante la implementación de la propuesta de mejora a 391.6 min, estableciendo un ahorro en el tiempo de ciclo de 88.4 minutos lo que resulta en la optimización del proceso productivo.

Las propuestas de mejora se basaron en herramientas de ingeniería de métodos enfocadas en la estandarización de procesos y la reducción de tiempos de ciclo. Para ello, se propuso la compra e implementación de pistolas de calor para eliminar el cuello de botella que se ubicaba en el área de ensamble en proceso de secado de la pieza, del mismo modo se sugirió la capacitación para el manejo de dichas pistolas a todos los operarios de la empresa para evitar



daños al producto final. De igual forma, se propuso el cambio de las áreas productivas para contribuir con los principios de distribución y de esta manera disminuir los tiempos muertos y optimizar el trabajo de los operarios. Además, se plantea la implementación de la metodología 5's para lograr un espacio de trabajo limpio y ordenado y contribuir con una cultura de orden y aseo en la organización. De llevar a cabo la implementación de las propuestas de mejora se reducirán los tiempos de cuello de botella en un 50%, la productividad de mano de obra pasara de ser 2,56 mesas/operario\*mes a 3,14 mesas/operario\*mes, lo que supone un incremento en las utilidades de la empresa.

Gracias a la aplicación de entrevistas se determinó que la empresa posee falencias en cuanto al mantenimiento de máquinas y equipos, es por esta razón que se elaboró un plan de mantenimiento preventivo con el fin de llevar registro de los mantenimientos, recalcar los riesgos que posee cada máquina, las precauciones que se deben tener para cada equipo y establecer la frecuencia en la que se deben realizar dichos mantenimientos. Del mismo modo se elaboró un formato de seguimiento con el objetivo de aplicarlo cada que las maquinas alcancen la fecha de mantenimiento correspondiente determinando así los repuestos necesarios, el estado del equipo y si necesita una próxima intervención.

Finalmente, se determinó que la inversión para la implementación de la mejora es de \$ 2'625,000 y mediante el análisis costo beneficio se observa que dicha inversión se recuperaría en 22 días y supondría un índice beneficio/costo de 1.40 lo que indica que por \$1 invertido luego de la implementación de la mejora se tendrán \$0.40 pesos de ganancia extra.

## **Recomendaciones**

Se recomienda involucrar a todo el personal en la toma de decisiones, especialmente a los operarios, que son quienes conocen más al detalle el proceso productivo, para desarrollar mejoras, integrar a los miembros de la empresa y motivarlos a compartir sus opiniones.

También se sugiere a mediano plazo integrar tanto a proveedores como a clientes en el sistema Lean con el fin de optimizar el uso de la materia prima y brindar un producto de buena calidad, novedoso y que cumpla con las expectativas del cliente.

De igual forma, se recomienda realizar una investigación basada en los puestos de trabajo para brindarles comodidad, evitar lesiones y de esta manera aumentar la productividad de los colaboradores.

Igualmente se sugiere llevar a cabo un estudio de TPM con el objetivo de establecer un control de los mantenimientos de la maquinaria y prever así retrasos por paros de los dispositivos.

Finalmente, se aconseja la implementación de la propuesta número 1, ya que es la que se ajusta a las necesidades de la empresa en conceptos tales como aumento de productividad, disminución de tiempo muerto, orden y aseo en los puestos de trabajo, reducción de traslados por parte del operador y aumento de utilidades.

## Referencias

- Acuña, D. (2018). *Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de mototaxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos* [Universidad de los Llanos]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1432>
- Aguilar, J. (2017). *Diseño de infraestructura de nueva planta para la línea de producción de los modelos Buller y Linner 12 en Dina Camiones* [Universidad de Buenos Aires]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2251344>
- Álvarez, R. (2019). *Diseño de Planta* (2nd ed., Vol. 1). EDITORIAL CEP. [https://www.todostuslibros.com/libros/manual-diseno-de-bases-de-datos-relacionales-transversal-uf2175-certificado\\_978-84-1310-541-3](https://www.todostuslibros.com/libros/manual-diseno-de-bases-de-datos-relacionales-transversal-uf2175-certificado_978-84-1310-541-3)
- Alvis, Carme;Mendoza, Yaniris;Cohen, H. (2018). *Lean manufacturing : 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. 11, 86.*
- Bassante, E. (2018). *Implementación de la Distribución en Planta* (Vol. 1). lulu.com. <https://www.amazon.com.mx/dp/1446655954?tag=scribbrmx-20&linkCode=osi&th=1&psc=1>
- Castillo, J. (2018). *Propuesta de Redistribucion de Planta para la Reduccion de Costos Operacionales y Aumento en la Tasa de Cumplimiento de Ordenes de Entrega en una Empresa Metalurgica. Perusito.* [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7983/Articulo\\_Cientifico.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7983/Articulo_Cientifico.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Collazos Valencia, & Cesar Julio. (2016). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta 2013 2.* <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21370>

De la Fuente, D., & Fernández, I. (2013). *Distribución en planta* (Vol. 2). Universidad de Oviedo.

[https://books.google.com.co/books/about/Distribución\\_en\\_planta.html?id=7aRzy0JjqTMC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Distribución_en_planta.html?id=7aRzy0JjqTMC&redir_esc=y)

Dinero, R. (2017). Producción de Muebles en Colombia. *Dinero*.

<https://especiales.dinero.com/las-5000-empresas-mas-grandes-de-colombia/index.html>

Flores, L., & Carlos, A. (2017). Optimización de Procesos en la Fabricación de Termas

Eléctricas utilizando Herramientas de Lean Manufacturing [Pontificia Universidad Católica del Perú]. In *Pontificia Universidad Católica del Perú*.

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5001>

García, J., & Romero, J. (2016). *El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos* (2nd ed., Vol. 1). Coyoacán.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-10422012000400009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422012000400009)

Mejía, S. (2016). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta* [Pontificia Universidad Católica del Perú].

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4922>

Muther, R. (1970). *Distribución en Planta* (2nd ed., Vol. 2). Hispano Europea.

<http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>

Niebel, B., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (McGraw, Vol. 12).

[https://www.academia.edu/7731445/Ingeniería\\_Industrial\\_12ma\\_Niebel\\_y\\_Freivalds](https://www.academia.edu/7731445/Ingeniería_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds)

- Ospina, J. (2016). Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate Lima, Perú. *Universidad San Ignacio Loyola*, 113.  
[http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016\\_Ospina\\_Propuesta\\_de\\_distribucion\\_de\\_planta.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf)
- Pantoja, C., Orejuela, J. P., & Bravo, J. J. (2017). Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular. *Estudios Gerenciales*, 33(143), 132–140.  
<https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.03.003>
- Porter, M. (1985). *Ventaja Competitiva de Porter, Michael E.* (Piramide).  
[https://www.todostuslibros.com/libros/ventaja-competitiva\\_978-84-368-2321-9](https://www.todostuslibros.com/libros/ventaja-competitiva_978-84-368-2321-9)
- Rojas, A., & Soler, V. (2018). Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas - 3Ciencias. *Ciencias*. <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-herramienta-mejorar-la-productividad-las-empresas/>
- Socconi, L. (2015). *LEAN MANUFACTURING PASO A PASO* (1st ed., Vol. 1). ALFAOMEGA.  
<https://librerianacional.com/producto/lean-manufacturing-paso-a-paso>
- Tejeda, S. (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos* (2nd ed., Vol. 1). Ciencia y Sociedad. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>
- Torres Soto, K. J., Flórez PeñaPe, L. S., Sánchez, C. W., & Castañeda, N. M. (n.d.). *Case study SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG)*. <https://doi.org/10.14483/23448393.15378>
- Vallhonrat, J., & Corominas, A. (2009). *Localización Distribución En Planta y Manutencion* (Marcombo, Vol. 1). Marcombo.

<https://www.amazon.com.mx/dp/8426708145?tag=scribbrmx-20&linkCode=osi&th=1&psc=1>

Vargas-Hernández, J. G., Jiménez Castillo, M. T., & Muratalla-Bautista, G. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. In *Ciencias Administrativas* (Issue 11). Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.24215/23143738e020>

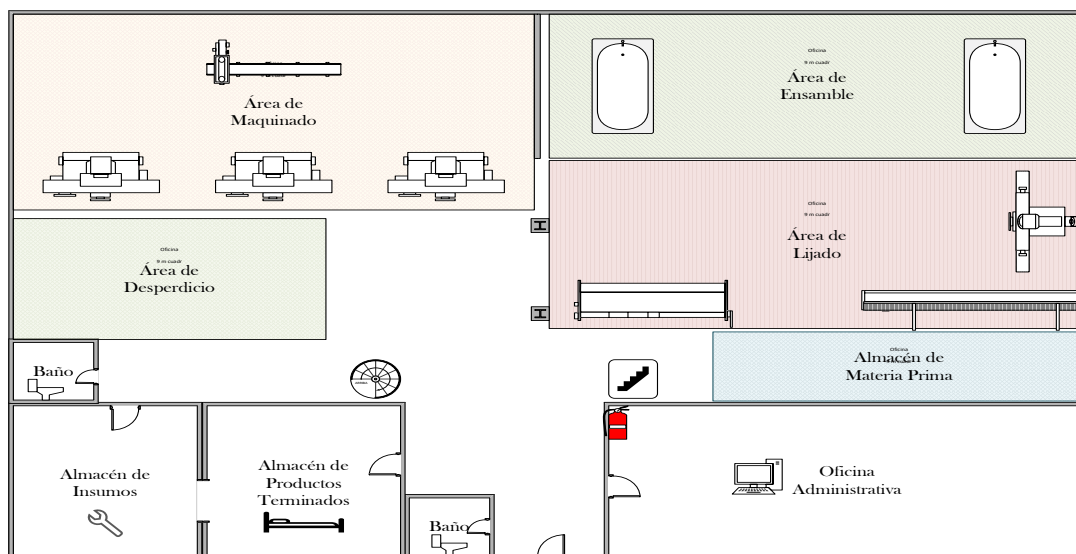
Villadiego, M. (2015). *Diseño metodológico para la implementación del Value Stream Mapping (VSM) en una empresa manufacturera colombiana dedicada al mercado de ascensores* (1st ed., Vol. 1). Babel Libros. <https://1library.co/document/zlevvrgq-diseno-metodologico-implementacion-mapping-manufacturera-colombiana-dedicada-ascensores.html>

Villaseñor, A. (2011). *MANUAL DE LEAN MANUFACTURING* (2nd ed., Vol. 1). LIMUSA. <https://www.casadellibro.com/libro-manual-de-lean-manufacturing-guia-basica/9789681869755/1485609>

## Anexos

### Anexo A

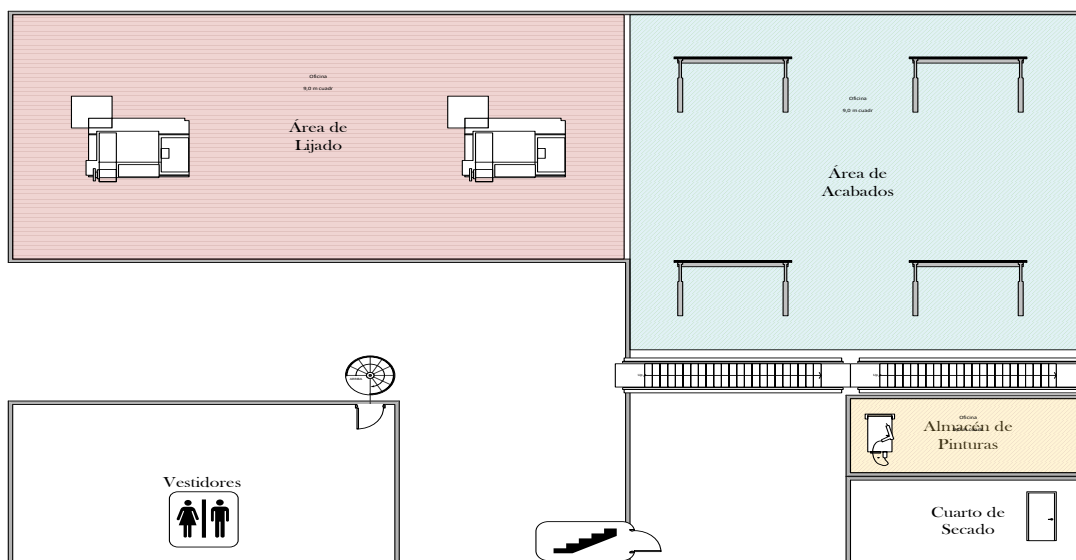
#### Plano Primer Piso Maderpaco



Fuente: Elaboración Propia

### Anexo B

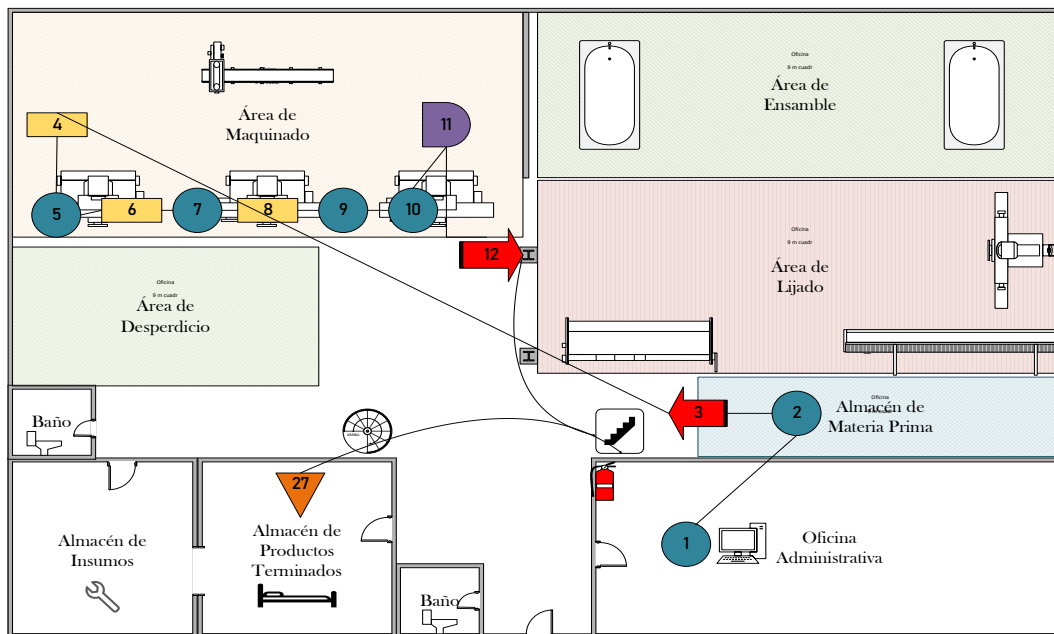
#### Plano Segundo Piso Maderpaco



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo C

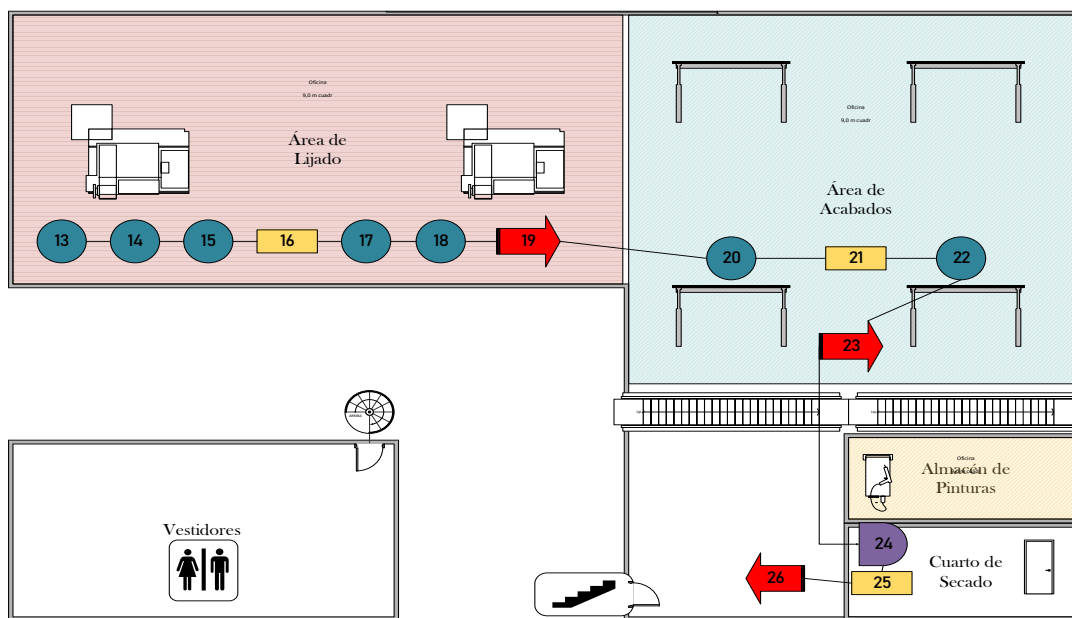
Diagrama de Recorrido Puerta



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo D

Diagrama de Recorrido Puerta Segundo Piso




Fuente: Elaboración Propia.



## Anexo E











## Formato de Inspección del estado Actual

	<b>Layout y Lean Manufacturing</b> Formato de Inspeccion	Area: Produccion			
		Codigo: MP-PO01			
		Fecha: 4/11/2021			
		Vigencia:2021			
"Un ambiente de trabajo en armonia existe cuando las herramientas necesarias se encuentran en su respectivo lugar"		SI	Algunas Veces	NO	N/A
<b>1) Edificacion e instalaciones</b>					
Las escaleras y pasillos estan limpios, en buen estado y libres de obstaculos					
Las paredes se encuentran limpias y en buen estado					
Las ventanas y tragaluces estan limpias y permiten el paso de luz natural					
Las señales de seguridad se encuentran en zonas visibles y correctamente distribuidas					
El sistema de iluminacion se encuentra distribuido eficientemente					
Los extintores se encuentran en lugares visibles y accesibles					
<b>2) Suelos y Pasillos</b>					
El suelo esta limpio, seco y sin desperdicio ni material innecesario					
Las vías de circulacion de los operarios estan debidamente señalizadas					
Los pasillos y vías de evacuacion estan libres de obstaculos					
El suelo presenta irregularidades					
<b>3) Almacenamiento</b>					
Las areas de almacenamiento y disposicion de materiales estan debidamente señalizadas					
Las herramientas y materiales estan correctamente identificados					
Los materiales se encuentran apilados en su sitio sin invadir zonas de paso					
Los materiales se apilan de manera segura, limpia y ordenada					
<b>4) Maquinaria y Equipos</b>					
Se encuentran limpios y libres a su alrededor de todo material innecesario					
Se encuentran libres de fugas de aceite, grasa u otras sustancias					
Poseen los dispositivos de seguridad requeridos					
Presentan en un lugar visible su ficha de informacion u hoja de vida					
Se cuenta con un programa de mantenimiento					
<b>5) Herramientas</b>					
Se encuentran almacenadas en cajas o paneles adecuados					
Se almacenan limpias de cualquier sustancia					
Las herramientas electricas tienen sus cables y conexiones en buen estado					
Cuando son desechables se depositan en los contenedores adecuados					
Las manuales presentan agarre antideslizante					
Existe alguna guia basica de almacenamiento de herramientas					
<b>6) EPP's</b>					
Se encuentran debidamente marcados para poderlos identificar por sus usuarios					
Se guardan en lugares especificos de uso personal (Lockers)					
Se encuentran limpios y en buen estado					
Cuando son desechables se depositan en los contenedores adecuados					
Los operarios los utilizan de manera adecuada					
Los EPP suministrados son los adecuados (guantes, lentes, gafas)					
<b>7) Residuos</b>					
Los contenedores estan situados accesibles y proximos a los lugares de trabajo					
Estan claramente identificados los contenedores de residuos especiales					
Los residuos inflamables se colocan en bidones metalicos completamente sellados					
Los residuos incompatibles se recogen en contenedores separados					
La zona cercana a los residuos se encuentra limpia					
Se evita el derrame de los contenedores					
Los medios de limpieza se encuentran a disposicion del personal del area					

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo F

## Cursograma para la Fabricación de Puertas

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N°	De:	Diagrama N°:	Operar.	Mater.	<input checked="" type="checkbox"/>	Maqui.				
<b>Proceso:</b>			<b>RESUMEN</b>							
<b>Fecha:</b> 20/Agosto/2021			<b>SÍMBOLO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Act.</b>	<b>Pro.</b>				
<b>El estudio Inicia:</b>				Operación	14	0%				
<b>Método:</b> Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto:				Transporte	5	0%				
<b>Producto:</b> Puerta				Inspección	5	0%				
<b>Nombre del operario:</b> Jhon Jairo Ramirez				Espera	2	0%				
<b>Elaborado por:</b> Santiago Danilo Rodriguez				Almacenaje	1	0%				
<b>Tamaño del Lote:</b>			Total de Actividades realizadas		27	0%				
			Distancia total en metros		63	0%				
			Tiempo min/hombre		12	0%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Diseño y Prototipo			15,0						
2	Calculo de corte de material			15,0						
3	Traslado de lamina a Area de Maquinado		8,0	5,0						
4	Calibrar Maquina de Corte			2,0						
5	Corte con la Sierra Radial			15,0						
6	Inspeccionar Corte			3,0						
7	Corte con Torno Giratorio			6,0						
8	Inspeccionar Corte			20,0						
9	Alineacion de la Plancha			20,0						
10	Pegar Revestimiento de Contraenchapado			60,0						
11	Esperar por el Secado de Contraenchapado			120,0						
12	Traslado a Area de Lijado		20,0	6,0						
13	Prensar la Pieza			8,0						
14	Lijar 1° Etapa			10,0						
15	Aplicar Sellador			10,0						
16	Inspeccionar Pieza			12,0						
17	Lijado 2° Etapa			10,0						
18	Aplicar Laca			10,0						
19	Transporte a Area de Acabados		6,0	5,0						
20	Pintar lamina			35,0						
21	Inspeccionar Pintura		7,5	5,0						
22	Instalar Chapas			30,0						
23	Transporte a Cuarto de Secado		12,0	6,0						
24	Demora por Secado de Pintura			240,0						
25	Inspeccion Final			12,0						
26	Transporte a Almacen de Productos Terminados		9,0	5,0						
27	Almacenaje en Productos Terminados			5,0						
Tiempo Minutos:				11,5	m	62,5	690,0	m		
<p>Observaciones: Para la fabricacion de Puertas se realizan 27 actividades, las cuales conllevan un tiempo total de 690 minutos lo que equivale a 11.5 horas, esto teniendo en cuenta las demoras como el tiempo de espera para el secado del pegamento y de la pintura.</p>										

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo G

## Encuesta Aplicada a los miembros de Maderpaco

## Encuesta Maderpaco

Edad: 49 añosTiempo laborando en Maderpaco: 13Área: Ensamble.

La presente encuesta hace parte de un estudio de tesis para la Universidad Antonio Nariño la cual busca detectar posibles mejoras en el área de producción. Las respuestas suministradas no lo comprometen dentro de sus labores de trabajo y se realizara de manera confidencial. Muchas gracias por su sinceridad y colaboración.

1. ¿El equipo y maquinaria requerido esta presente en el área de trabajo?
- |                                     |               |    |
|-------------------------------------|---------------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Algunas Veces | NO |
|-------------------------------------|---------------|----|
2. ¿Las herramientas que no son necesarias para los proyectos actuales se eliminan del área de trabajo?
- |    |   |    |
|----|---|----|
| SI | <input checked="" type="checkbox"/> Algunas Veces | NO |
|----|---|----|
3. ¿Cómo considera el orden y aseo en su lugar de trabajo?
- |       |   |      |
|-------|---|------|
| Bueno | <input checked="" type="checkbox"/> Regular | Malo |
|-------|---|------|
4. ¿El equipo / maquinaria está claramente identificado (numerado, nombrado, codificado por colores, etc.) y colocado en un lugar debidamente identificado?
- |    |               |  |
|----|---------------|--|
| SI | Algunas Veces | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
|----|---------------|--|
5. ¿Las herramientas tienen un área de almacenamiento designada que está al alcance del usuario / operador?
- |  |               |    |
|--|---------------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> SI | Algunas Veces | NO |
|--|---------------|----|
6. ¿Las áreas de trabajo que requieren Equipo de Protección Personal (EPP) están claramente marcadas (cinta para piso, señales / etiquetas de seguridad,)?
- |    |               |  |
|----|---------------|--|
| SI | Algunas Veces | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
|----|---------------|--|
7. ¿Los interruptores de parada de la maquinaria (sierra, planeadora, lijadora) son visibles y están ubicados para facilitar el acceso en caso de emergencia?
- |  |               |    |
|--|---------------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> SI | Algunas Veces | NO |
|--|---------------|----|
8. ¿Las mangueras contra incendios, los extintores de incendios y otros equipos de emergencia se muestran de manera prominente y no están obstruidos?
- |  |               |    |
|--|---------------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> SI | Algunas Veces | NO |
|--|---------------|----|

9. ¿Los pisos / pasillos están claramente marcados; entrada de materia prima, salidas, áreas peligrosas, caminos de salida, pasillos, etc. están marcados con líneas visibles (cinta de piso / pintura de piso)?
- |    |               |               |
|----|---------------|---------------|
| SI | Algunas Veces | <del>NO</del> |
|----|---------------|---------------|
10. ¿Los registros de mantenimiento del equipo son visibles y muestran claramente cuándo ocurrió el último mantenimiento?
- |    |               |               |
|----|---------------|---------------|
| SI | Algunas Veces | <del>NO</del> |
|----|---------------|---------------|
11. ¿Antes de poner en funcionamiento la maquinaria revisa el nivel de aceite y el estado de los discos de corte?
- |    |                          |    |
|----|--------------------------|----|
| SI | <del>Algunas Veces</del> | NO |
|----|--------------------------|----|
12. ¿Al introducir una nueva máquina a la empresa recibe capacitación para manejarla de manera óptima?
- |               |               |    |
|---------------|---------------|----|
| <del>SI</del> | Algunas Veces | NO |
|---------------|---------------|----|
13. ¿Se revisa diariamente la hoja de vida de los equipos con el fin de conocer las precauciones en su utilización y sus fechas de limpieza y mantenimiento?
- |    |               |               |
|----|---------------|---------------|
| SI | Algunas Veces | <del>NO</del> |
|----|---------------|---------------|
14. ¿Ha presentado paradas de producción a causa de fallos en la maquinaria?
- |    |                          |    |
|----|--------------------------|----|
| SI | <del>Algunas Veces</del> | NO |
|----|--------------------------|----|
15. ¿Considera que los mantenimientos preventivos ayudan a prever cuellos de botella y retrasos innecesarios?
- |               |               |    |
|---------------|---------------|----|
| <del>SI</del> | Algunas Veces | NO |
|---------------|---------------|----|
16. ¿Previo al ensamble de las piezas de madera revisa el estado de las brocas?
- |    |                          |    |
|----|--------------------------|----|
| SI | <del>Algunas Veces</del> | NO |
|----|--------------------------|----|
17. ¿Antes de realizar un corte a la madera verifica el nivel de desgaste de los discos de corte?
- |               |               |    |
|---------------|---------------|----|
| <del>SI</del> | Algunas Veces | NO |
|---------------|---------------|----|
18. ¿En los últimos 3 meses se han realizado mantenimientos correctivos en su puesto de trabajo?
- |    |  |               |
|----|--|---------------|
| SI |  | <del>NO</del> |
|----|--|---------------|
19. ¿Considera que el no realizar mantenimientos preventivos a las maquinarias representa sobrecostos?
- |               |  |    |
|---------------|--|----|
| <del>SI</del> |  | NO |
|---------------|--|----|
20. Los registros de mantenimiento de los equipos son visibles y muestran claramente cuándo ocurrió el último mantenimiento.
- |    |               |               |
|----|---------------|---------------|
| SI | Algunas Veces | <del>NO</del> |
|----|---------------|---------------|

- 21 • ¿Dentro de la empresa existen avisos luminosos o acústicos que sirvan para detectar riesgos en los procesos?
- |    |               |
|----|---------------|
| SI | <del>NO</del> |
|----|---------------|
- 22 • ¿En el proceso de maduración de la madera existen indicadores visibles (Luces, temporizador) que prevean algún tipo de daño a la misma?
- |    |               |
|----|---------------|
| SI | <del>NO</del> |
|----|---------------|
- 23 • ¿Ha evidenciado dentro de las instalaciones que alguna maquina deje de funcionar repentinamente sin dar muestras de anomalías previas?
- |               |    |
|---------------|----|
| <del>SI</del> | NO |
|---------------|----|
- 24 • Considera que en su puesto de trabajo dispone de los elementos necesarios para realizar su labor.
- |    |                          |    |
|----|--------------------------|----|
| SI | <del>Algunas Veces</del> | NO |
|----|--------------------------|----|
- 25 • Al momento de utilizar las maquinas utiliza de manera adecuada los Elementos de Protección Personal (EPP's)
- |               |               |    |
|---------------|---------------|----|
| <del>SI</del> | Algunas Veces | NO |
|---------------|---------------|----|
- 26 • ¿Qué problemas ha detectado en su lugar de trabajo?
- La falta de materia prima.
- 27 • ¿Por qué cree que ocurren estos problemas?
- No hay disponibilidad en el mercado o no hay capital para adquirirla.
- 28 • ¿Qué consecuencias ha conllevado que no se solucionen las problemáticas anteriormente mencionadas?
- Demora en la entrega de los productos y en la entrega de las obras.
- 29 • ¿Qué cambios realizaría en su área de trabajo?
- Mayor señalización de áreas, mas iluminación y quizza que estuviera más ordenado.
- 30 • ¿Cómo calificaría las herramientas, maquinaria e insumos con los que labora?
- Son excelentes pero hace falta estantes para guardar las herramientas.
- 31 • ¿Qué problemas ha tenido con las herramientas maquinaria e insumos con los que labora?
- Se ha presentado desorden en mi lugar de trabajo.

- 32 • ¿Cómo cree que se pueden agilizar las tareas que realiza a diario?

Otra mesa de ensamble agilizaría mis  
tareas.

- 33 • ¿Cómo es la relación con sus compañeros, y superiores?

Es muy buena.

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo H

Análisis de Resultados de la Encuesta

Análisis de Encuestas Maderpaco																												
N° Personas	Edad	Area	Tiempo Laborando (Años)	Orden y Aseo 5's					Distribución en Planta					Mantenimiento de Maquinaria					Control Visual					Poka Yoke				
				P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25
1	39	Administrativa	39	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
2	67	Administrativa	38	1	2	3	3	1	3	1	1	2	3	2	1	3	2	1	2	2	1	1	3	1	3	3	1	1
3	56	Lijado	18	1	2	1	2	1	3	1	1	2	3	2	1	2	3	1	2	2	3	1	3	1	3	3	2	1
4	50	Lijado	5	1	2	2	2	1	3	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	1	3	1	2	3	1	1	1	1
5	42	Lijado	8	1	1	1	3	1	3	1	1	3	3	2	1	3	1	1	2	2	3	1	3	3	3	1	2	1
6	34	Ensamble	4	1	3	2	3	1	2	1	1	3	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1	3	3	3	1	2	1
7	40	Ensamble	4	1	2	2	3	1	3	1	1	3	3	1	1	3	2	1	2	2	1	1	3	3	3	1	1	1
8	37	Acabados	7	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2	1	
9	49	Acabados	13	1	2	3	3	1	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	1	2	1
10	39	Maquinado	19	1	3	2	2	1	2	1	1	3	2	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	3	3	1	2	1

Para facilitar el analisis de la presente encuesta se genero una puntuacion a las siguientes opciones de respuesta.					
Si	1	Algunas Veces	2	No	3

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo I

## Evaluación 5's Empresa Maderpaco

Ítem	S	Calificación
<b>Seleccionar</b>		
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado	0: No hay Implementación
2	Existen objetos innecesarios en los corredores	
3	Pasillos libres de obstáculos	
4	Las mesas de trabajo se encuentran despejadas y sin objetos innecesarios	
5	Solamente se cuenta con lo necesario en el puesto de trabajo	
6	El área de trabajo está libre de cajas, papeles o desperdicios	
<b>Ordenar</b>		
7	Todas las mesas y sillas están en su lugar designado	1: Un 30% de Cumplimiento
8	Lo necesario se encuentra identificado y guardado adecuadamente	
9	Los contenedores de basura están en el lugar adecuado	
10	Las zonas están debidamente identificadas	
11	Los equipos de seguridad se encuentran en lugares visibles y sin obstáculos	
<b>Limpiar</b>		
12	El piso está libre de residuos como viruta o aserrín	2: Cumple al 65%
13	El área de producción se encuentra limpia	
14	Los elementos de limpieza se encuentran organizados y son de fácil acceso	
15	Las canecas de basura se encuentran limpias y en buen estado	
16	La maquinaria se encuentra sin rastros de aceite o residuos de madera	
17	Se cumple con la fecha establecida de los planes de limpieza	
<b>Estandarizar</b>		
18	Los miembros de la empresa cumplen con la cultura de orden y aseo	3: Un 90% de Cumplimiento
19	El personal usa los EPP de forma adecuada durante su trabajo	
20	Las instrucciones en cuanto a orden y limpieza son claras	
21	Las máquinas se encuentran adecuadamente lubricadas	
22	Los miembros de la empresa se encuentran capacitados y entienden la metodología 5's	
<b>Seguimiento</b>		
23	Se realiza la limpieza de forma constante	
24	Se cumple con las fechas de mantenimiento de las maquinarias	
25	Existe vigilancia sobre el nivel de orden y limpieza	
26	Existen sanciones para los que no cumplen lo establecido	
27	Existe reconocimiento para los que cumplen con el plan de acción	

Fuente: Elaboración propia.