



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA
EMPRESA MADERERAS CABANILLAS Y
SERVICIOS GENERALES S.R.L. PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autoras:

Bach. Sharon Jordana Díaz Lezcano
Bach. Diana Elizabeth Ruiz Muñoz

Asesor:

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios por ponerme a prueba en cada momento y brindarme las herramientas necesarias para salir adelante; a mi familia, amigos y profesores quienes me alentaron, apoyaron y guiaron en este proceso enseñándome que uno debe superarse siempre; asimismo, para lograr el cambio que deseo ver en el mundo.

Sharon Jordana Díaz Lezcano

Dedico este trabajo a DIOS ya que Él es quien hace posible todas las cosas y quien con su grande Amor me guía por el camino correcto que me lleva a cumplir mis sueños.

A mis padres porque son quienes me alientan día a día para seguir creciendo en el ámbito profesional.

A mis hermanos por ser quienes me apoyan siempre.

A mis amigos debido a su siempre atenta ayuda y motivación para cumplir con mis metas y objetivos.

Diana Elizabeth Ruiz Muñoz

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a DIOS por ser nuestro creador y ayudador en todo momento, a nuestras familias por su apoyo y motivación incondicional, a nuestros amigos quienes siempre muestran interés en nuestro bienestar, a nuestros docentes quienes comparten sus conocimientos y experiencias con nosotros con la finalidad de hacernos profesionales competentes, a nuestra asesora quien nos guio durante la ejecución de esta tesis y al señor Santos Pepe Cabanillas quien nos permitió el acceso a la empresa Madereras Cabanillas brindándonos la información necesaria para el desarrollo de nuestro proyecto.

A todos ellos muy agradecidas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ANEXOS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	12
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	12
1.4. Hipótesis.....	12
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	13
2.1. Tipo de investigación.....	13
2.2. Técnicas, Instrumentos de Recolección y Análisis de datos.....	13
2.2.1. <i>Técnicas de Recolección de datos</i>	13
2.2.2. <i>Instrumentos de Recolección de datos</i>	14
2.2.3. <i>Técnicas de Procesamiento de Información</i>	15
2.3. Procedimientos	16
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	18
3.1. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN	18
3.1.1. <i>Pareto</i>	18
3.1.2. <i>Ishikawa</i>	19
3.1.3. <i>Mapa de procesos del área</i>	22
3.1.4. <i>Distribución del área</i>	26
3.1.5. <i>Diagnóstico Situacional del Proceso Actual</i>	27
3.2. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN	40
3.2.1. <i>Diagnóstico de la Variable Dependiente: Productividad</i>	40
3.3. RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	43
3.3.1. <i>Diseño de la propuesta de mejora para la Variable Independiente: Proceso Productivo</i>	43
3.3.2. <i>Diseño de la mejora en el Simulador ProModel</i>	56
3.4. RESULTADOS DE LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	57

3.4.1.	<i>Propuesta de mejora de la Variable Dependiente: Productividad</i>	57
3.5.	RESULTADOS DEL ANALISIS ECONÓMICO.....	60
3.5.1.	<i>Evaluación Costo-Beneficio</i>	60
CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		63
4.1.	DISCUSIÓN	63
4.2.	Conclusiones	66
REFERENCIAS		67
ANEXOS		70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Técnicas de recolección de datos.....	13
Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
Tabla N° 3: Desarrollo de la metodología.....	16
Tabla N° 4: Diagrama de procesos para Madera Procesada	23
Tabla N° 5: Cuadro resumen del diagrama de procesos para Madera Procesada	24
Tabla N° 6: Diagrama de procesos para elaboración de Obras Específicas de Carpintería	25
Tabla N° 7: Cuadro resumen del diagrama de procesos para Obras de Carpintería Específicas ..	26
Tabla N° 8: Tabla de proximidad.....	29
Tabla N° 9: Tabla de motivos.....	29
Tabla N° 10: Ponderación SLP	31
Tabla N° 11: Ponderación de Layout: Proceso Actual	31
Tabla N° 12: Evaluación de Organización (antes de la mejora)	32
Tabla N° 13: Evaluación de Orden (antes de la mejora).....	33
Tabla N° 14: Evaluación de Limpieza (antes de la mejora).....	33
Tabla N° 15: Evaluación de Estandarización (antes de la mejora).....	34
Tabla N° 16: Evaluación de Disciplina (antes de la mejora).....	34
Tabla N° 17: Número de pedidos por Observación	35
Tabla N° 18: Pedidos por total de días.....	37
Tabla N° 19: Demanda insatisfecha en Parihuelas.....	38
Tabla N° 20: Tiempo mensual (en horas) de elaboración de Parihuelas.....	41
Tabla N° 21: Ponderación para las alternativas de solución	45
Tabla N° 22: Cantidad y porcentaje de desechos después de la mejora.....	46
Tabla N° 23: Evaluación de Organización (después de la mejora)	47
Tabla N° 24: Evaluación de Orden (después de la mejora)	47
Tabla N° 25: Evaluación de Limpieza (después de la mejora)	48
Tabla N° 26: Evaluación de Estandarización (después de la mejora)	48
Tabla N° 27: Evaluación de Disciplina (después de la mejora)	48
Tabla N° 28: Total de entidades en el área de Producción	57
Tabla N° 29: Inversión en la propuesta de mejora.....	60
Tabla N° 30: Indicadores de Ahorro	61
Tabla N° 31: Flujo de Inversión.....	62
Tabla N° 32: VAN, TIR, IR Y COK	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Problemas que afectan la satisfacción de los clientes	19
Figura N° 2: Diagrama de Ishikawa - Causas en el retraso de entrega de pedidos.....	20
Figura N° 3: Diagrama de Ishikawa - Causas del bajo rendimiento en la Materia Prima	21
Figura N° 4: Distribución de la empresa Madereras Cabanillas y Servicios Generales S.A.C.	27
Figura N° 5: Diagrama de procesos según la metodología SLP	30
Figura N° 6: Esquema SLP en planta	30
Figura N° 7: Nivel de cumplimiento de las 5's	35
Figura N° 8: Mapa de flujo de valor para Parihuelas	39
Figura N° 9: Diseño de distribución como alternativa 1	44
Figura N° 10: Diseño de distribución como alternativa 2	45
Figura N° 11: Nivel de cumplimiento de las 5's	49
Figura N° 12: Mapa de flujo de valor para Parihuelas (propuesta de mejora)	55
Figura N° 13: Nueva distribución de la empresa (propuesta de mejora)	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1: Datos generales de la empresa	70
Anexo N°2: Encuesta De Satisfacción Al Cliente	73
Anexo N°3: Entrevista al Administrador de la empresa Madereras Cabanillas	78
Anexo N°4: Guía de observación del Proceso de Producción	79
Anexo N°5: Encuesta De Satisfacción a los Operarios	81
Anexo N°6: Tiempo de procesos de la madera (5 observaciones)	90
Anexo N°7: Formula para hallar el tamaño de muestra.....	90
Anexo N°8: Número de observaciones	90
Anexo N°9: Tiempo de procesos de la madera y parihuela (21 observaciones)	91
Anexo N°10: Matriz de operacionalización de Variables	94
Anexo N°11: Matriz de operacionalización de Variables	944
Anexo N°12: Bases Teóricas.....	955
Anexo N°13: Manual de producción	10808

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un proceso productivo para incrementar el nivel de productividad de la empresa Madereras Cabanillas y Servicios Generales S.R.L. (en adelante Madereras Cabanillas), en primera instancia se analiza la situación actual de los procesos y su productividad evaluando las causas que originan deficiencias en el tiempo de entrega y la calidad del producto; para finalmente realizar un análisis económico de costo/beneficio para determinar si es viable o no.

Posteriormente, se desarrolla la propuesta de mejora en base a las herramientas Lean Manufacturing como: Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP), 5's, Jidoka, Justo a Tiempo (JIT), Takt Time y Mapeo de Cadena de Valor (VSM); asimismo, los resultados mejorados se plasman en un sistema Promodel para obtener un mejor panorama de lo propuesto. En la investigación se determinó una producción actual de 143 unid. en la elaboración de parihuelas al mes; luego de la propuesta de mejora disminuyendo desperdicios, movimientos innecesarios, utilizando eficientemente la materia prima para que se logre un buen producto terminando; manteniendo el orden, la limpieza y una mejor atención al cliente se obtuvo incremento a 200 unid. de producción de parihuelas al mes.

Finalmente, al realizar la evaluación económica en base a un modelo de costo/beneficio, se obtiene un VAN mayor a cero, $TIR > COK$ y B/C mayor a 1, por lo tanto, se considera un proyecto económicamente viable. Así mismo, se logra incrementar la producción en un 40%, además de reducir los tiempos de entrega en 20.7% obteniendo un ahorro por cada sol invertido de 0.62 soles por eliminación de recorridos innecesarios y reducción de errores en la elaboración, de esta manera se comprueba que la metodología Lean Manufacturing incrementará considerablemente la productividad en la empresa, logrando reducir los retrasos en los tiempos de entrega y aumentar el nivel de la calidad en el producto final.

Palabras clave: Lean Manufacturing, VAN, TIR, SLP, Mapeo de la Cadena de Valor, takt time, Jidoka, 5 "S", productividad, Promodel, Ishikawa y Pareto

ABSTRACT

The purpose of this work is to design a productive process to increase the level of productivity of Madereras Cabanillas y Servicios Generales S.R.L. (from now on Madereras Cabanillas), in the first instance we analyze the current situation of the processes and their productivity evaluating the causes that originate deficiencies in the time of delivery and the quality of the product; to finally make an economic analysis of cost/benefit to determine if it is viable or not.

Subsequently, the improvement proposal is developed based on Lean Manufacturing tools such as: Systematic Plant Distribution Planning (SLP), 5's, Jidoka, Just in Time (JIT), Takt Time and Value Chain Mapping (VSM); likewise, the improved results are reflected in a Promodel system to obtain a better overview of what was proposed. The research determined a current production of 143 units per month in the production of parihuelas; after the proposal of improvement reducing waste, unnecessary movements, efficiently using the raw material to achieve a good finished product; maintaining order, cleanliness and better customer service was obtained increased to 200 units per month in the production of parihuelas.

Finally, by performing the economic evaluation based on a cost/benefit model, a NPV greater than zero is obtained, $IRR > COK$ and B/C greater than 1, therefore, it is considered an economically viable project. Likewise, it is possible to increase the production in a 40%, besides reducing the times of delivery in 20.7% obtaining a saving for each invested sun of 0.62 soles by elimination of unnecessary routes and reduction of errors in the elaboration, of this way it is verified that the methodology Lean Manufacturing will increase considerably the productivity in the company, managing to reduce the delays in the times of delivery and to increase the level of the quality in the final product.

Keywords: Lean Manufacturing, VAN, TIR, SLP, Value Chain Mapping, takt time, Jidoka, 5 "S", productivity, Promodel, Ishikawa and Pareto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según lo planteado por Ávila (2017) se debe realizar una buena gestión en un proceso productivo para una ejecución sistemática, procurando una mejora en la eficiencia y la satisfacción de todas las partes interesadas, desde los accionistas, empleados, proveedores, hasta llegar al cliente final. Por otro lado, según lo demostrado por Deza (2017) la productividad es una relación entre la eficiencia y la eficacia en la ejecución del trabajo individual y organizacional, por ello ambas van de la mano.

La empresa Madereras Cabanillas y servicios generales S.A.C. lleva más de 20 años trabajando en el rubro maderero, pese a ello, se ha detectado algunas inconformidades por parte de los clientes, para comprobar dicha teoría se aplicó una encuesta. Según los resultados más del 80% afirma que los principales problemas son el déficit en el tiempo de entrega y en la calidad del producto, esto muestra que existen problemas de baja productividad en diferentes áreas de la empresa; el objetivo de nuestra tesis se basa en realizar un estudio en el área de producción, determinar las causas directas que afectan la mejora del área productiva para luego plantear mejoras con la finalidad de cubrir la demanda y satisfacer a los clientes.

La Metodología Lean Manufacturing permite estandarizar los procesos, incrementar el rendimiento y reducir tiempos muertos como lo demuestran Hualla & Cárdenas (2017) o (Arana, 2018). Por ello, para la presente investigación, se utilizó la metodología Lean Manufacturing aplicando algunas herramientas como 5's, Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), Takt Time, Jidoka, Justo a tiempo (JIT) y Layout para resolver los principales problemas productivos en el área de producción de la empresa; los que podrán ser solucionados de manera similar a las que emplearon Hualla & Cárdenas (2017) en el área de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de Tubo sistemas PVC y PEAD. Este planteamiento es el más adecuado para solucionar los problemas productivos porque se adapta al rubro de la empresa; asimismo, la solución del problema fue comprobado mediante el simulador ProModel en forma de variables que se construyen mediante un conjunto de configuraciones para darle al presente enfoque un nuevo diseño productivo.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño del proceso productivo podrá incrementar el nivel de productividad en la empresa Madereras Cabanillas y Servicios Generales S.R.L.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un proceso productivo para incrementar el nivel de productividad en la empresa Madereras Cabanillas S.R.L.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de los procesos del área de producción en la empresa Madereras Cabanillas.
- Diagnosticar la situación actual de la productividad en el área de producción en la empresa Madereras Cabanillas.
- Diseñar una mejora de procesos en base a Lean Manufacturing en la empresa Madereras Cabanillas.
- Medir la productividad después de la elaboración del diseño del proceso productivo en la empresa Madereras Cabanillas y comparar indicadores.
- Realizar una evaluación económica financiera del diseño del proceso productivo a través de la metodología costo/beneficio en la empresa Madereras Cabanillas.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con la propuesta del diseño del proceso productivo se logrará incrementar el nivel de productividad en la empresa Madereras Cabanillas y Servicios Generales.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- **Según su propósito:** Aplicada, porque se encuentran estrategias para un objetivo concreto.
- **Según su profundidad:** Explicativa, porque se evalúa la influencia de una variable sobre otra.
- **Según la naturaleza de datos:** Cuantitativos, porque se basa en la medición y análisis de indicadores.
- **Según su manipulación de variables:** Cuasi experimental, porque se pretende manipular las variables a pesar de no tener un control total sobre ellas; esto se realizará a través de un simulador.

2.2. Técnicas, Instrumentos de Recolección y Análisis de datos

2.2.1. Técnicas de Recolección de datos

Tabla N° 1: Técnicas de recolección de datos

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	Entrevista
	Secundaria	Análisis documental
Observación	Primaria	Guía de observación
Cuantitativo	Primaria	Encuesta
	Secundaria	Análisis estadístico

Fuente: Pachao (2016)

2.2.2. Instrumentos de Recolección de datos

Tabla N° 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Justificación	Procedimiento	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá identificar las distintas causas que provocan que la empresa presente un nivel bajo de productividad.	Primero se planteará las preguntas adecuadas para la obtención de la información que se necesita, luego se consultará un horario disponible para cada personal para evitar inconvenientes y molestias, a continuación, se procederá a la entrevista haciendo las preguntas con claridad, finalmente la información obtenida será analizada.	✓ Guía de entrevista	Administrador
Análisis documental	La obtención de los datos históricos ayudará a obtener información que permita hallar producción, número de pedidos al mes, productividad, etc.	Se comunicará al personal administrativo qué documentos son necesarios para poder obtener información que ayuden al logro del objetivo, luego ya con la información se analizará a detalle cada uno de los archivos, recolectando información necesaria, luego se procederá al análisis de la información obtenida.	✓ Archivos de la empresa	Datos históricos de la empresa.
Guía de observación	Esta técnica permitirá analizar todos los procesos operativos de la empresa, así también, detectar fallas e irregularidades durante el proceso	Primero se determinará un horario con el gerente para poder realizar la visita al área de producción de la empresa, es necesario determinar que implementos de seguridad se necesita llevar, luego se procederá a la visita analizando cada una de las operaciones desde el ingreso de la materia prima hasta obtener el producto terminado, toda esta información será anotada y registrada en una cámara, finalmente se analizará la información.	✓ Guía de observación	Toda el área de producción de la empresa
Encuesta	El uso de esta servirá para encontrar los principales problemas que consideran los clientes afectan	Primero se determinará las preguntas adecuadas que ayuden a obtener la información, para la encuesta a los clientes, esta se pondrá a disposición en el área de administración, para que puedan ser llenados por los clientes	✓ Cuestionario	Clientes de la empresa y operarios.

	su nivel de satisfacción, también al igual que la entrevista nos servirá para el hallazgo de las distintas causas que provocan que la empresa presente un déficit en el nivel de la productividad.	que vengan a prestar de sus servicios durante un mes aprox., para la encuesta a los trabajadores se determinará un horario específico en donde todos puedan estar presentes; una vez obtenida la información se procederá al análisis de esta.	
Análisis estadístico	Analizará todos los datos obtenidos para encontrar los problemas que afecten de manera directa la productividad	Una vez recolectada toda la información obtenida de los clientes se analizará la información utilizando un análisis de Pareto para poder determinar los problemas que ellos consideran afectan al producto final, generando una baja satisfacción, luego, utilizando un diagrama de Ishikawa y la información obtenida tanto de la observación, encuestas, entrevistas y documentos se identificarán las causas que generan dichos problemas.	✓ Análisis de Pareto ✓ Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Técnicas de Procesamiento de Información

- **Técnicas de Estadística descriptiva**

Los resultados de la encuesta se mostrarán mediante un gráfico de:

- Diagrama de barras

- **Programas**

- Autocad
- Microsoft Office
- Minitab
- ProModel

2.3. Procedimientos

Tabla N° 3: Desarrollo de la metodología

Objetivo	Fases	Descripción
Analizar los procesos actuales del área de producción en la empresa Madereras Cabanillas.	Identificación de las estaciones de trabajo, toma de tiempos y desplazamientos entre áreas.	Mediante la observación directa y la utilización de herramientas como encuestas, medidores de tiempo y distancia, se realizará la toma de datos.
	Organización de datos.	Se utilizará Microsoft Excel para organizar por tipos de datos (data de tiempos y desplazamientos).
	Hallazgo de la Producción mensual	En base a los datos de tiempos por cada operación, se hallará la producción mensual por tipo de producción. Este dato servirá para poder hallar el nivel de productividad de la empresa.
Evaluar la situación actual de la productividad en el área de producción en la empresa Madereras Cabanillas.	Toma de datos.	Se realizó la toma de datos mediante la utilización de técnicas como la observación directa, encuestas y fotos.
	Análisis de datos.	Mediante la utilización del instrumento de Microsoft Excel se analizarán los datos mediante el Pareto.
	Definición de problemas	Se definieron los problemas mediante el diagrama Ishikawa.
Diseñar una mejora de procesos en base a Lean Manufacturing en la empresa Madereras Cabanillas.	Designación de las herramientas de Lean Manufacturing a utilizar	En base a los problemas encontrados y en combinación con el tipo de empresa, se designaron las herramientas a utilizar.
	Medición del nivel de cumplimiento de cada una de las herramientas	Se utilizó diversos cuestionarios e indicadores (de acuerdo a la herramienta) que determinen el nivel de cumplimiento de cada una. Esto también ayuda a delimitar de manera más exacta y específica los problemas encontrados.

	Planteamiento de las mejoras a realizar	Se propondrán las mejoras de acuerdo a la herramienta como, por ejemplo, una nueva propuesta de layout, implementación de un manual de 5's, implementación de un programa de takt time, etc., además se tomará en cuenta el problema y el tipo de empresa para su planteamiento.
	Diseño de la mejora en el simulador Promodel	Una vez planteadas las mejoras, se utilizará el simulador Promodel para verificar la efectividad de lo propuesto.
Comparar indicadores después de la elaboración del diseño del proceso productivo en le empresa Madereras Cabanillas.	Medición de los indicadores	De la misma forma que se hizo la medición de los indicadores antes del planteamiento de mejora, pero utilizando los resultados arrojados por el Promodel, se hallarán los nuevos resultados de los indicadores
	Comparación de indicadores	Se realizará una tabla de comparación de indicadores, donde se analizarán las variaciones, mejoras o quizás resultados idénticos encontrados.
	Elaboración del presupuesto de la implementación	De acuerdo a la propuesta de mejora se realizará un presupuesto de inversión
Realizar una evaluación económica financiera del diseño del proceso productivo a través de la metodología costo/beneficio en la empresa Madereras Cabanillas.		Una vez presupuestado el proyecto se realizará la evaluación económica financiera utilizando un flujo de caja, allí se analizarán el VAN, TIR e IR, en tres diferentes casos, con un hallazgo normal de los indicaros basándose en los indicadores de ahorro encontrados, con un optimismo de mejora en el mismo indicador al 30% más y un pesimismo al 30%, dichos resultados se analizarán de manera que demuestren que la propuesta llegará a ser rentable y beneficiosa para la empresa.
	Elaboración del flujo de caja	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

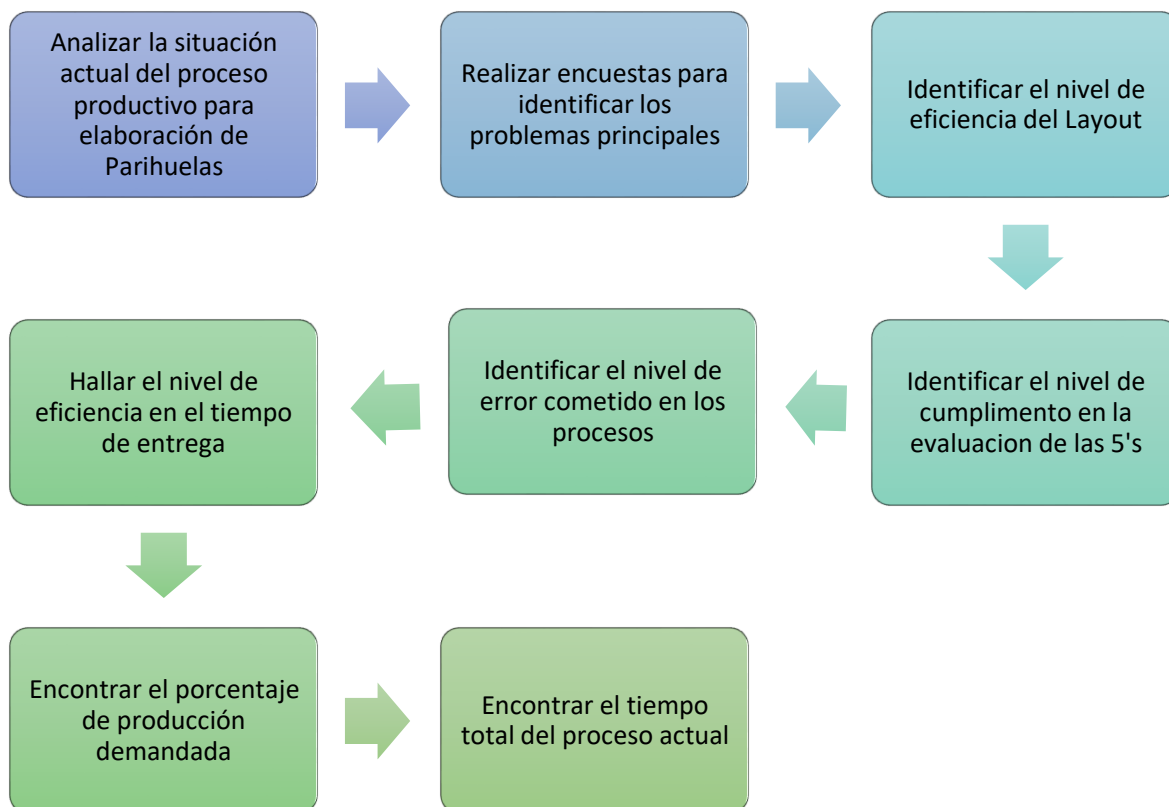


Figura N° 1: Proceso para realizar el diagnóstico en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Pareto.

El diagrama de Pareto se realizó con la ayuda de una encuesta de satisfacción al cliente, los resultados se muestran en el anexo N°2, estos muestran que el 50% de los clientes tienen un nivel de satisfacción de 4 (en una escala del 1 al 5), y el 38% un nivel de 3, por medio de estos resultados se asume que existe un nivel medio de satisfacción, también, en dicha encuesta ellos justifican su puntuación mencionando los servicios que más y menos les gustan, además de añadir algunos comentarios y

sugerencias hacia la empresa; basándose en lo mencionado se realizó el diagrama para saber cuáles son los principales problemas que afectan a la empresa:

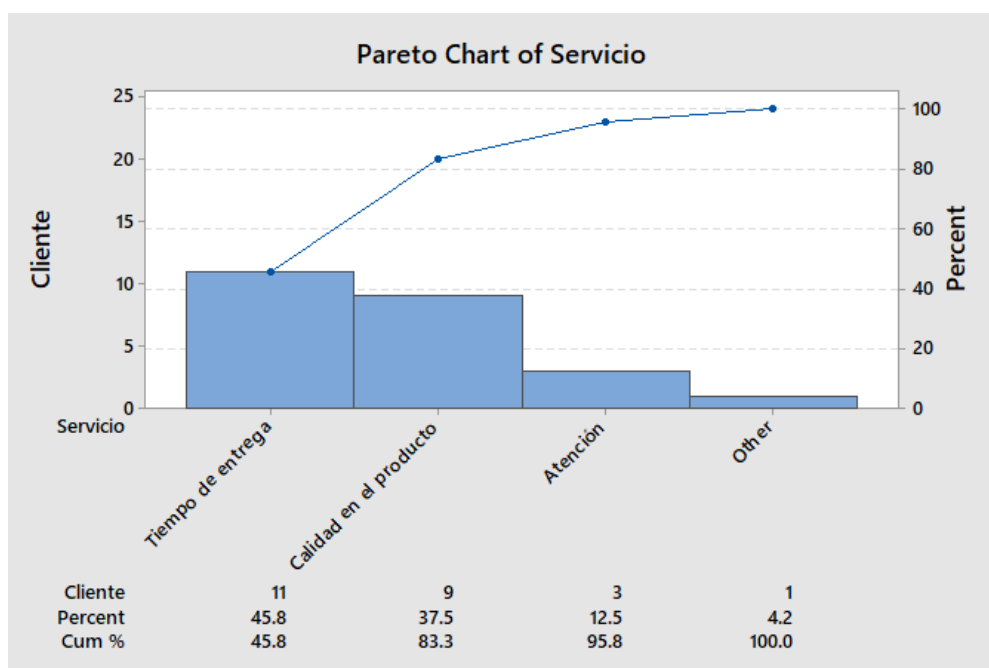


Figura N° 2: Problemas que afectan la satisfacción de los clientes

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según el diagrama el tiempo de entrega y la calidad en el producto forman parte del 20% de las causas que generan el 80% de los problemas (en la empresa maderera un nivel medio de satisfacción del cliente), llegando a concluir que estos son los principales problemas que deben de ser resueltos para desvanecer la desaprobación en la satisfacción por parte de los clientes.

3.1.2. Ishikawa

Para realizar el diagrama de Ishikawa fue necesario apoyarse de la observación al proceso de producción, Anexo N°4, de la entrevista al Administrador, Anexo N°3, también se realizó una encuesta a los trabajadores con preguntas relacionadas a los problemas encontrados en el diagrama de Pareto, los resultados de las encuestas se encuentran en el Anexo N°5, basándose en los resultados obtenidos se realizó el diagrama en donde se subdividieron las causas utilizando las 6m (Mano de obra, maquinaria, métodos, materiales, medición, medio ambiente), los resultados se muestran a continuación

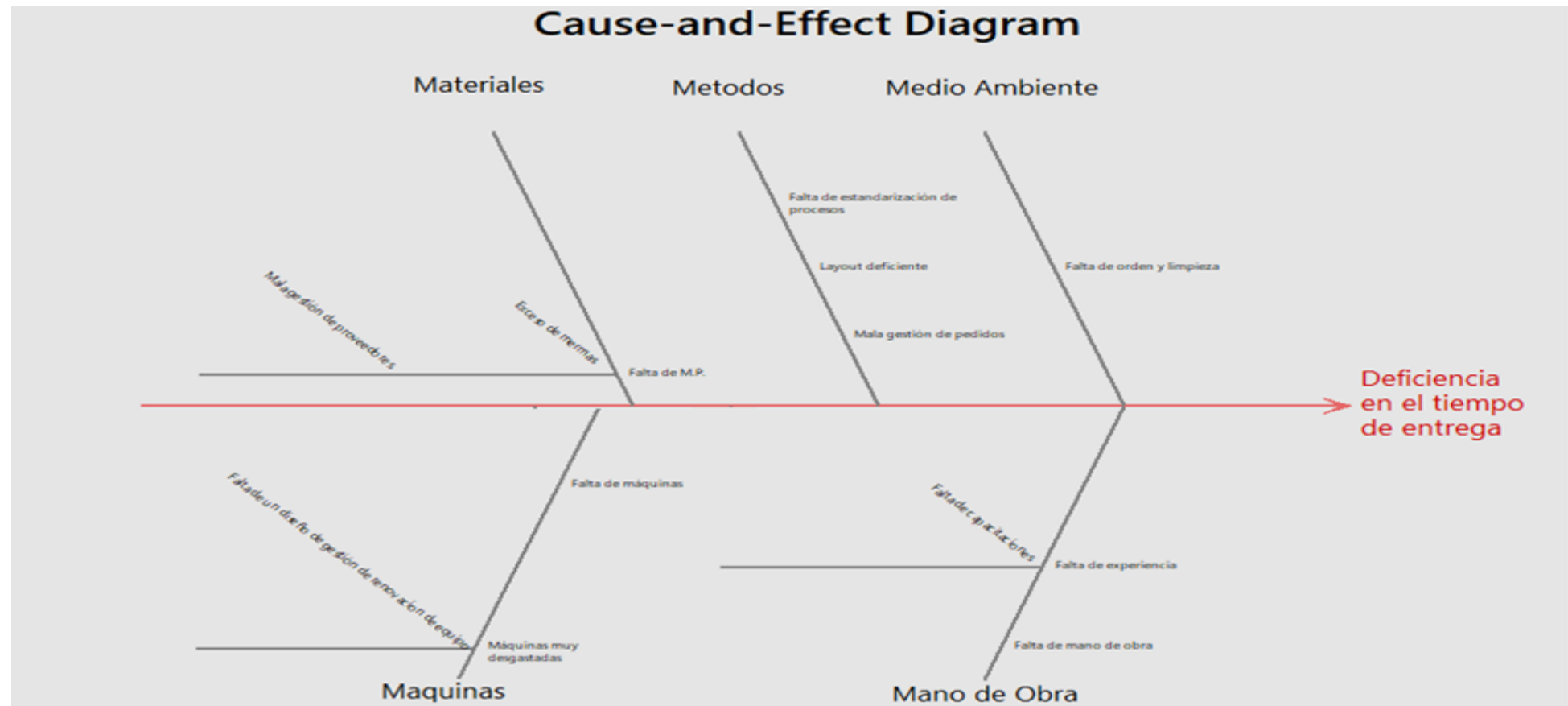


Figura N° 3: Diagrama de Ishikawa - Causas en el retraso de entrega de pedidos

Fuente: Elaboración propia

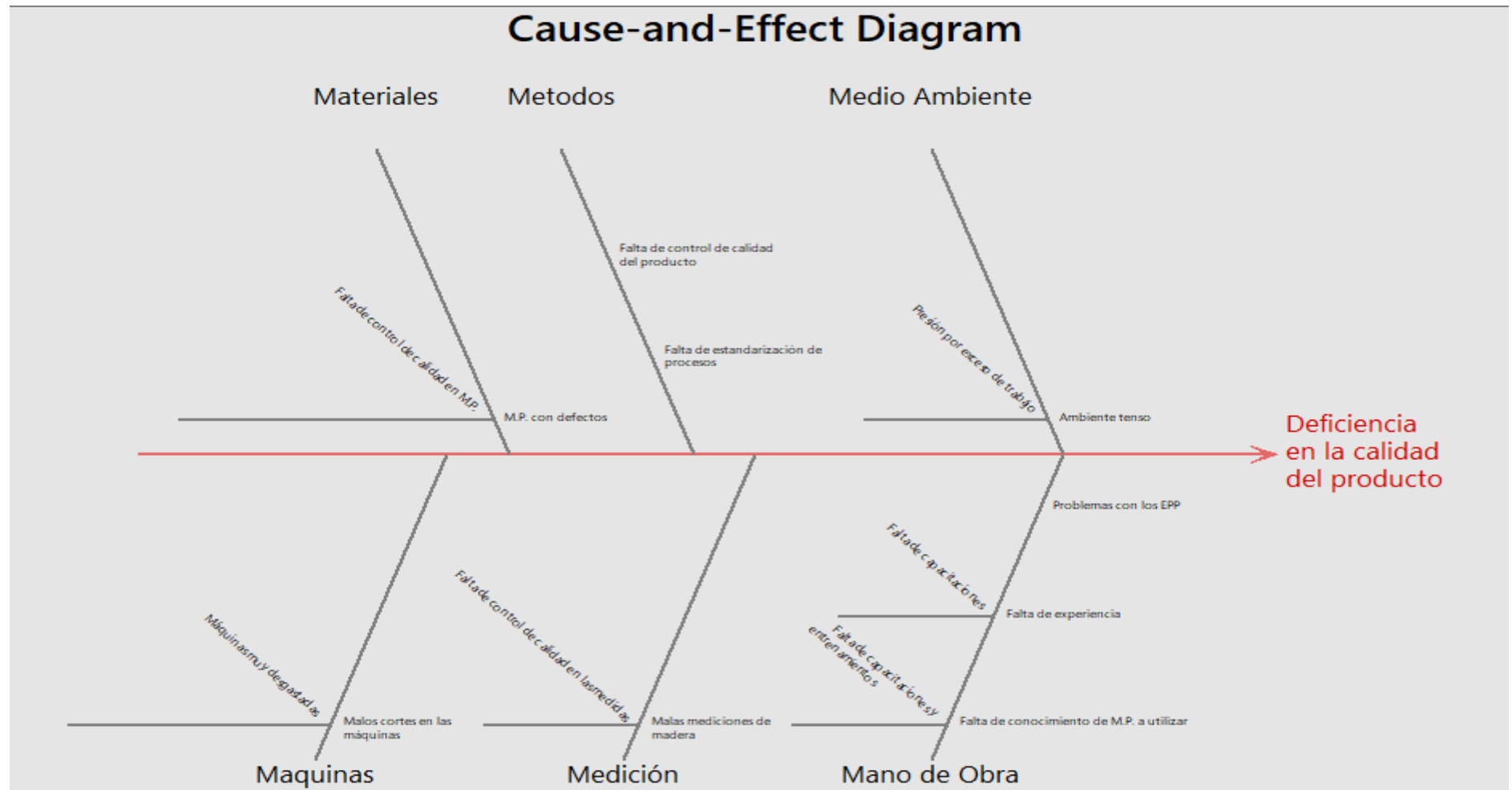


Figura N° 4: Diagrama de Ishikawa - Causas del bajo rendimiento en la Materia Prima

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación (Figura N°3): Las causas detectadas que generan deficiencia en el tiempo de entrega del producto final son: en relación con la mano de obra la falta de personal operativo y la falta de experiencia, esta se debe a la falta de capacitaciones, en relación a las maquinas el desgaste de estas, esto por falta de un diseño de gestión de renovación de equipos, y la falta de maquinaria, con lo que respecta a métodos se debe a la falta de estandarización de procesos, un layout deficiente y una mala gestión de pedidos; en relación a los materiales es causada por la falta de materia prima, y esto a su vez se debe a una mala gestión con los proveedores y el exceso de mermas; y, por último, en relación al medio ambiente es provocada por la falta de orden y limpieza.

Interpretación (Figura N°4): Las causas que ocasionan deficiencias en la calidad del producto son: con respecto a la mano de obra, se debe a la falta de conocimiento de materia prima (M.P.) a utilizar, la falta de experiencia, ambos provocado por la falta de capacitaciones y entrenamientos, así como, los distintos problemas con los EPP, que generalmente son su carencia, su antigüedad, el desgaste que presentan, la falta de incentivo para su uso, y la falta de charlas de concientización en seguridad industrial. Con respecto a las máquinas, se debe a los malos cortes que estas realizan, debido a su desgaste y antigüedad. Con relación a los métodos utilizados, se debe a la falta de control de calidad del producto final y la falta de estandarización de procesos. Con respecto a las mediciones, es por las deficientes mediciones realizadas a las maderas, ocasionado por la falta de control de calidad en las medidas. Con relación a los materiales, se debe a la M.P. con defectos, debido a la falta de control de calidad de la M.P. Y, por último, con relación al medio ambiente, se debe al ambiente laboral tenso ocasionado por la presión del exceso de pedidos.

3.1.3. Mapa de procesos del área.

3.1.3.1. Mapa de procesos para Madera Procesada

Para determinar el tiempo requerido por operación primero se realizaron 5 observaciones, los resultados se muestran en el Anexo N°6, luego fue necesario determinar si la cantidad de observaciones realizadas eran suficientes, para esto se utilizó el método estadístico para determinar la muestra o número de observaciones necesarias con un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error del 5% y utilizando al número de muestras hechas como (n'), todos estos datos se remplazaron en la fórmula que se muestra en el Anexo N°7, y se halló que N es igual a 21, los resultados se muestran en el Anexo N°8, lo que significó que el número de observaciones realizadas no fueron suficiente, es por eso que se realizó nuevas observaciones siendo el número de estas las determinadas, los resultados

se muestran en el Anexo N°9, con los datos obtenidos el mapa de procesos para Madera Procesada es el siguiente:

Tabla N° 4: Diagrama de procesos para Madera Procesada

ACTIVIDAD	SIMBOLO	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (mts.)
1. Descarga y clasificación de M.P.		1.36	
2. Traslado a almacén de M.P.		0.65	5
3. Almacenamiento		1.44	
4. Traslado a máquina CIRCAT Circular		0.54	12
5. Cortado		1.39	
6. Traslado a máquina de cepillado		0.38	7
7. Cepillado		1.17	
8. Traslado a área de cortado		0.35	7
9. Cortado		1.23	
10. Inspección		0.33	
11. Traslado a embarque		1.28	18
12. Embarque y envío		0.55	
TOTAL=		10.69 min	49 metros

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Las actividades realizadas para la transformación de madera son las siguientes, para descarga y clasificación de M.P. se requiere de 1.36

min. aprox., luego la madera es trasladada al almacén de M.P. en un tiempo de 0.65 min. y a una distancia de 5 mts., el almacenamiento dura 1.44 min., luego la madera se traslada a la máquina de cortado en un tiempo de 0.54 min. y se recorre 12 mts., el cortado dura 1.39 min., después de esto, la madera cortada se traslada a la máquina de cepillado en 0.38 min. y esta se encuentra a una distancia de 7 mts., el cepillado dura 1.17 min., seguido a esto, la madera pasa al área de cortado para darle un mejor acabado, este proceso dura 0.35 min. y nuevamente se recorre 7 mts., el segundo cortado dura 1.23 min., una vez terminada la madera, es inspeccionada en un tiempo de 0.33 min., una vez dado el visto bueno, el producto final es trasladado a embarque en un tiempo de 1.28 min. y a una distancia de 18 mts., y finalmente es embarcado y enviado en 0.55 min., en total para una barra de madera se necesitó de 10.69 min. y se recorrió una distancia de 49 metros.

Tabla N° 5: Cuadro resumen del diagrama de procesos para Madera Procesada

Cuadro resumen					
Actividad					
Cantidad	5	5	1	0	2
Tiempo	5.025 min	3.21 min	1.44 min	0 min	1.01 min

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Durante el proceso para madera, se realizaron 5 actividades de operación con un tiempo de 5.025 min., 5 procesos de traslado con un tiempo total de 3.21 min., 1 almacenamiento con un tiempo de 1.44 min., 0 demoras y 2 procesos de inspección con un tiempo de 1.01 min.

3.1.3.2. Mapa de procesos para Obras específicas de Carpintería:

Las obras de carpintería son variadas, pero se determinaron los tiempos de las operaciones para obras de carpintería, se utilizaron los mismos pasos y los mismos datos, basándose en la observación a uno de los productos más demandados, esto debido a que los pasos para llegar a hacer las parihuelas son los mismos desde el numero 1 hasta el 7, los tiempos hallados desde el punto número 8 al 12 se muestran en el Anexo N°1, después de determinar los tiempos promedios el mapa de procesos para obras de carpinterías, en este caso Parihuelas, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 6: Diagrama de procesos para elaboración de Obras Específicas de
Carpintería

ACTIVIDAD	SIMBOLO	TIEMPO (min.) (Parihuelas)	DISTANCIA (mts.)
1. Descarga y clasificación de M.P.		1.36	
2. Traslado a almacén de M.P.		0.65	5
3. Almacenamiento		1.44	
4. Traslado a máquina de cortado		0.54	12
5. Cortado		1.39	
6. Traslado a máquina de cepillado		0.38	7
7. Cepillado		1.17	
8. Traslado a área de carpintería		1.16	8
9. Acabado		12.53	
10. Inspección		0.39	
11. Traslado a almacén de productos terminados		1.20	16
12. Almacén		1.22	
TOTAL=		23.45 min	48 metros

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Las actividades realizadas para la realización de obras específicas de carpintería son las siguientes, para descarga y clasificación de M.P. se requiere de 1.36 min. aprox., luego la madera es trasladada al almacén de M.P. en un tiempo de 0.65 min. y a una distancia de 5 mts., el almacenamiento dura 1.44 min., luego la madera se traslada a la máquina de cortado en un tiempo de 0.54 min. y se recorre 12 mts., el cortado dura 1.39 min., después de esto, la madera cortada se traslada a la máquina de cepillado en 0.38 min. y esta se encuentra a una distancia de 7 mts., el cepillado dura 1.17 min., seguido a esto, la madera es trasladada al área de carpintería para poder darle un acabado de acuerdo a los requerimientos del cliente, el traslado dura 1.16 min., y tiene una distancia de 8 mts.,

luego para realizar el acabado (en este caso para transformar la madera en parihuelas), se requiere de 12.53 min., luego el producto final es inspeccionado en un tiempo de 0.39 min., una vez revisada la calidad del producto, se traslada al almacén de producto terminado a una distancia de 16 mts., en un tiempo de 1.20 y por último se almacena en 1.22 min., se concluye que, para la realización de una parihuela, se requiere de un tiempo total de 23.45 min. y se recorre una distancia de 48 mts.

Tabla N° 7: Cuadro resumen del diagrama de procesos para Obras de Carpintería Específicas

Cuadro resumen					
Actividad					
Cantidad	4	5	2	0	2
Tiempo	15.776 min	3.94 min	2.26 min	0 min	1.075 min

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Durante el proceso para obras específicas de carpintería, se realizaron 4 actividades de operación con un tiempo de 15.776 min., 5 procesos de traslado con un tiempo total de 3.94 min., 2 almacenamientos con un tiempo de 2.26 min., 0 demoras y 2 procesos de inspección con un tiempo de 1.075 min.

3.1.4. Distribución del área.

Mediante la evaluación visual, se decidió realizar los planos generales de la empresa para poder desarrollar la distribución adecuada de la planta:

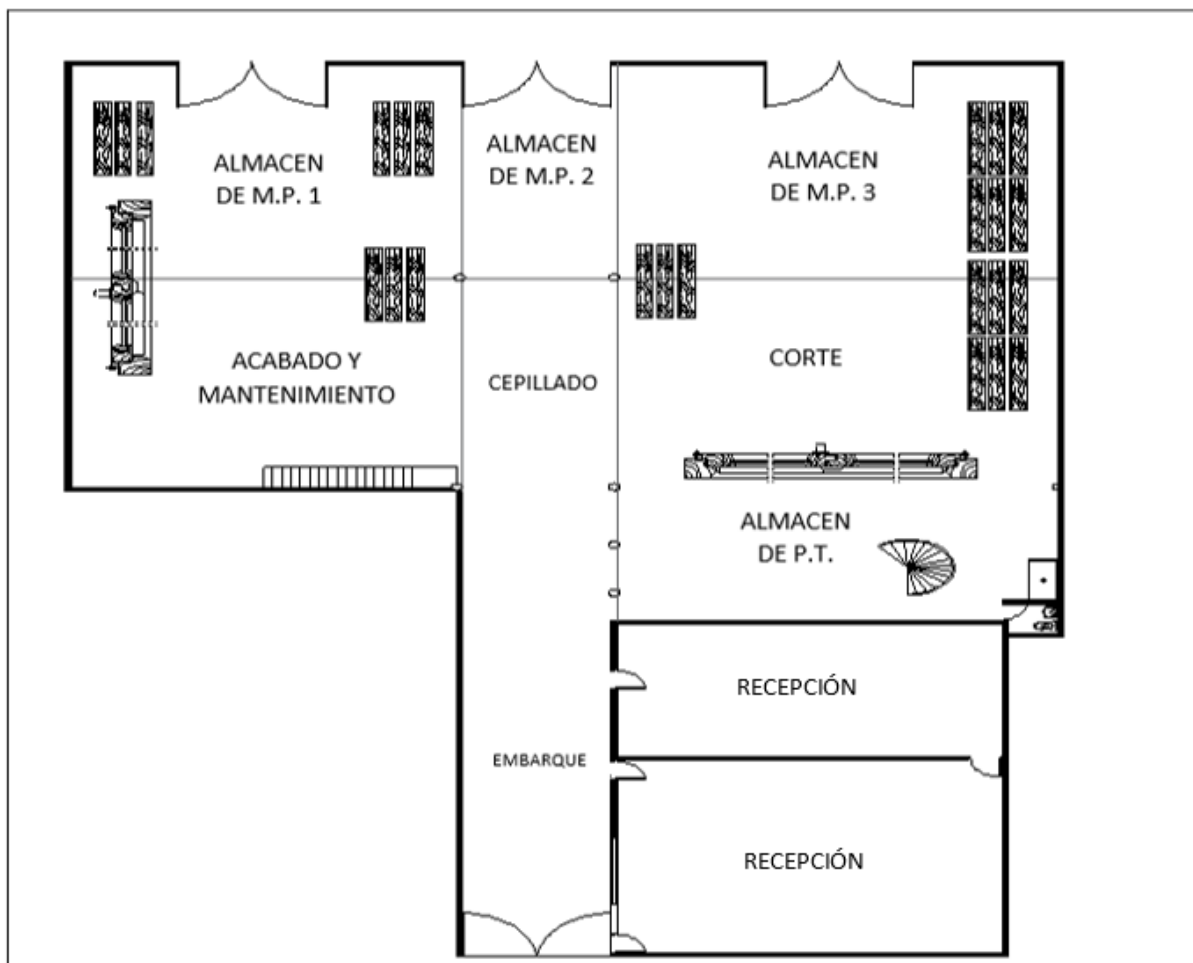


Figura N° 5: Distribución de la empresa Madereras Cabanillas

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Diagnóstico Situacional del Proceso Actual

Para poder analizar el proceso se determinó, de acuerdo a las variables, dimensiones e indicadores estos se muestran en el Anexo N°1; por otro lado, la investigación no solo se basa en la observación y datos generales de la empresa o del área de producción, sino también de un proceso en específico, debido a que la empresa cuenta con diversos procesos se decidió analizar solo el de Elaboración de las Parihuelas, su elección se justifica a continuación:

- Para su elaboración se pasa por todos los procesos en el área de producción, esto permitirá evaluar todas las áreas y a constatar que la mejora propuesta ayudó a mejorar todas estas.

- Es uno de los productos más demandados, lo que permitirá que al momento de medir los indicadores de la productividad puedan ser comparados antes y después de la mejora, debido a que la demanda variará en lo más mínimo.
- Las medidas del producto final en más de un 90% son las mismas, esto permitirá que el tiempo promedio para cada operación sea válido, debido a que su variación en su mayoría será causada por factores que pueden ser mejorados como los malos cortes de las maquinas, baja productividad del operario, deficiencia de la distribución de materiales, etc., y en muy poca proporción por los requerimientos de medidas del cliente, y como lo habíamos mencionado estos datos serán comparados en un antes y un después.

3.1.5.1. Diagnóstico de la Variable Independiente: Proceso Productivo

Para dimensionar la primera variable, primero se observó el diagrama de Ishikawa, Figura N°2 y 3, en donde utilizando la metodología Lean Manufacturing se determinó las herramientas a utilizar, dicho esto, en los siguientes puntos se muestran las dimensiones con sus respectivos indicadores encontrados:

3.1.5.1.1. Diagnóstico del Layout

- **Distribución de planta**

Se diseñó la metodología conocida por sus siglas en inglés SLP (Systematic Layout Planning) o sus siglas en español PSD (Planeación Sistemática de la Distribución en Planta). Esta metodología ha sido la más aceptada y utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta porque permite al trabajador desenvolverse con facilidad en su área, ser más productivo, logrando de esta manera el aumento de la producción, la mejora en los tiempos productivos, eliminando los movimientos innecesarios y el esfuerzo de trabajo, mejorando las condiciones de cada área gracias a la correcta distribución de máquinas y materiales; así como lo plantea (Morillo, 2015) , (Alva & Denisse) y (Fernandez, 2011) en sus respectivas investigaciones.

• Metodología SLP

Según Muther en su libro Distribución de Planta mencionó que la distribución por proceso o función es aquella, que muchos fabricantes consideran la más conveniente, porque al obtener movimiento directo del material, consiguen la especialización en el trabajo y corta distancia de manejo. Al mismo tiempo pueden manejar gran variedad de productos diferentes, aunque similares, alterando solamente el itinerario del material dentro de cada departamento de proceso.

Por ello, es una herramienta que utiliza datos del diagrama de procesos expresando de forma esquemática las ventajas de las aproximaciones metodológicas tomando como referencia la distribución de proceso y material, estableciendo una serie de fases como el propio Muther lo describe en el Anexo n°2. A continuación, se muestra el desarrollo de la metodología SLP:

Tabla N° 8: Tabla de proximidad

Tabla de proximidad		
Código	Relación de proximidad	
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente necesario	
I	Importante	
O	Ordinario normal	
U	Sin importancia	
X	No recomendable	
XX	Indeseable	

Fuente: Muther, 1970

Tabla N° 9: Tabla de motivos

Tabla de motivos	
Código	Fundamentos
1	Por flujo de información
2	Por conveniencia de la dirección
3	Por peligrosidad, toxicidad y ruidos
4	Por inspección y control
5	Por recorrido de los productos
6	Por distracción e interrupción
7	Por deterioro de los materiales
8	Por uso de los mismos materiales

Fuente: Elaboración propia

En base al diagrama de procesos y las tablas N°8 y N° 9 se evalúa la metodología SLP:

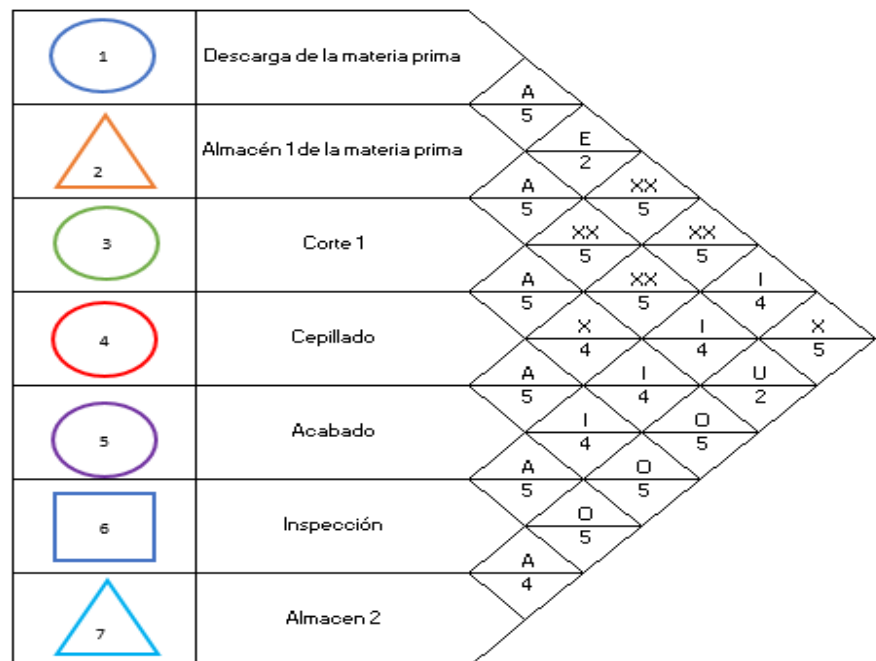


Figura N° 6: Diagrama de procesos según la metodología SLP

Fuente: Elaboración propia

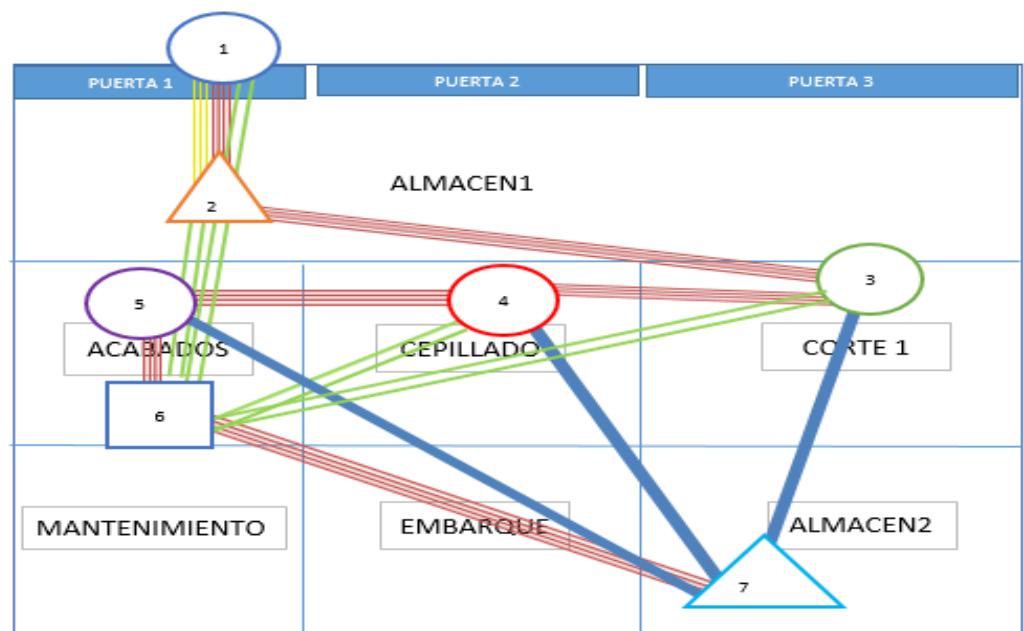


Figura N° 7: Esquema SLP en planta

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La empresa maderera Cabanillas, se distribuye de la siguiente manera: En la entrada principal de la empresa, se encuentra el embarque, a la mano derecha de esta, se encuentra el área de almacén 2 (almacén de producto terminado), y a su mano izquierda se encuentra el área de mantenimiento, en el centro de la empresa se encuentra el área de cepillado, a la derecha de esta el área de cortado y a su izquierda el área de acabados o carpintería, finalmente en la parte posterior se encuentra el área de almacén de M.P., esta área cuenta con tres puertas, para hacer su recepción.

Para evaluar la eficiencia del layout se considera la siguiente ponderación y factores:

Tabla N° 10: Ponderación SLP

Significado	Peso
Casi perfecto	4
Especialmente bueno	3
Buenos resultados obtenidos	2
Resultados ordinarios	1
Resultados sin importancia	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 11: Ponderación de Layout: Proceso Actual

Factores	Peso	Proceso actual	
		Calificación	Sub total
Eficacia del recorrido de materiales	4	1	4
Facilidad de control y supervisión	4	3	12
Amplia zona de traslado	3	1	3
Fluidez de traslado de área	2	2	4
Comunicación en los procesos	3	2	6
			29

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

De acuerdo a la metodología SLP el layout actual de la empresa Madereras Cabanillas cuenta con una ponderación de 29 puntos, siendo el

valor máximo de 64 puntos, el resultado representa tan solo 45.31% del nivel deseado al momento de elaborar parihuelas

3.1.5.1.2. Diagnóstico de las 5's:

Para evaluar las 5's se necesitó determinar su nivel de cumplimiento, primero se determinaron ítems de acuerdo a cada "s" (organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina), siendo las alternativas de respuesta dos: "sí" o "no", luego a cada ítem se le otorgó un valor: "1" si la respuesta aportaba de manera positiva al nivel de cumplimiento de las 5's o "0" si era lo contrario, después se evaluó el nivel de cumplimiento para cada "s" para esto se sumaron todos los valores de sus ítems y el resultado se dividió entre el N° total de ítems de cada una, obtenido esto, el nivel de cumplimiento de las 5's se obtuvo promediando todos los resultados. En las siguientes tablas se muestran los ítems para cada "s" con las respuestas consideradas de acuerdo a las observaciones hechas dentro del área de producción, además, en la Figura N°6 se muestra el nivel de cumplimiento de las 5's encontrado:

Tabla N° 12: Evaluación de Organización (antes de la mejora)

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		x
2	¿Se observan objetos dañados?	x	
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?	x	
4	¿Existen objetos obsoletos?		x
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		x
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?		x
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		x

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: Evaluación de Orden (antes de la mejora)

Evaluación de Orden		
	Sí	No
1 ¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		x
2 ¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		x
3 ¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		x
4 ¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.	x	
5 ¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	x	
6 ¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		x
7 ¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		x

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Evaluación de Limpieza (antes de la mejora)

Evaluación de Limpieza		
	Sí	No
1 ¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		x
2 ¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?		x
3 ¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		x
4 ¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x	
5 ¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?	x	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Evaluación de Estandarización (antes de la mejora)

Evaluación de Estandarización		
		Sí No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?	x
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	x
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?	x
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?	x
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?	x
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?	x

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: Evaluación de Disciplina (antes de la mejora)

Evaluación de Disciplina		
		Sí No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	x
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?	x
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	x

Fuente: Elaboración propia

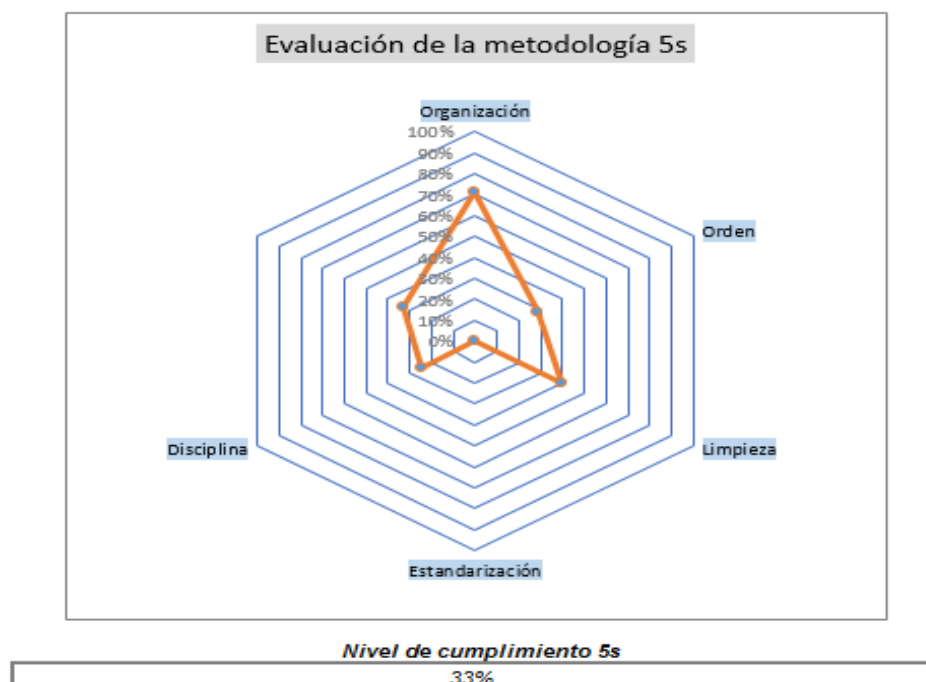


Figura N° 8: Nivel de cumplimiento de las 5's

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El nivel de cumplimiento de las 5's encontrado en el diagnóstico es de 33%, siendo este resultado evidentemente bajo.

3.1.5.1.3. Diagnóstico del Jidoka:

Tabla N° 17: Número de pedidos por Observación

Fecha	Observaciones
c/02/07/18	Se entregaron 4 barras de madera de tipo olmo en vez del tipo roble, según los trabajadores esto sucedió porque ya no había el tipo de madera solicitada
c/07/07/18	4 maderas cortadas se echaron a perder porque no tenían el tamaño adecuado para la elaboración de parihuelas
c/17/07/18	Para la elaboración de sillas se utilizaron 2 tipos de madera: roble y caoba, esto debido a que habían sobrado maderas cortadas de caoba, por lo que se decidió utilizarlas para las sillas.
c/22/07/18	Para poder completar el pedido de eucalipto, se cogieron barras de madera de tipo copaiba.
c/30/07/18	Para la elaboración de barras de madera se confundieron 2 barras de cedro con los de caoba, esto debido a que ambos tipos son de color rojizo

Fuente: Empresa Madereras Cabanillas

Interpretación: Durante el mes de julio del año 2018 se tuvieron observaciones en 5 pedidos específicos, el día 2 de julio se entregaron 4 barras de madera de tipo olmo en vez del tipo roble, según los trabajadores esto sucedió porque ya no había el tipo de madera solicitada, el día 7, 4 maderas cortadas se echaron a perder porque no tenían el tamaño adecuado para la elaboración de parihuelas, el día 17, para la elaboración de sillas se utilizaron 2 tipos de madera: roble y caoba, esto debido a que habían sobrado maderas cortadas de caoba, por lo que se decidió utilizarlas para las sillas, el día 22 de julio, para poder completar el pedido de eucalipto, se cogieron barras de madera de tipo copaiba y el día 30 para la elaboración de barras de madera se confundieron 2 barras de cedro con los de caoba, esto debido a que ambos tipos son de color rojizo.

Según la información brindada por la empresa, se determinará el % de error en el mes de julio:

Número de pedidos al mes = 41

Número de pedidos con observaciones = 5

$$\% \text{ error (julio del 2018)} = \frac{5}{41} * 100\% = 12.195\%$$

Entre los errores más comunes en los procesos se tienen los siguientes:

- **Confundirse de tipo de madera:** Esto sucede a menudo cuando el administrador no se encuentra en la empresa, debido a que tuvo que ir a entregar un pedido.
- **Confundirse de diseño:** De igual manera, como en el caso anterior sucede cuando el administrador no se encuentra en la empresa o muchas veces por no haber entendido claramente las especificaciones del cliente.
- **Mezclar pedidos:** A veces los operarios se encuentran haciendo dos pedidos a la misma vez, lo que ocasiona que cojan la madera de otro pedido para elaborar un producto diferente al que estaba destinada dicha madera.

3.1.5.1.4. Diagnóstico del J.I.T.

Tabla N° 18: Pedidos por total de días

Fecha	Pedidos	Tiempo de entrega acordado	Tiempo de entrega real	Tiempo de retraso de entregas
c/31/10/18	50 parihuelas	4 días	5 días	1 día
c/08/11/18	100 caballetes con parrilla	6 días	7 días	1 día
c/22/11/18	180 cajas pequeñas	3 días	3 días y medio	½ día (4 horas)
c/14/12/18	5 casetas para oficina	20 días	21 días	1 día
c/11/12/18	120 unid de madera: Pino	5 días	6 días	1 día
TOTAL		38 días	42 días y medio	4 días 1/2

Fuente: Empresa Madereras Cabanillas.

Interpretación: Durante los últimos meses la empresa ha tenido diversos pedidos, pero en su gran mayoría no ha cumplido con el tiempo pactado de entrega, por ejemplo, el 31 de octubre del 2018 recibió un pedido de 50 parihuelas con un plazo de entrega de 2 semanas, las cuales en tiempo real fueron entregadas 3 días después del tiempo acordado, así también el día 22 de noviembre tuvo un pedido de 180 cajas pequeñas con un plazo de entrega de 3 días, las cuales fueron entregadas medio día después del plazo pactado, igual el 14 de septiembre en donde se muestra un retraso de 1 día en la entrega de 5 casetas de oficina, la misma cantidad de días de retraso tuvo para la entrega de 120 unidades de madera pedidas el día 11 de noviembre del mismo año; así también, sucede con muchos más pedidos que no lograron ser despachados el día acordado inicialmente por el comprador y el vendedor.

Según la información brindada por la empresa, determinará el % de tiempo de retraso que presenta actualmente la empresa:

$$\% \text{ de retraso} = \frac{\text{tiempo de retraso de entregas}}{\text{tiempo de entrega acordado}} * 100\%$$

$$\% \text{ de retraso} = \frac{4.5 \text{ días}}{38 \text{ días}} * 100\% = 11.84\%$$

Interpretación: La empresa actualmente entrega sus pedidos en 11.84% más del tiempo acordado, quiere decir que no cumple con el parámetro de tiempo adecuado.

3.1.5.1.5. Diagnóstico del Takt Time

Como ya se había mencionado, la empresa no se logra adaptar al ritmo de la demanda lo que ocasiona retrasos, pérdidas de clientes, por ende, pérdidas económicas.

Tabla N° 19: Demanda insatisfecha en Parihuelas

Parihuelas			
Mes	Demanda	Producción	Demanda insatisfecha
Enero	230	190	40
Febrero	220	155	65
Marzo	250	205	45
Abril	200	155	45
Mayo	250	190	60
Junio	245	200	45
Julio	200	150	50
Agosto	230	200	30
Septiembre	250	220	30
Octubre	220	180	40
Total	2295	1845	450
Promedio	229.5	184.5	

Fuente: Empresa Madereras Cabanillas

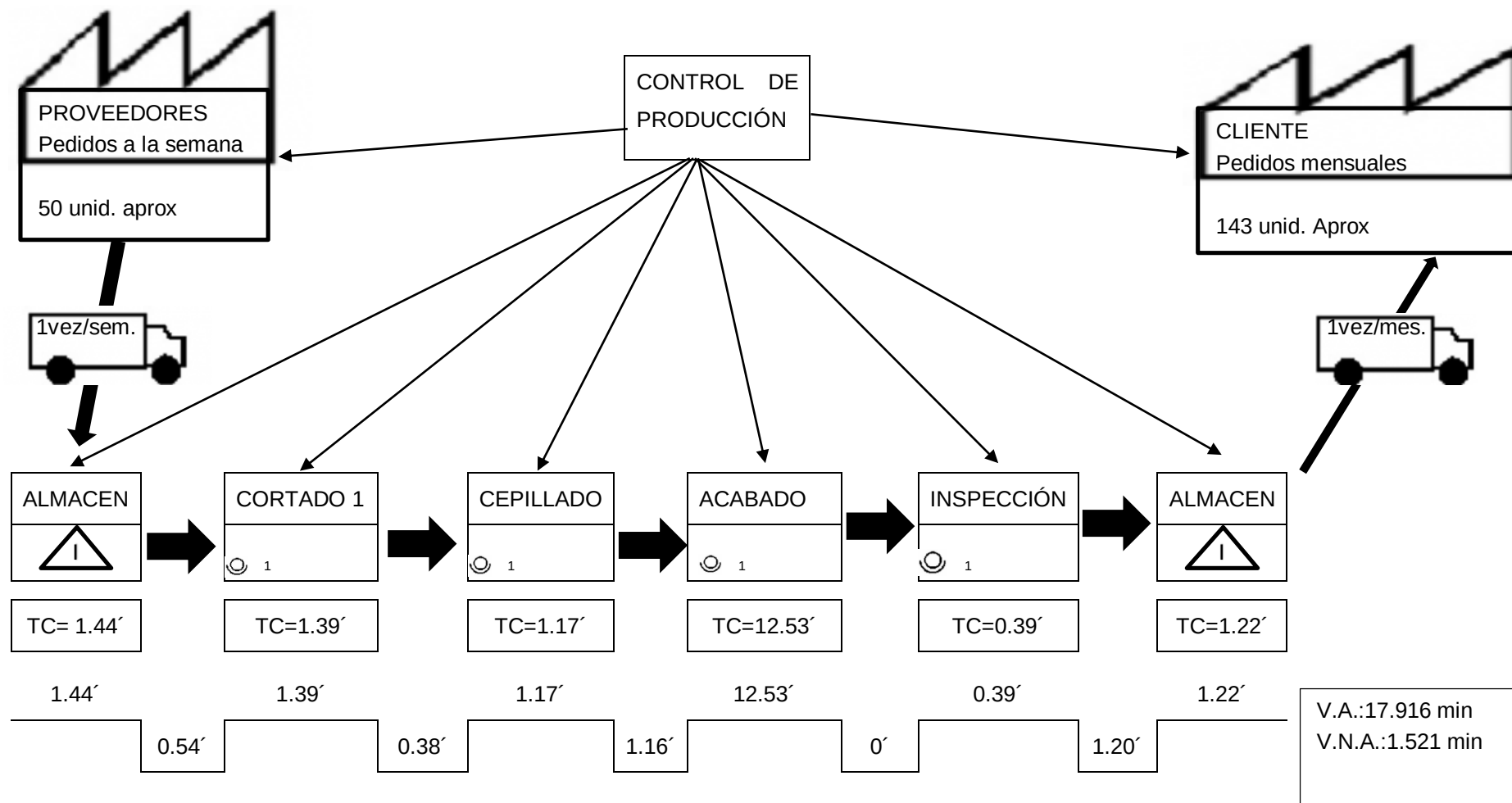
Interpretación: Un ejemplo claro del problema se refleja en el cuadro, con la demanda insatisfecha de parihuelas, 450 unidades durante el tiempo transcurrido desde enero a octubre del año 2018, como este ejemplo hay otros productos que la empresa no logra cubrir su demanda en su totalidad.

$$\%produccion\ demandada = \frac{1845}{2295} * 100\% = 80.39\%$$

Así mismo, la producción solo cubre el 80.39% aproximadamente, de la demanda de parihuelas, siendo este resultado inadecuado.

3.1.5.1.6. Diagnóstico del V.S.M.

Figura N° 9: Mapa de flujo de valor para Parihuelas



Interpretación (FIGURA N°9):

La empresa empieza con la recepción de materia prima con una cantidad aprox. de 50 unid. Utilizadas exclusivamente para producir parihuelas, una vez por semana, las mismas que a su vez son recepcionadas y almacenadas en un tiempo aprox. De 1.44 min por unidad de madera, cada una de estas es trasladada en un tiempo de 0.54 min. al área de cortado, en donde se toma un tiempo de 1.39 min. aprox. por madera, luego son trasladadas en un tiempo de 0.38 min., al área de cepillado en donde después de 1.17 min., son trasladadas al área de acabado en un tiempo de 1.16 min, en donde se tarda 12.53 min. aprox. después son trasladadas en 0min. al área de inspección en donde tardan aprox. 0.39 min por parihuela, luego estos productos son trasladadas y almacenadas en un tiempo 1.20 min. Luego 1 vez por mes son enviadas 36unid. a la empresa Minera Yanacocha

3.2. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Diagnóstico de la Variable Dependiente: Productividad

3.2.1.1. Diagnóstico de la Producción

Ya que el producto no se produce diariamente, se halló el tiempo promedio mensual (en horas):

Tabla N° 20: Tiempo mensual (en horas) de elaboración de Parihuelas

	TIEMPO (HORAS) DE ELABORACIÓN DE PARIHUELAS EN LA EMPRESA MADERERAS CABANILLAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
DIA 1	-			-	
DIA 2					
DIA 3					
DIA 4		-	-		
DIA 5			8		4
DIA 6		8	6	8	-
DIA 7	-	4	4	4	6
DIA 8			4	-	
DIA 9				6	
DIA 10					
DIA 11		-	-		
DIA 12		-			
DIA 13					-
DIA 14	-				
DIA 15	8			-	
DIA 16	6				
DIA 17					
DIA 18		-	-		
DIA 19		8			
DIA 20		7			-
DIA 21	-				8
DIA 22				-	8
DIA 23					
DIA 24			4		
DIA 25	8	-	-		
DIA 26	3		8		
DIA 27				8	-
DIA 28	-			4	
DIA 29				-	
DIA 30	8		-		
DIA 31	2		-		
TOTAL	35	27	34	30	26
PROMEDIO	30				

Fuente: Elaboración propia

Se halló la producción mensual utilizando la siguiente formula:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{mes}} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}} = \frac{30\text{h/mes} * 60\text{min/h}}{12.53 \text{ min/unid}} = 143.66 \frac{\text{unid}}{\text{mes}} \approx 143 \frac{\text{unid}}{\text{mes}}$$

Interpretación: Al mes en la empresa Madereras Cabanillas producen 143 unidades de parihuelas, esta cantidad es mucho menor a lo solicitado por el cliente, quiere decir que no se está cubriendo la demanda por lo cual, está generando retraso e insatisfacción.

3.2.1.2. Diagnóstico de la Productividad Laboral

Van Der (2005) Explica que la productividad laboral es como el acto más valioso de la empresa en el capital humano, pero especialmente los colaboradores que utilizan su experiencia y conocimientos en el cambio, la innovación continua, la calidad del trabajo, mejores productos y servicios lo cual conlleva a un incremento de la productividad de la organización, pues en ellos está asegurado el futuro y el crecimiento de la empresa, por lo tanto, se debe considerar como un activo, no como un costo para tener en cuenta sus resultados y no un salario, pero para hacerlos más productivos, la gerencia y la organización deben cambiar de actitud.

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de horas – hombre}}$$

$$\begin{aligned} \text{Productividad laboral} &= \frac{143 \frac{\text{unid}}{\text{mes}}}{\frac{30\text{hrs} - \text{hombre}}{\text{mes}}} \\ &= 4.76 \text{ unidades por hora/hombre} \end{aligned}$$

Interpretación: En la productividad laboral se obtiene un total de 4.76 unidades por hora / hombre.

3.2.1.3. Diagnóstico de la Eficiencia Física

Se obtiene dividiendo la materia prima de salida empleada (producto final) entre la materia prima de entrada, por lo tanto, la eficiencia física es menor o igual que uno.

$$Eficiencia\ física = \frac{Salida\ Util\ de\ MP}{Entrada\ de\ MP}$$

$$Eficiencia\ física = \frac{143\ Parihuelas * 13.2\ fts^3/Parihuelas}{155\ unidades\ MP * 13.86\ fts^3/MP}$$

$$Eficiencia\ física = 0.88 = 88\%$$

Interpretación: La eficiencia física nos dice que por cada pie cubico ingresado solo rinde un 88%.

3.2.1.4. Diagnóstico de la Eficiencia Económica

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ventas\ (Ingresos)}{Costos\ (Inversiones)}$$

$$Eficiencia\ Económica = \frac{2574}{1519} = 1.69\ soles$$

Interpretación: La eficiencia económica nos indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de S/ 0.69 soles.

3.3. RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

3.3.1. Diseño de la propuesta de mejora para la Variable Independiente: Proceso Productivo

3.3.1.1. Diseño del Layout

De acuerdo al diagnóstico situacional de la empresa se realiza las siguientes propuestas de distribución de planta mediante la metodología SLP y el criterio propio:

Como se explica en el Anexo N°10 existen ciertos pasos a seguir para el desarrollo de metodología SLP los cuales se muestran resumidos a continuación:

Los criterios de proximidad los representamos mediante código de letras en forma decreciente, Tabla N°8, asimismo, se tiene un código numérico la cual hace referencia entre áreas u operaciones, Tabla N°9.

Luego, representamos las operaciones que se desarrollan en el proceso, y los códigos y motivos que hacen referencia a la relación de proximidad entre actividades, como se muestra en la figura N°5 de acuerdo a la información obtenida en el diagrama se podrá realizar algunas alternativas de distribución que den solución al problema:

Alternativa N°1:

En esta primera propuesta, se observa que el proceso de descarga está mucho más cerca al área de almacén y corte, de esta manera se ahorra tiempo y esfuerzo innecesario, además, el proceso productivo constituye una distribución ordenada siendo inspeccionada en todo momento especialmente a las áreas más relevantes en la elaboración.

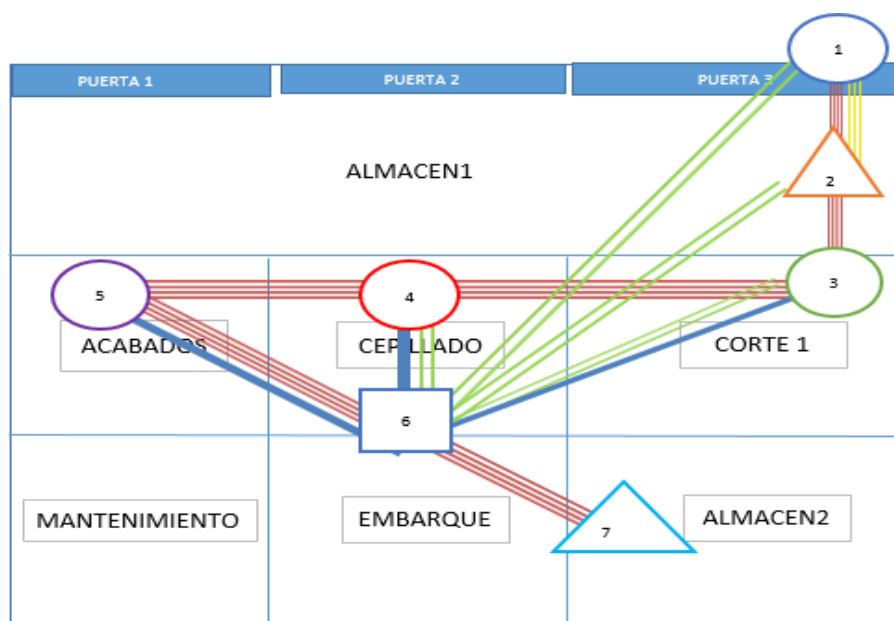


Figura N° 2: Diseño de distribución como alternativa 1

Fuente: Elaboración propia

Alternativa N°2:

En esta segunda propuesta de distribución se modificó el orden de las áreas para mejorar la producción de parihuelas para que de esta manera se realicen entregas mucho más cortas en cuanto a desplazamiento de material a diferencia de la alternativa uno.

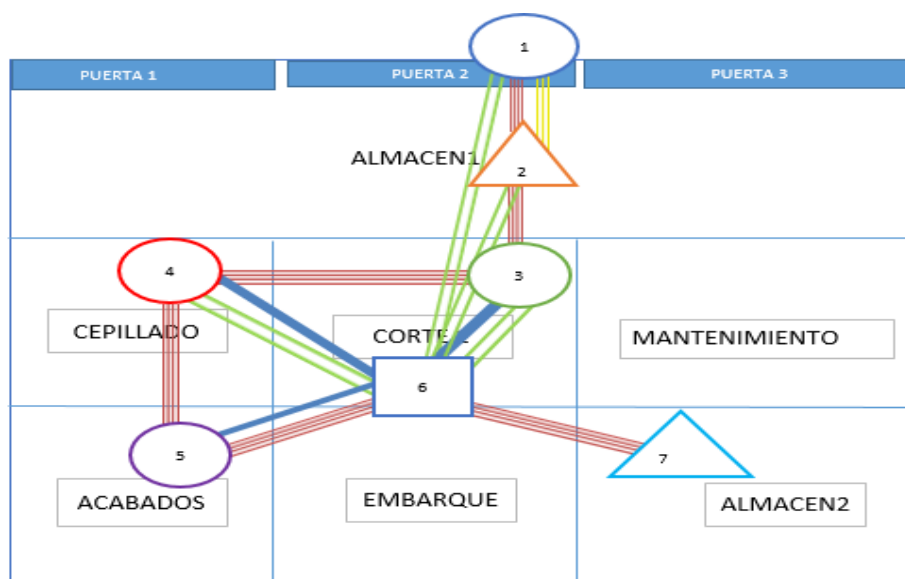


Figura N° 3: Diseño de distribución como alternativa 2

Fuente: Elaboración propia

Una vez evaluadas las diferentes alternativas en la distribución de planta se realiza una ponderación que indique el nivel de eficiencia:

Tabla N° 21: Ponderación para las alternativas de solución

Factores	Peso	Proceso actual		Alternativa 1		Alternativa 2	
		Calificación	Sub total	Calificación	Sub total	Calificación	Sub total
Eficacia del recorrido de materiales	4	1	4	3	12	4	16
Facilidad de control y supervisión	4	3	12	3	12	4	16
Amplia zona de traslado	3	1	3	3	9	3	9
Fluidez de traslado de área	2	2	4	3	6	3	6
Comunicación en los procesos	3	2	6	3	9	4	12
			29		48		59

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo a las ponderaciones y los factores a evaluar se observa que la alternativa numero dos es la más adecuada para la elaboración de parihuelas ya que cuenta con una ponderación de 59, esto representa el 92.19%, siendo ésta a la vez una mejora para el proceso actual aumentando la eficiencia en un 41.38%

3.3.1.2. Diseño de las 5's

La aplicación de la 5's enmarcará el inicio del sistema de propuesta de mejora. Para la ejecución de la metodología de las 5s se tendrá que iniciar con una charla informativa respecto a los beneficios de la propuesta de mejora respecto a los principales problemas en las áreas de trabajo, así como, los pasos a seguir para la puesta en marcha de la misma. El desarrollo de las 5S, como un programa para conseguir un enfoque sistémico de mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza. Y sobre todo demostrar que la herramienta de las 5S se aplicara en la microempresa cuyos procesos son completamente manuales y casi nula utilización de equipos y maquinarias.

Se debe comenzar descartando todo lo innecesario en el área de trabajo, mediante Seiri. Seiton da un orden puntual a los artículos y herramientas, además de las máquinas que se necesitan; para así poder localizarlas rápidamente. Mantener limpios y en óptimas condiciones los equipos y el lugar de trabajo se refieren a Seiso, continuando por Seiketsu que busca definir éstas labores para mantenerlas en el tiempo, de una manera consistente.

Para a entender más a detalle este método se implementará un manual en donde se detalle de manera clara el procedimiento de su aplicación, y de esta manera la empresa pueda aplicar este método de manera semestral

Después de haber implementado las 5's, se estima que el desperdicio disminuirá a la siguiente cantidad:

Tabla N° 22: Cantidad y porcentaje de desechos después de la mejora

Descripción	Cantidad generado (Kg)/ mes	% generado por área		
		Corte	Cepillado	Acabado
Leña	70 aprox.	70%		30%

Fuente: Empresa Madereras Cabanillas y Servicios Generales S.A.C.

Interpretación: La cantidad de leña desechada disminuirá de 100 kg a 70 kg por mes aproximadamente.

Después de la implementación se realizó una nueva medición del cumplimiento de las 5's:

Tabla N° 23: Evaluación de Organización (después de la mejora)

Evaluación de Organización			Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?			x
2	¿Se observan objetos dañados?			x
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?	x		
4	¿Existen objetos obsoletos?			x
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?			x
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?			x
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados cómo tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?			x

Fuente: Elaboracion propia

Tabla N° 24: Evaluación de Orden (después de la mejora)

Evaluación de Orden			Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?	x		
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	x		
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?	x		
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.	x		
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	x		
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?			x
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?	x		

Fuente: Elaboracion propia

Tabla N° 25: Evaluación de Limpieza (después de la mejora)

Evaluación de Limpieza		
	Sí	No
1 ¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?	x	
2 ¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	x	
3 ¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		x
4 ¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	x	
5 ¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?	x	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26: Evaluación de Estandarización (después de la mejora)

Evaluación de Estandarización		
	Sí	No
1 ¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?	x	
2 ¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	x	
3 ¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?	x	
4 ¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		x
5 ¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		x
6 ¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?	x	

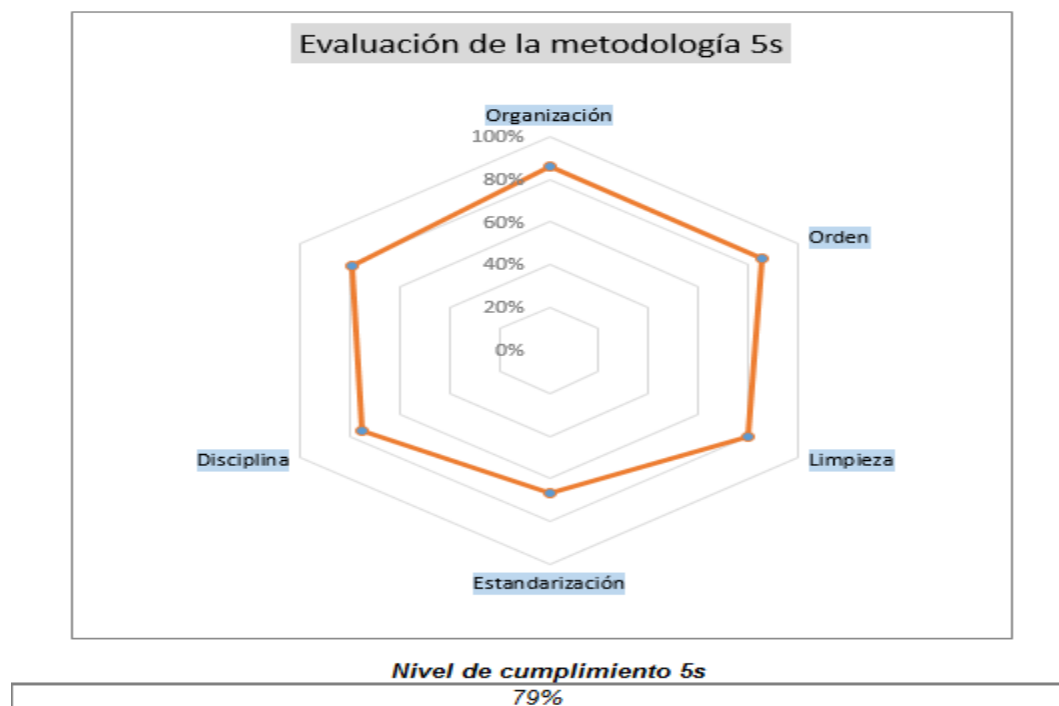
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Evaluación de Disciplina (después de la mejora)

Evaluación de Disciplina		
	Sí	No
1 ¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	x	
2 ¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	x	
3 ¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?	x	
4 ¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	x	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4: Nivel de cumplimiento de las 5's



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El nivel de cumplimiento de las 5's aumento al 79%, mejorando en todas las áreas de estudio.

3.3.1.3. Diseño del Jidoka

Para la implementación de este método se necesita seguir los siguientes pasos:

1. **Detectar la anomalía:** Estas se pueden detectar tanto en los procesos en los que intervienen máquinas como en los procesos que intervienen personas. En el primer caso, se construyen mecanismos dentro de las máquinas, los cuales detectan anomalías y automáticamente paran la máquina durante el tiempo de ocurrencia. En el caso de personas, se les da la autoridad para detener una línea entera de producción.
2. **Parar:** Se puede pensar que la línea de producción al ocurrir una anomalía toda la producción entra en una gran parada hasta que el problema sea resuelto. En realidad, las líneas de producción se pueden dividir en secciones y estas a su vez en estaciones de trabajo, de forma que cuando una estación de trabajo

avisa de su problema, la línea sigue produciendo, teniendo un tiempo de ciclo para resolver el problema hasta que la sección de la línea entra en parada.

3. **Fijar o corregir la condición anormal:** Para volver a este ritmo, usaremos distintas opciones como pueden ser:

- Poner a funcionar un proceso excepcional, ejemplo, Kanban (sistema de señal por tarjetas).
- Poner una unidad en estación de re-trabajo.
- Parar la producción hasta que una herramienta rota sea arreglada

4. **Investigar la causa raíces instalar las contramedidas:** Para investigar la causa tenemos que bajar al nivel del usuario del proceso para, por ejemplo, a través del método de “los cinco por qué” encontrar la raíz del problema. Una vez investigado podemos instalar una solución permanente que haga que este problema no vuelva a suceder.

Después de la aplicación de la metodología jidoka se estima que el % de error disminuirá de la siguiente manera:

Número de pedidos al mes = 41

Número de pedidos con observaciones = 1

$$\% \text{ error (julio del 2018)} = \frac{1}{41} * 100\% = 2.46\%$$

Interpretación: El porcentaje de error después de la aplicación de mejora disminuirá de 12.195% a 2.43%, logrando reducir en 9.21%

3.3.1.4. Diseño del J.I.T.

La aplicación del Justo a Tiempo (JIT) consta de 5 fases:

Primera fase: Poner el sistema en marcha.

Segunda fase: Educación.

Tercera fase: Conseguir mejoras del proceso.

Cuarta fase: Conseguir mejoras del control.

Quinta fase: Ampliar la relación proveedor / cliente.

La primera fase implica la creación de una base sobre la que se pueda construir la implantación. Como la implantación del J.I.T. implica cambiar las actitudes dentro de una empresa, la primera fase establece el tono global de la aplicación. Incluye una cierta educación inicial, el análisis de costes y beneficios, y la identificación de una planta piloto. Pero quizá el factor más importante para la puesta en marcha es conseguir el compromiso de la alta dirección. Sin este compromiso, la implantación sería difícil, ya que inevitablemente en unos puntos determinados habrá que tomar decisiones difíciles.

Una vez completada la primera fase, puede iniciarse la tarea de la educación. El hecho de que esta fase se haya denominado el punto en que se sigue o se deja indica su importancia. Una buena implantación del J.I.T. requiere cambiar ciertas actitudes a veces muy arraigadas.

Una vez esté en marcha el programa de educación, ya se pueden cambiar los procesos, y luego el control de la producción. Estas mejoras incluyen la utilización de mini fábricas con líneas de flujo para simplificar los problemas de control, así como, el uso de sistemas de arrastre/Kanban para arrastrar el trabajo a través del sistema de producción.

La fase final, la ampliación de la relación proveedor/cliente, completa la implantación del J.I.T. Esta fase incorpora a los proveedores y clientes en un sistema J.I.T. que abarca todo el proceso de producción, desde los proveedores, pasando por la propia empresa hasta llegar a los clientes. Y de esta manera lograr el J.I.T. a través de toda la cadena de suministro.

Estas cinco fases forman la base de la puesta en práctica del J.I.T. Han sido probadas en la práctica y forman el núcleo del plan de implantación.

Después de la aplicación de la mejora, el % de retraso disminuirá de la siguiente manera:

$$\% \text{ de retraso} = \frac{1 \text{ días}}{38 \text{ días}} * 100\% = 2.63\%$$

Interpretación: El porcentaje de retraso disminuirá de 12.195% a 2.63%, logrando reducir el indicador en un 9.56%

3.3.1.5. Diseño del Takt Time

Para hacer buen uso de la herramienta y aplicarla correctamente se debe de seguir los siguientes pasos:

1. Para aplicar los conceptos de tiempo Takt es importante revisar previamente los procesos, logrando un equipo de operarios flexibles y polivalentes por otra parte, es imprescindible que tanto los procesos como las maquinarias y equipos sean flexibles dado que ante una variación del tiempo Takt pueda regularse fácilmente.
2. Es necesario definir el horizonte temporal para la evaluación del Takt Time.
3. Entender la demanda del cliente, incluyendo las características de calidad, tiempos de entrega (Lead Time) y precio. El cliente es quien marca el ritmo, decide la manera y forma en la que se le entregaran los productos o servicios que desea; además, es quien decide qué agrega y qué no agrega valor dentro de los procesos, qué es lo que genera desperdicio y por lo cual no está dispuesto a pagar.
4. Saber cuál es la cantidad que el cliente bajo todas las indicaciones anteriores está demandando a la empresa.
5. Determinar con claridad cuáles son los tiempos totales de producción, es decir el tiempo en el que realmente se está produciendo dentro de la organización, sacando todos los tiempos improductivos (mantenimiento, descansos, comida, limpieza, entre otros).
6. Con las informaciones anteriores, calcular el Takt Time que se debe tener para cumplir satisfactoriamente al cliente, y saber si estamos en capacidad para ello.
7. Tener en cuenta unos aspectos claves que conllevaran al éxito del programa, tales como:
 - Proveer rápida respuesta (dentro del takt time) a los problemas que se presenten en las áreas de producción y de apoyo.
 - Eliminar las causas de los tiempos caídos o fallas no programadas. El takt time es un rango de tiempo o ritmo en el cual una compañía debe producir sus productos para satisfacer la demanda del cliente.
 - El takt time mantiene un paso regular y predecible que forma parte del trabajo estandarizado.
 - De ser calculado antes de que las actividades puedan ser planeadas. Cada vez que el takt time cambie, las actividades del personal deben cambiar, así como, muy probablemente el layout de las áreas de trabajo.

- En caso de que el volumen aumente o disminuya, el takt time debe ser ajustado para que la demanda y la producción estén sincronizadas. Si la demanda disminuye, el takt time aumenta, y si la demanda aumenta, el takt time disminuye.

Después de la aplicación de todos estos procedimientos para mejorar la producción actual, se estima que el % de producción demandado será el siguiente:

$$\%produccion\ demandada = \frac{2200}{2295} * 100\% = 95.86\%$$

Interpretación: La aplicación del takt time hará que se cubra el 95.86 % de la demanda, con un incremento del 15.46%.

3.3.1.6. Diseño del V.S.M.

El Mapa de la Cadena de Valor (VSM) es una herramienta que se presenta como útil y aplicable para la mejora y rediseño de los sistemas productivos en base a un diagnóstico, planteamiento, lanzamiento e implantación de mejoras futuras. El valor, en la cadena, puede entenderse como un producto un servicio o ambos, pero como ente principal es el cliente quien reconoce este valor.

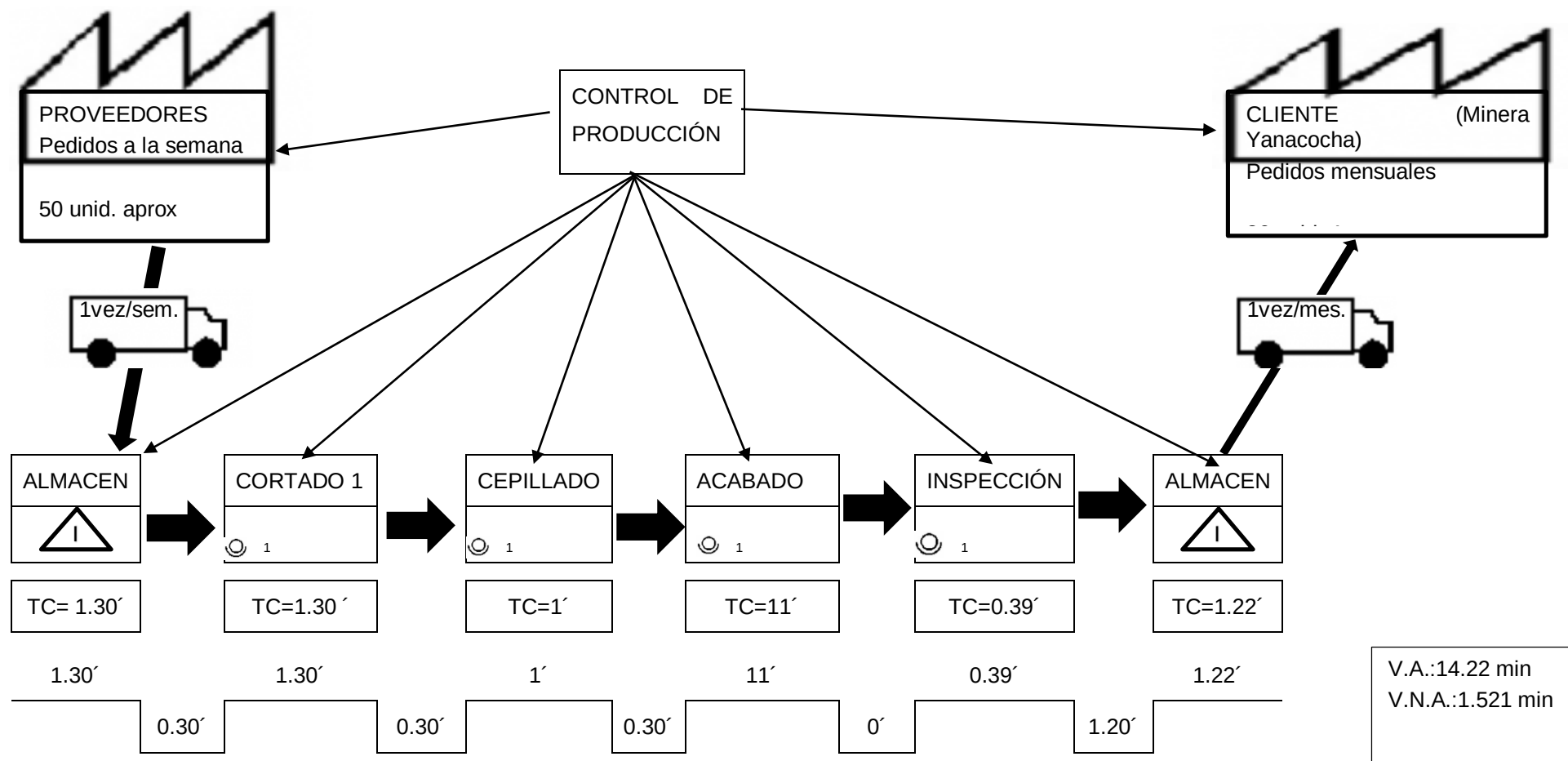
Para la empresa su valor es la calidad de sus productos, debido al valor agregado plasmado en sus trabajos. Son los clientes antiguos y nuevos quienes están dispuestos a pagar por productos de muy buena calidad.

A pesar de ello, la empresa realiza actividades que no agregan valor a sus procesos. En los últimos años la empresa ha producido sin una orientación ni planificación adecuada y esto se observa en gran parte a los desperdicios, moras durante los procesos de producción y la entrega del producto final generando retrabajos por procesamientos incorrectos, falta de orden y limpieza, por ende, genera insatisfacción de algunos clientes. Con la propuesta de mejora del VSM se podrá visualizar de forma más detallada y ordenada el proceso total, determinando las fuentes de desperdicios que no permitan a la empresa generar un flujo continuo; así mismo, es posible visualizar toda la cadena productiva desde el proveedor hasta el cliente dando un seguimiento a toda la cadena de valor enfocando las ideas al mejoramiento continuo.

- **Observaciones de la propuesta de mejora del VSM:**

Según el diagrama de la cadena de valor, se puede apreciar que la empresa necesita de una reducción de tiempo de ciclo tanto para el proceso de madera, como para el proceso de obtención de obras específicas, esto se logrará mediante la aplicación de las 5's en cada uno de los diversos procesos por área, estas mejoras se darán gracias a la implementación de un manual de procedimientos mostrados en el anexo N°10.

Figura N° 5: Mapa de flujo de valor para Parihuelas (propuesta de mejora)



Interpretación (FIGURA N°12):

La empresa empieza con la recepción de materia prima con una cantidad aprox. de 50 unid. Utilizadas exclusivamente para producir parihuelas, una vez por semana, las mismas que, a su vez, son recepcionadas y almacenadas en un tiempo aprox. de 1.44 min por unidad de madera, cada una de estas es trasladada en un tiempo de 0.54 min. al área de cortado, en donde se toma un tiempo de 1.39 min. aprox. por madera, luego son trasladadas en un tiempo de 0.38 min., al área de cepillado en donde después de 1 min., son trasladadas al área de acabado en un tiempo de 1.16 min, en donde se tarda 11 min. aprox. después son trasladadas en 0min. al área de inspección en donde tardan aprox. 0.39 min por parihuela, luego estos productos son trasladados y almacenados en un tiempo 1.20 min. Luego 1 vez por mes son enviadas 36unid. a la empresa Minera Yanacocha.

3.3.2. Diseño de la mejora en el Simulador ProModel

ProModel es un simulador que permite diseñar y simular sistemas de producción, a través del ingreso de datos de tiempo, cantidad de entidades ingresadas a cada área, distancia entre áreas, etc.

Para la realización de la simulación se diseñó el área de producción de la empresa, luego se ingresó los nuevos tiempos después de la aplicación de la mejora y las unidades de M.P. ingresadas durante un mes, generando como resultado nuevos datos de producción para cada área.

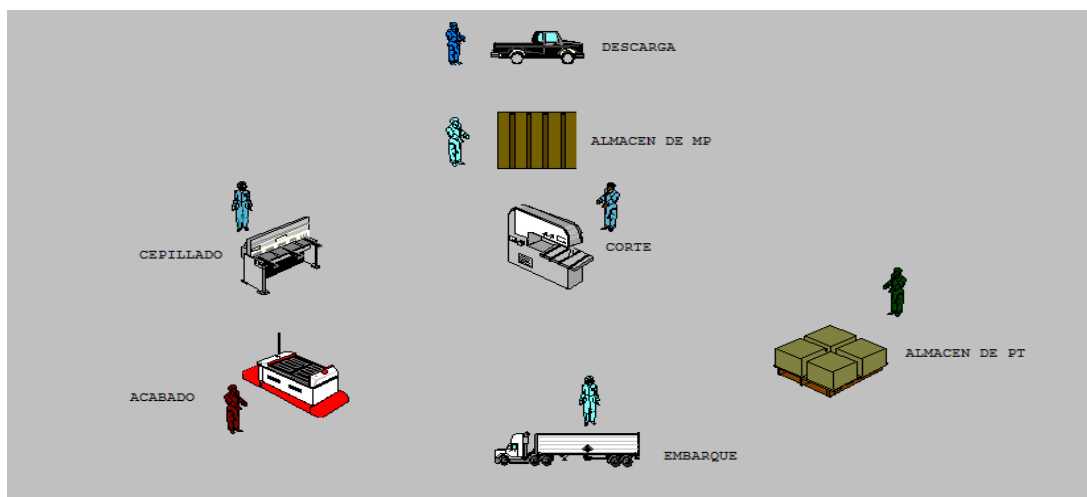


Figura N° 6: Nueva distribución de la empresa (propuesta de mejora)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La descripción de la distribución se muestra en la figura N° 13.

Tabla N° 28: Total de entidades en el área de Producción

DISEÑO DE LA MEJORA EN LA EMPRESA MADERERAS CABANILLAS.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (DAY)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (HR)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
DESCARGA	1.25	500.00	500.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
ALMACEN DE MP	1.25	500.00	500.00	25.98	433.07	500.00	367.00	86.61	
CORTE	1.25	1.00	203.00	0.22	0.96	1.00	1.00	95.93	
CEPILLADO	1.25	20.00	4005.00	0.22	19.29	20.00	20.00	96.46	
ACABADO	1.25	20.00	4000.00	0.21	18.27	20.00	20.00	91.37	
ALMACEN DE PT	1.25	500.00	195.00	0.02	0.18	2.00	0.00	0.04	
EMBARQUE	1.25	50.00	191.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
OPERARIO 1	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OPERARIO 2	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OPERARIO 3	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OPERARIO 4	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OPERARIO 5	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OPERARIO 6	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
OPERARIO 7	1.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se observa que llegan a la locación de Descarga 500 unidades de madera al mes, de las cuales 500 se van a la locación de Almacén de materia prima, luego de estas 500 solo 203 unidades van a la locación del área de Corte solo para elaboración de parihuelas, de estas salen 4005 unidades de madera cortadas (de cada madera salen 20 piezas) solo 2 000 van hacia el área de Acabado, luego se dirigen 195 unidades de parihuelas al área de almacén de producto terminado, para finalmente dirigirse al área de embarque 191 parihuelas.

Se muestra de manera gráfica y simulada que el nuevo diseño de Layout planteado y los nuevos tiempos después de la aplicación de las mejoras, dan como resultado un aumento de la productividad en todas las áreas que interfieren en la producción, comprobando de manera anticipada a la aplicación, lo beneficios de Lean Manufacturing.

3.4. RESULTADOS DE LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

3.4.1. Propuesta de mejora de la Variable Dependiente: Productividad

Una vez aplicado todos los métodos anteriores como, por ejemplo, layout, 5's, takt time, jidoka, JIT y VSM, se estima que los nuevos indicadores de la variable productividad serán los siguientes:

3.4.1.1. Propuesta de mejora de la Producción

La producción mensual que se tendrá después de la mejora será:

$$\frac{\text{Producción}}{\text{mes}} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}} = \frac{30\text{h/mes} * 60\text{min/h}}{9 \text{ min/unid}} = 200 \frac{\text{unid}}{\text{mes}}$$

Interpretación: Al mes en la empresa Madereras Cabanillas producirán 200 unidades de parihuelas, esta cantidad ayudará a elevar la eficiencia en el tiempo de entrega de los pedidos

Además, se puede comprobar que los resultados arrojados por el simulador ProModel y los resultados de la formula tienen un margen de error menor al 5%, por lo que se deduce que efectivamente se logrará una mejora cubriendo una mayor demanda de 200 unidades aproximadamente.

3.4.1.2. Propuesta de mejora de la Productividad Laboral

El índice de productividad laboral que se tendrá después de la mejora será de:

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de horas} - \text{hombre}}$$

$$\begin{aligned} \text{Productividad laboral} &= \frac{200 \frac{\text{unid}}{\text{mes}}}{\frac{30\text{hrs} - \text{hombre}}{\text{mes}}} \\ &= 6.67 \text{ unidades por hora/hombre} \end{aligned}$$

Interpretación: En la productividad laboral se obtuvo una mejora de 1.91 unidades por hora/hombre, logrando 6.67 unidades por hora/hombre.

3.4.1.3. Propuesta de mejora de la Eficiencia Física

El nuevo indicador de la eficiencia física es de:

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia física} &= \frac{\text{Salida Util de MP}}{\text{Entrada de MP}} \\ \text{Eficiencia física} &= \frac{200 \text{ Parihuelas} * 13.2 \text{ fts}^3/\text{Parihuelas}}{205 \text{ unidades MP} * 13.86 \text{ fts}^3/\text{MP}} \end{aligned}$$

$$\textit{Eficiencia física} = 0.93 = 93\%$$

Interpretación: La eficiencia física es del 93% significa que con la mejora la eficiencia física aumentara en un 5%

3.4.1.4. Propuesta de mejora de la Eficiencia Económica

$$\textit{Eficiencia Económica} = \frac{\textit{Ventas (Ingresos)}}{\textit{Costos (Inversiones)}}$$
$$\textit{Eficiencia Económica} = \frac{3600}{1742.5} = 2.07 \text{ soles}$$

Interpretación: La eficiencia económica nos indica que por cada sol de inversión se obtiene un beneficio de S/ 1.07 soles.

3.5. RESULTADOS DEL ANALISIS ECONÓMICO

Para analizar la situación financiera de la inversión, se realizó un análisis de costo beneficio, para ello se analizó lo siguiente:

3.5.1. Evaluación Costo-Beneficio

3.5.1.1. Inversión

Tabla N° 29: Inversión en la propuesta de mejora

	CANTIDAD	PRECIO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales de consumo:								
Papel Bond A4 de 80 g, millar	1	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	
Lapicero, unidad	1	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	
Lápiz, unidad	1	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	
Borrador, unidad	1	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	
Folder de manila, unidad	1	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	
Tóner, cartucho	2	S/. 15.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	S/. 30.00	
Sub total	7	S/. 44.00	S/. 59.00	S/. 59.00	S/. 59.00	S/. 59.00	S/. 59.00	
Equipos y Accesorios:								
Laptop	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00					
Sub total	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00					
Servicios:								
Impresiones, paquete	2	S/. 10.00	S/. 20.00					
Internet, mes	2	S/. 100.00	S/. 200.00					
Sub total	4	S/. 110.00	S/. 220.00					
COSTO TOTAL	12	1154	1279					

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. Indicadores de Ahorro

Tabla N° 30: Indicadores de Ahorro

INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Incremento en la productividad de los trabajadores	-	S/. 1,000.00	S/. 1,050.00	S/. 1,102.50	S/. 1,157.63	S/. 1,215.51
Incremento en la productividad de la Materia Prima	-	S/. 800.00	S/. 824.00	S/. 848.72	S/. 874.18	S/. 900.41
Disminución de errores	-	S/. 200.00	S/. 206.00	S/. 212.18	S/. 218.55	S/. 225.10
Incremento en la satisfacción del cliente	-	S/. 1,000.00	S/. 1,050.00	S/. 1,102.50	S/. 1,157.63	S/. 1,215.51
TOTAL, INDICADORES DE AHORRO	S/. 0.00	S/. 3,000.00	S/. 3,130.00	S/. 3,265.90	S/. 3,407.98	S/. 3,556.52

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El incremento en la productividad de los trabajadores en el año 1 será de 1000 soles, para el año 2 de 1050 soles, para el año 3 de 1102.5 soles, para el año 4 de 1157.6 soles, para el año 5 de 1215.5 soles, el incremento en la productividad de la materia prima en el año 1 será de 800 soles, para el año 2 de 824 soles, para el año 3 de 848.7 soles, para el año 4 de 874.2 soles, para el año 5 de 900.4 soles, la disminución de errores en el año 1 será de 200 soles, para el año 2 de 206 soles, para el año 3 de 212.2 soles, para el año 4 de 218.5 soles, para el año 5 de 225.1 soles, el incremento en la satisfacción del cliente en el año 1 será de 1000 soles, para el año 2 de 1050 soles, para el año 3 de 1102.5 soles, para el año 4 de 1157.6 soles, para el año 5 de 1215.5 soles; en total en el año 1 será de 3000 soles, para el año 2 de 3130 soles, para el año 3 de 3265.9, para el año 4 de 3408 y para el año 5 de 3556.5 soles.

FLUJO DE CAJA

Fuente: Elaboración propia

Pág. 62

CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

En la presente investigación se logra diseñar un proceso productivo para incrementar el nivel de productividad en la empresa Madereras Cabillas, mediante las diversas herramientas de Lean Manufacturing mejorando las áreas críticas del estudio, y por ende se obtendrán resultados óptimos que ayuden a incrementar los ingresos de la organización.

Se analizó la situación actual del proceso productivo empezando por el diagnóstico de la distribución de planta, dicha distribución se realizó mediante la aplicación de la metodología SLP obteniendo un 45.31% en la eficiencia del layout, para luego obtener un 92.19% de mejora después de la aplicación del método, así como lo demuestran (Alva & Paredes, 2014) donde logran reducir los recorridos innecesarios y alcanzar una utilización del 87% aplicando la misma metodología.

De esta misma manera se realizó el diagnóstico de la situación actual utilizando la herramienta 5's, en ella se obtuvo un resultado del 33% de cumplimiento en la guía de observación, siendo este porcentaje deficiente porque la empresa debe mejorar en muchos de los criterios que se evalúan en este punto, por ello, se realizó una propuesta de mejora donde se obtuvo un 79%, aumentando el cumplimiento de los criterios en un 46%, así como lo demuestra (Effio & Navarro, 2016) o (Estrada, 2009) quienes utilizaron el mismo instrumento de medición obteniendo un 54% y 50% respectivamente en la mejora de sus procesos.

Así mismo, se obtuvo información y acceso de los pedidos solicitados y se logró evaluar el porcentaje de error mediante la herramienta Jidoka, de esta manera se encontró un 12.195% de error en el estado actual de la empresa; y luego de aplicar algunos criterios de mejora se obtuvo un 2.43% de error. Por consiguiente, podemos decir que existen criterios externos que causan la variabilidad del porcentaje, de esta manera lo demostraron (Dinas Garay, Franco Cicedo, & Rivera Cadavid, 2009) donde lograron disminuir su porcentaje de error en un 100% gracias al compromiso total de toda la empresa.

Al utilizar la herramienta JIT se obtuvo 11.84% de retraso en las entregas de pedidos actuales, luego de aplicar las cinco fases que contiene esta herramienta se logró un 2.63% de retraso en las entregas de pedidos, de esta misma manera demostró (Cruz, 2017) obteniendo una disminución del 7% de retraso en sus pedidos.

En el estado actual de la empresa también se observó una demanda insatisfecha de 80.34% generando pérdidas económicas, dicha evaluación fue realizada mediante la herramienta Takt Time, la cual mediante la mejora de procesos cubrió un 95.86% de producción demandada, aumentando en 15.47%; de esta manera lo demuestran (Herrera & López, 2016) donde lograron aumentar su demanda insatisfecha en un 40% al utilizar la misma herramienta.

Otra de las herramientas aplicadas es el VSM donde se obtuvo un tiempo total de 17.916 min en la situación actual de la empresa, es así que al mejorar este resultado mediante herramientas de medición (5s, SLP, Takt time, Jidoka, JIT) y alternativas de solución (manual y charlas) se obtuvo un tiempo total de 14.2 min, teniendo como disminución de tiempos a un total de 3.716 min, como lo mostrado en la tesis de (Espinoza, 2018) quién al realizar un mapeo de la cadena de valor en sus estudios utilizando alguna de las herramientas de medición propuestas y alternativas de solución, obtuvo una disminución de tiempos de entrega de 4 días.

Se analizó la situación actual de la productividad mediante el análisis documental obteniendo 143 und. de producción, por ello, en base a la mejora del proceso productivo se realizó la propuesta de mejora de la producción aumentando en 200 und. el cual se plasma en el simulador ProModel. Así como, muestran (Herrera & López, 2016) que al utilizar las herramientas Lean Manufacturing se logró aumentar la producción en un 66.67%.

De la misma manera se analizó la situación actual de la productividad laboral mediante el análisis documental, obteniendo un 4.76 und/trabajador-h de productividad, por ello, en base a la mejora del proceso productivo se realizó la propuesta de mejora de la productividad laboral aumentando en 6.67 und/trabajador-h el cual se plasma en el simulador ProModel. Así como, muestran (Herrera & López, 2016) que al utilizar las herramientas Lean Manufacturing se logró aumentar la productividad laboral en un 66.67%.

Así también, se analizó la situación actual de la eficiencia física mediante el análisis documental, obteniendo un 87.9% de eficiencia, por ello, en base a la mejora del proceso productivo se realizó la propuesta de mejora de la eficiencia física aumentando a 92.9% el cual se plasma en el simulador ProModel. Así como, muestra (Arana, 2018) que al utilizar las herramientas Lean Manufacturing se logró aumentar la eficiencia física en un 66%.

Así mismo, se analizó la situación actual de la eficiencia económica mediante el análisis documental, obteniendo un 1.69 soles de eficiencia económica, por ello, en base a la mejora del proceso productivo se realizó la propuesta de mejora aumentando a 2.07 el cual se plasma en el simulador ProModel. Así como, muestra (Arana, 2018) que al utilizar las herramientas Lean Manufacturing se logró aumentar la eficiencia económica en un 24.9%.

Por último, podemos observar que (Hualla & Cárdenas, 2017) al utilizar las herramientas de Lean Manufacturing lograron plasmar un análisis económico obteniendo como C/B de 1.77, es decir, que por cada dólar invertido tiene un beneficio de 0.77, es así que, en base a la propuesta de mejora también logramos aumentar el C/B en 2.53 por lo tanto, podemos deducir que las herramientas de Lean Manufacturing para una empresa del rubro maderero permite aumentar las ganancias considerablemente.

4.2. Conclusiones

Tras realizar el diseño del proceso productivo utilizando herramientas lean manufacturing en la empresa Madereras Cabanillas, para incrementar la productividad generado por el retraso en la entrega de los pedidos y la deficiente calidad del producto, se concluye que:

- Se analizó la situación actual de los procesos productivos de la empresa Madereras Cabanillas identificando como principales causas de la problemática, retrasos en el tiempo de entrega y baja calidad del producto, que disminuyen significativamente la productividad de la empresa.

- Se logró diagnosticar la situación actual de la productividad en el área de producción de la empresa Madereras Cabanillas encontrando que las unidades producidas por mes no cubren la demanda requerida, baja productividad laboral, deficiente aprovechamiento de la materia prima (eficiencia física) y consecuente disminución económica.

- En base a Lean Manufacturing se logró diseñar una mejora de procesos en la empresa Madereras Cabanillas mediante la propuesta de aplicación de herramientas como: SLP aumentando un 41.38% la eficiencia del layout, también, mediante las 5S aumentó un 46% su nivel de cumplimiento, así como a través del Jidoka se logró disminuir un 9.76% de error en los productos, además con Justo a Tiempo se obtuvo un 9.21% de disminución en los retrasos de entrega de pedidos, de igual manera en Takt time se logró cubrir la demanda insatisfecha en 15.46% y mediante VSM se disminuyó los tiempos en 3.72 min.

- Se logró medir la productividad mediante el uso de indicadores como: producción, donde se incrementó en 57 unidades de parihuelas al mes, de la misma forma, en productividad laboral, se incrementó 1.91 unidades por hora/hombre, en eficiencia física, se aumentó en un 5% y un aumento en la eficiencia económica de 0.62 soles por cada sol invertido.

- Se elaboró la evaluación económica financiera de la propuesta del proceso productivo en la empresa Madereras Cabanillas para incrementar la productividad a través de la metodología costo/beneficio, donde la proyección del efecto de aplicación dio un VAN de 4521.25 soles, el TIR de 86%, el IR de 3.53 y el COK de 10% valores que indican que la inversión inicial se recupera en el plazo de un año, por lo tanto, se puede afirmar que la empresa en el período de cinco años tendrá rentabilidad.

REFERENCIAS

- Alva, D., & Paredes, D. (2014). *Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuestas de nuevas políticas de gestión de inventarios*. Perú.
- Alvares, O. (20 de agosto de 2009). *Productividad*. Obtenido de El blog salmon: <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-la-productividad>
- Arana, R. (2018). *Implementación de la metodología Lean Manufacturing en proceso productivo de fabricación de suelas de poliuretano para mejorar la rentabilidad de la empresa la Parisina SAC*. Trujillo - Perú.
- Cachanosky, I. (2012). *EFICIENCIA TÉCNICA, EFICIENCIA ECONÓMICA Y EFICIENCIA DINÁMICA*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/b911/218d0237954fbd8b43a7ec74e6416e75b9b5.pdf>
- Cantalapiedra, M. (12 de Abril de 2013). *Eficiencia económica frente a eficiencia técnica*. Obtenido de <http://www.gestoresderiesgo.com/colaboradores/eficiencia-economica-frente-a-eficiencia-tecnica>
- Cardona, J. (2013). *Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales*. Colombia.
- Carreño, P., & Cuellar, A. R. (2017). *Diseño de un plan de mejora orientado a la mitigación de lesiones y/o enfermedades, en los procesos de carga y descarga en la central de corabastos Bogotá*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16215/3/CARRE%C3%91O%20RAMIREZ%20PEDRO%20ALEXANDER,%20CUELLAR%20CARMONA%20ANDREA%20STEPHANIA,%20RUIZ%20AMAYA%20VICTOR%202017.pdf>
- Castrejón, A. (2016). *Implementación de Herramientas Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Castorena, J. (s.f.). *La técnica de las 5 "S" para empresas seguras y limpias*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos101/tecnica-5-a-sa-empresas-seguras-y-limpias/tecnica-5-a-sa-empresas-seguras-y-limpias2.shtml>: <https://www.monografias.com/trabajos101/tecnica-5-a-sa-empresas-seguras-y-limpias/tecnica-5-a-sa-empresas-seguras-y-limpias2.shtml>
- Delgado, J. (Junio de 2011). <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12056/PFG%20Jayro%20Delgado%20D%EDaz.pdf?sequence=1>. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12056/PFG%20Jayro%20Delgado%20D%EDaz.pdf?sequence=1>.

- Delgado, J. J. (2011). <http://www.infocop.es/pdf/LibroErgonomia.pdf>. (S. d. UGT-CEC, Editor, & Blanca Impresores S.L.) Obtenido de <http://www.infocop.es/pdf/LibroErgonomia.pdf>: <http://www.infocop.es/pdf/LibroErgonomia.pdf>
- Espinoza, J. L. (2018). *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de ensamble del proceso de producción de grupos electrógenos utilizando las herramientas de la metodología TLS(Teoría de las restricciones"TOC"- Lean Manufacturing - Six Sigma)*. Perú.
- Estrada, H. (2009). *Implmentación de la Estrategia Manufactura Esbelta en una empresa ensambladora de controles electro-mecanicos para secadoras eléctricas*. México.
- Fernandez, E. (2011). *Diseño de una Distribución de Planta en la empresa Estibas y Carpintería ELGUEDO LTDA*. Cartagena.
- Fisioterapiaonline. (s.f.). <https://www.fisioterapia-online.com/infografias/no-te-quedes-tieso-practica-estos-estiramientos-en-el-trabajo-para-cuidar-tu-espalda>. Obtenido de <https://www.fisioterapia-online.com/infografias/no-te-quedes-tieso-practica-estos-estiramientos-en-el-trabajo-para-cuidar-tu-espalda>.
- Fornés, G. (2013). *VINSER Consultora*. Obtenido de <http://gustavofornes.com.ar/seguridad/accidentes-e-incidentes-piramide-de-accidentalidad>: <http://gustavofornes.com.ar/seguridad/accidentes-e-incidentes-piramide-de-accidentalida>
- García, B. (2013). *Aplicación de herramientas de calidad enfocadas a la disminución de desperdicios durante la producción en un centro de personalización de tarjetas bancarias*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, F. (2007). *Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) - Principales Herramientas. Panorama Administrativo*, 112.
- Gregorio, J., Muñoz, J., Salcedo, A., & Sossa, S. (2011). *Aplicación de Lean Manufacturing en la Industria Colombiana. Latin American and Caribbean Conference*, 5.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implmentación*. Madrid: Stewardship Council.
- Herrera, F., & López, J. (2016). *Impacto de la implementación de la metodología Lean Manufacturing en la producción de la microempresa D'J. LO Servicios Generales EIRL* . Perú.
- Hualla, R., & Cádenas, C. (2017). *MEJORA DE PROCESOS EN LAS ÁREAS DE MEZCLADO Y MOLIENDA DE UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE TUBOSISTEMAS PVC Y PEAD APLICANDO HERRAMIENTAS DE CALIDAD Y LEAN MANUFACTURING*. .
- Los Recursos Humanos. (24 de Septiembre de 2015). Obtenido de <http://www.losrecursoshumanos.com/productividad-laboral/>
- Ministerio de Agricultura y Riego, SERFOR , Trabajando para todo los peruanos. (2017). *Nuestros Bosques en Números*. Lima - Perú: SINCO Industria Gráfica EIRL. Obtenido de <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Nuestros%20Bosques%20en%20Numeros.pdf>

- Morillo, R. (2015). *Propuesta de Distribución en Planta de una Fábrica de Muebles como herramienta de mejora de la Productividad*.
- Nieto, A. (2014). *Implementación de la metodología seis sigma para el mejoramiento continuo del proceso de venta de servicios tecnológicos y comunicacionales en Ecuadortelecoms S.A.* Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Ochoa, J. (03 de Abril de 2009). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/14998597/Concepto-y-definicion-de-materia-prima>
- Orozco Cardozo, E. S. (2015). *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport*. Chiclayo.
- Orozco, E. (2015). *PLAN DE MEJORA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CONFECCIONES DEPORTIVAS TODO SPORT. CHICLAYO* . Chiclayo.
- Pérez, J., & Merino, M. (2011). Obtenido de <https://definicion.de/mano-de-obra/>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *LEAN MANUFACTURING la evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Saldaña, B. (2016). *PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PONCHOS CHALANES PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA ARTESANIA SEÑOR DE LOS MILAGROS SAN MIGUEL S.A EN AL AÑO 2016*. Cajamarca- Perú.
- Silvia, F. (2012). *SATISFACCIÓN LABORAL Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD” (ESTUDIO REALIZADO EN LA DELEGACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DEL ORGANISMO JUDICIAL EN LA CIUDAD DE QUETZALTENANGO*. Guatemala.
- Tejada, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad Republica Dominicana*, 226-310.
- Valderrama, C. (10 de Junio de 2013). Obtenido de <http://industrial22k.blogspot.pe/2013/06/definicion.html>
- Orozco Cardozo, E. S. (2015). *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport*. Chiclayo.
- Prevencionar tu salud, p. (25 de Junio de 2015). <http://prevencionar.com/2015/06/25/los-9-principios-de-la-actividad-preventiva-infografia/>. Obtenido de <http://prevencionar.com/2015/06/25/los-9-principios-de-la-actividad-preventiva-infografia/>
- Rosel, L. (2005). *Manual de ergonomia en la construcción*. Obtenido de <http://www.acpnavarra.com/Administracion/Archivos/GD/792/FLC-ManualErgonomiaConstruccion-042008.pdf>
- Salinas, J. (2011). 5 "S" *HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS DE LA CALIDAD*.

ANEXOS

Anexo N°1: Datos generales de la empresa

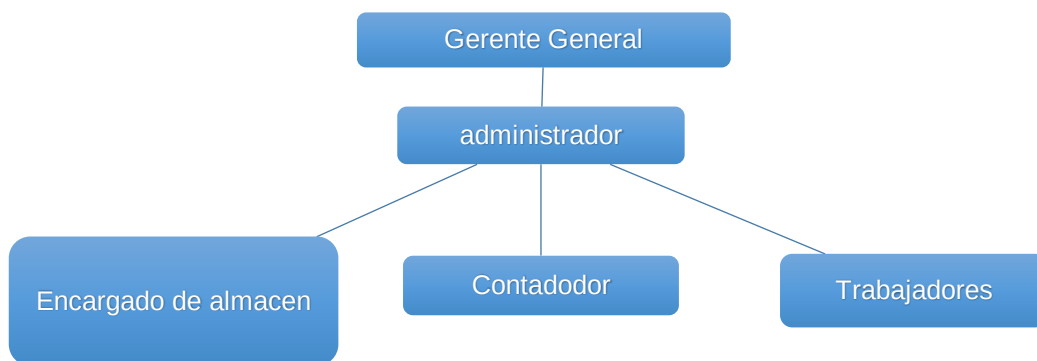
1. Descripción general de la empresa.

Maderera Cabanillas y Servicios Generales S.R.L. es una empresa Cajamarquina que tiene más de 20 años dedicándose a la compra, procesamiento y venta de maderas. La empresa fue fundada por el señor Santos Cabanillas Hernández, hoy en día la empresa cuenta con dos sedes en la ciudad de Cajamarca, con proyectos de construcción en Hualgayoc, Tongod y otros.

2. Organigrama.

Las partes que constituyen a la empresa, se muestran a continuación:

Figura N° 1: Organigrama de la empresa Madereras Cabanillas

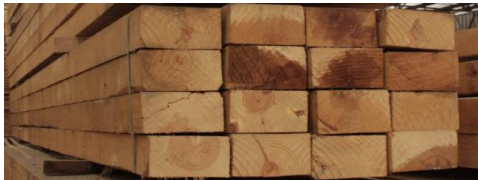


Fuente: Elaboración propia.

3. Productos

La empresa maderera ofrece diversos productos y servicios, por lo general depende de los requerimientos y especificaciones de los clientes, a continuación, se muestran los más solicitados por ellos:

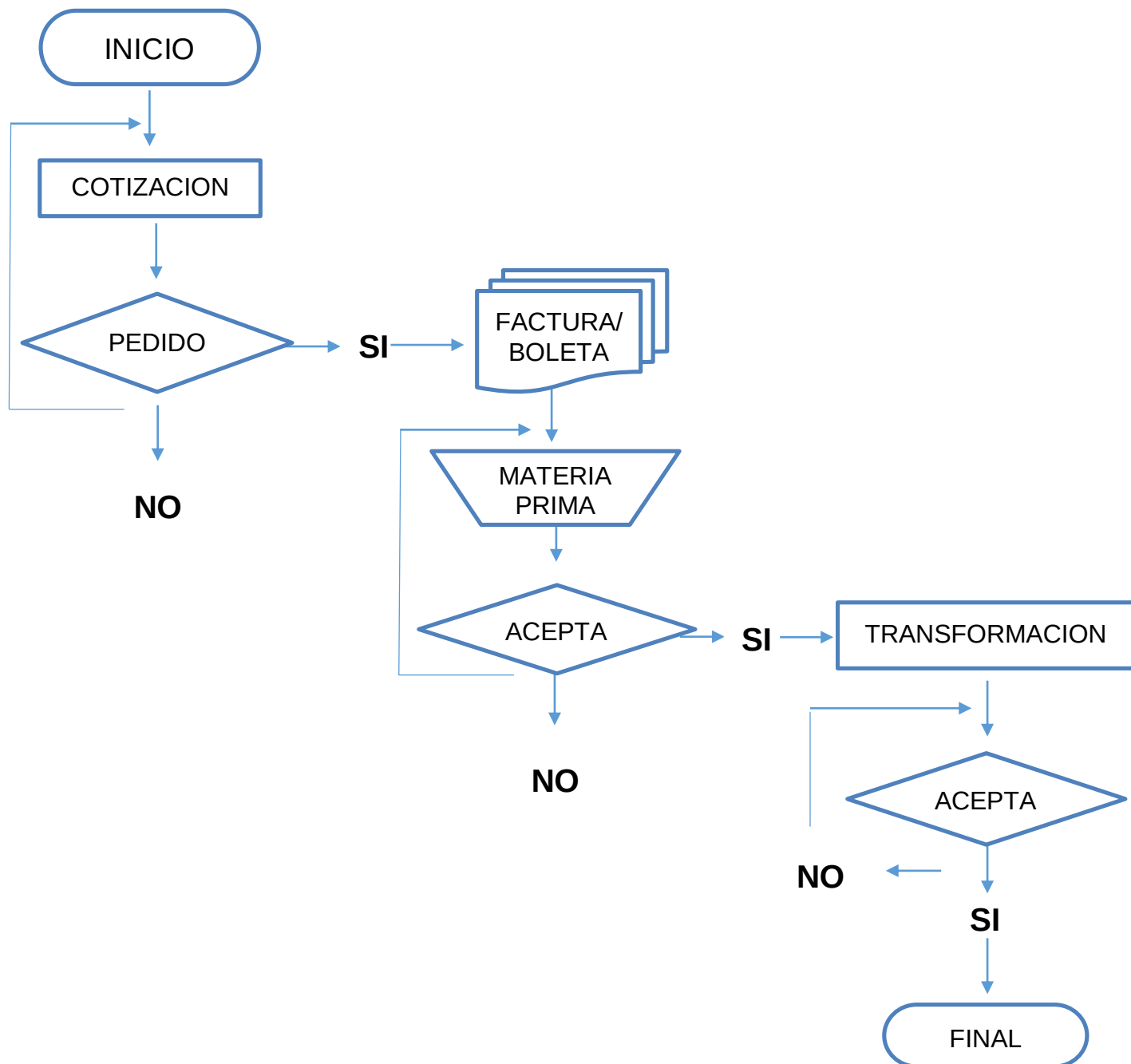
Tabla N°1: Productos de la empresa Madereras Cabanillas

Madera procesada			
Tablas		Vigas y viguetas	
Obras de carpintería			
Mesas y sillas		Parihuelas	
Caballetes de madera		Otros: Casetas para oficina, cajas para extintor, estantes, puertas, etc.	

Fuente: Empresa Madereras Cabanillas

4. Diagrama de flujo:

Figura N° 2: Diagrama de flujo de la empresa Madereras Cabanillas.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El diagrama de flujo de la maderera Cabanillas se interpreta así: Al ingresar el cliente, primero se realiza una cotización de los productos, luego una vez hecho el pedido, se realiza una boleta/factura, una vez obtenida la orden, se escoge la M.P. a utilizar, luego se la transforma, para después finalmente ser entregada al cliente.

Anexo N°2: Encuesta De Satisfacción Al Cliente

- Validación de Encuesta

Diseñado por José Luis Ventura-León

FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO: GUIA DE ENTREVISTA

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validez basada en el contenido de un instrumento destinado a medir la Satisfacción del Cliente. En ese sentido, solicito pueda evaluar los 4 ítems en dos criterios: Coherencia y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria me permitirá identificar posibles fallas en la escala.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

I. Datos Generales

Nombre y Apellido:	Ricardo Fernando Ortega Mestanza		
Grado académico:	Bachiller	Magister ☒	Doctor
Área de Formación académica	Ingeniería Industrial		
Áreas de experiencia profesional	Operaciones y Cadena de Abastecimiento		
Tiempo de experiencia profesional en el área	☒ 2 a 4 años	5 a 10 años	10 años a mas

II. Criterios de Calificación

a. Coherencia

El grado en que el ítem guarda relación con la dimensión que está midiendo. Su calificación varía de 0 a 3: El ítem "No es coherente para evaluar" (puntaje 0), "poco coherente para evaluar" (puntaje 1), "coherente para evaluar" (puntaje 2) y es "totalmente coherente para evaluar" (puntaje 3).

Nada coherente	Poco coherente	Coherente	Totalmente coherente
0	1	2	3

b. Claridad

El grado en que el ítem es entendible, claro y comprensible en una escala que varía de "Nada Claro" (0 punto), "medianamente claro" (puntaje 1), "claro" (puntaje 2), "totalmente claro" (puntaje 3)

Nada claro	Poco claro	Claro	Totalmente claro
0	1	2	3

Diseñado por José Luis Ventura-León

ÍTEMS		Citas bibliográficas	Coherente				Claridad				Sugerencias
Ponderación			0	1	2	3	0	1	2	3	
Nº	Ítems										
1	¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto al servicio en general?	Basado en Empresa Alicorp (KFC, 2018)				X				X	
2	¿Qué es lo que actualmente le gusta más del servicio que brinda la empresa?					X				X	
3	¿Qué es lo que actualmente le gusta menos del servicio que brinda la empresa?					X				X	
4	¿Tiene algún comentario o sugerencia hacia la empresa?					X				X	

Las alternativas de respuesta van de 0 al 3 y tienen las siguientes expresiones:

0 1 2 3
Muy en desacuerdo Desacuerdo De acuerdo Muy de acuerdo


Firma
Ing. Fernando Ortega

1. Cálculo del número de encuestas

Figura N° 1: Formulas para hallar el número de muestras

FÓRMULAS DE CÁLCULO PARA n		
SITUACIÓN N	PARA ESTIMAR LA MEDIA POBLACIONAL (μ)	PARA ESTIMAR LA PROPORCIÓN POBLACIONAL (P)
N es infinita	Donde: $n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{e} \right)^2$	Donde: $n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 pq}{e^2}$
	$Z_{\alpha/2}$ = se define según el N.C. σ = Desviación estándar e = Error máximo tolerable	$Z_{\alpha/2}$ = se define según el N.C. p = Proporción de elementos que poseen la característica de interés e = Error máximo tolerable
N es finita (conocida)	$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 N \sigma^2}{\sigma^2 Z_{\alpha/2}^2 + (N - 1) e^2}$ Donde: N = Tamaño de la población. Las demás especificaciones, son las mismas	$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 N pq}{pq Z_{\alpha/2}^2 + (N - 1) e^2}$ Donde: N = Tamaño de la población. Se mantienen las demás especificaciones

Tabla N°1: Número de encuestas a realizar al cliente

nivel de confianza	95%
Z=	1.96
P (promedio de clientes al mes) =	28
p=	0.7
q=	0.3
e=	8%
n=	23.061 $\cong$ 24

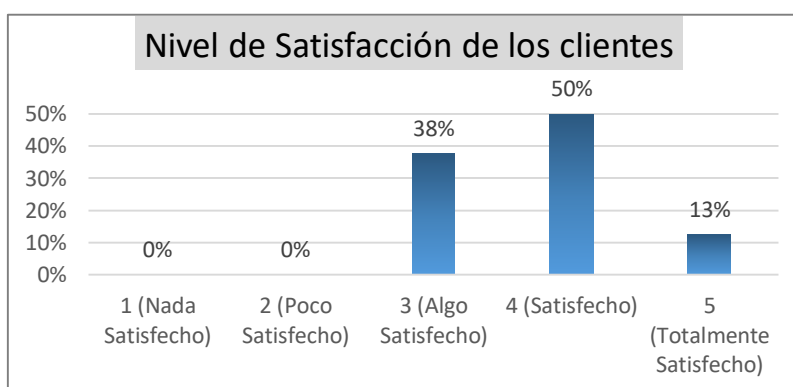
Fuente: Elaboración Propia

2. Formato de la encuesta de Satisfacción del cliente.

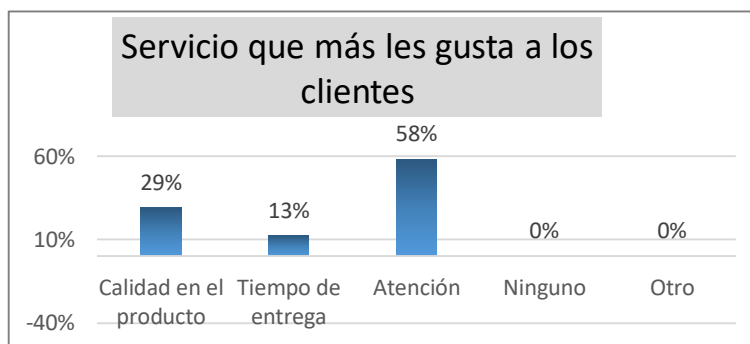
ENCUESTA DE SATISFACCIÓN AL CLIENTE

- Buen día le pedimos que por favor llene esta pequeña encuesta.
- La información que nos proporcione será utilizada para conocer el grado de satisfacción que actualmente tiene la empresa Madereras Cabanillas y servicios generales con respecto al servicio en general que brinda.
- La encuesta tiene una duración de 3 minutos aproximadamente.

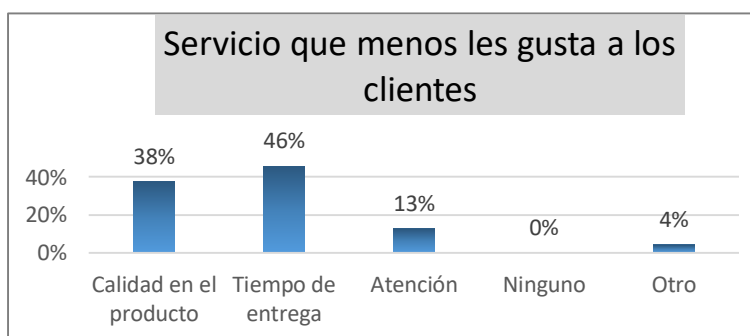
1. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto al servicio en general?: (Escala del 1 al 5)



2. ¿Qué es lo que actualmente le gusta más del servicio que brinda la empresa?



3. ¿Qué es lo que actualmente le gusta menos del servicio que brinda la empresa?



4. ¿Tiene algun comentario o sugerencia hacia la empresa?

Cliente	Sugerencia
1	Mejorar los tiempos de entrega
2	-
3	Usar mejor madera
4	-
5	Mejorar los tiempos de entrega
6	
7	-
8	Mejorar los tiempos de entrega
9	-
10	Más rapidez en la atención
11	-
12	-
13	-
14	-
15	-
16	Mejorar los tiempos de entrega
17	-
18	Mejores precios
19	-
20	-
21	Mejorar los tiempos de entrega
22	-
23	Mejorar los tiempos de entrega
24	-

Anexo N°3: Entrevista al Administrador de la empresa Madereras Cabanillas

ENTREVISTA AL ADMINISTRADOR DE LA EMPRESA MADERERAS CABANILLAS		
ENTREVISTADO:	Segundo German Vásquez Becerra	
ENTREVISTADORAS:	Sharon Jordana Díaz Lezcano	
	Diana Elizabeth Ruiz Muñoz	
FECHA: 12/09/2018	DÍA: miércoles	HORA: 3:15 pm
Desarrollo de la entrevista:		
Muy buenas tardes, somos estudiantes de ingeniería industrial de la UPN, estamos realizando una investigación que tiene relación con la mejora de la producción para incrementar la productividad en la empresa, deseamos hacerle unas preguntas que ayuden a encontrar información acerca de los problemas existentes en el área de producción, con el fin de proponer mejoras que les den solución. Empecemos:		
1. ¿Cuántas áreas existen en la empresa?		
La empresa cuenta con 7 áreas que son el área de almacén de M.P., el de producto terminado, corte, habilitado, cepillado, mantenimiento y embarque.		
2. ¿Cuáles son los productos más demandados por los clientes?		
Los principales son las tablas, vigas y viguetas, y como obras de carpintería están las parihuelas, puertas, mesas y sillas.		
3. ¿Cuáles son los procesos o áreas que generan retrasos al momento de producir?		
El corte genera retrasos y también al momento de sacar la madera del almacén de M.P.		
4. ¿Cuáles son los problemas más comunes que presentan los trabajadores?		
Los problemas más comunes son los malos cortes, los reprocesos o cuando no escuchan bien las especificaciones y las medidas están mal hechas.		
5. Díganos los problemas relacionados al uso de los EPP		
A los operarios se les entrega EPP, pero ellos se sienten incómodos utilizándolos, se les exige su uso, pero cuando no estamos en el área de producción se los quitan.		
6. ¿Qué problemas se han podido detectar con los proveedores?		
Bueno con los proveedores no hay problemas, debido a que estamos trabajando con ellos por muchos años.		
7. ¿Qué problemas han presentado los lotes de M.P.?		
Usualmente los problemas que se encuentran son las grietas.		
8. ¿Qué problemas genera la distribución actual del área de procesos?		
El área de procesos sí está por mejorar, porque muchas veces impide el pase de un área a otra y también se genera mucho desorden y eso no permite trabajar bien.		
9. ¿Cuáles son los defectos que usualmente se encuentran en el producto final?		
Las medidas o cuando usan maderas que no deben de usarse, porque se acabó el tipo de madera pedido.		
10. ¿Cuáles son las quejas o sugerencias más mencionadas por los clientes?		
Pocas veces nos reclaman, pero considero que es más por el tiempo de entrega.		
11. ¿Qué otros problemas se han podido detectar en el área de procesos?		
Considero que principalmente las mencionadas la distribución, el uso de EPP y las malas mediciones.		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N°4: Guía de observación del Proceso de Producción

GUÍA DE OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN		
EMPRESA: Madereras Cabanillas y Servicios generales S.R.L.		
ÁREA: Producción		
PROCESO OBSERVADO: Elaboración de Parihuelas		
FECHA: 12/09/2018	DÍA: miércoles	HORA: 3:30 pm
¿QUÉ OPERACIONES SE DEBEN LLEVAR A CABO PARA LA ELABORACIÓN DE PARIHUELAS?		
La primera operación es la descarga y clasificación de M.P., luego esta se almacena, luego de acuerdo al tipo de madera requerido por los clientes se traslada la madera al área de cortado, una vez hecho esto se traslada a la máquina de cepillado, luego nuevamente esto pasa al área de cortado, una vez obtenida ya la madera con las medidas deseadas se traslada al área carpintería en donde se le da un acabado dándole la forma a la parihuelas, finalmente el producto pasa al área de almacén de productos terminados.		
¿QUÉ MÁQUINAS/EQUIPOS INTERVIENEN EN EL PROCESO?		
Las máquinas utilizadas son la de cortado CIRCAT circular, una cepilladora, una garlopa, una cierra, una cinta, un tupi y una machimbradora.		
¿CUÁNTOS OPERARIOS INTERVIENEN EN EL PROCESO?		
La empresa cuenta con 7 operarios, se podría decir que cada área cuenta por lo menos con uno de ellos.		
¿QUÉ PROBLEMAS SE DETECTAN EN LA RELACIÓN OPERARIO-MÁQUINA?		
Los trabajadores al momento de realizar sus actividades en las máquinas no utilizan EPP, e incluso el aserrín que generan estas máquinas se pegan a diversas partes del cuerpo de los trabajadores como sus cejas, cabello y porque no se podría decir que incluso son inhalados por estos o se pegan a las vistas, esto obviamente ocasiona daños a los trabajadores.		
¿OBSERVA CUELLOS DE BOTELLA EN LA PRODUCCIÓN?		
Sí, se puede observar que esto se da en el área de cortado, esto debido al segundo corte que debe de hacerse durante el proceso y también a los reprocesos que se hacen en esta área		
¿EL ABASTECIMIENTO DE MATERIALES Y M.P. SE REALIZAN DE MANERA OPORTUNA?		
Con respecto al abastecimiento de materiales, hubo pocas ocasiones en que esto generó problemas, pero con respecto a la M.P. sí, debido a que esta depende de los requerimientos de los clientes, es por ello que en ocasiones la madera se encontraba debajo de muchas filas de estas lo que ocasionó retrasos para empezar a procesar la madera.		
¿HAY REPROCEOS EN LA PRODUCCION POR FALLAS EN MÁQUINAS, EQUIPOS O HERRAMIENTAS?		
Sí, se observan constantes reprocesos tanto en el área de cortado como en el área de cepillado.		
¿LA PRODUCCIÓN ES PLANEADA?		
Sí, pero se puede observar que esta no es muy eficiente, debido a la acumulación de pedidos que se genera.		
¿OBSERVA MÉTODOS DEFINITIVOS DE TRABAJO?		
Se asume que no, porque esto normalmente según comentarios de los trabajadores se planean de acuerdo a los pedidos y las especificaciones dadas para estos.		
¿QUÉ OBSERVACIONES EXISTEN CON RESPECTO AL ÁREA DE TRABAJO?		
Se observa un layout deficiente, debido a que los trabajadores encuentran obstrucciones entre áreas, lo que les dificulta al momento de su traslado, también se puede decir generan accidentes como caídas, golpes, etc., además la distribución de las áreas no es correcta, porque existe mucha distancia entre muchas de estas y no solo eso, sino que genera retrasos, ya que el pase de un área a otra al verse dificultada por las maderas que se encuentran entre estas generan incomodidad a los operarios.		
DESCRIBA EL PRODUCTO TERMINADO O SERVICIO OFRECIDO		
A simple vista el producto final presenta buen aspecto, sin embargo, no se ve que se haga un control de calidad al producto final, esto beneficiaría a la empresa ya que los clientes tendrían una mayor satisfacción con respecto a la calidad del producto final.		

OPINIÓN Y SUGERENCIAS

Si bien es cierto la empresa cuenta con más de 20 años en la industria maderera, aun presenta muchos problemas que generan baja productividad a la empresa y aun no toman medidas de solución, por ello se recomienda hacer un plan de implementación de la metodología lean, ya que esta por lo general tiende a ayudar a solucionar los problemas más comunes encontrados en las diversas industrias.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°5: Encuesta De Satisfacción a los Operarios

Diseñado por José Luis Ventura-León

FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO: GUIA DE ENTREVISTA

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validez basada en el contenido de un instrumento destinado a medir la Satisfacción del trabajador en la Empresa. En ese sentido, solicito pueda evaluar los 14 ítems en dos criterios: Coherencia y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria me permitirá identificar posibles fallas en la escala.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

I. Datos Generales

Nombre y Apellido:	Ricardo Fernando Ortega Mestanza		
Grado académico:	Bachiller	Magister ☒	Doctor
Área de Formación académica	Ingeniería Industrial		
Áreas de experiencia profesional	Operaciones y Cadena de Abastecimiento		
Tiempo de experiencia profesional en el área	☒ 2 a 4 años	5 a 10 años	10 años a mas

II. Criterios de Calificación

a. Coherencia

El grado en que el ítem guarda relación con la dimensión que está midiendo. Su calificación varía de 0 a 3: El ítem "No es coherente para evaluar" (puntaje 0), "poco coherente para evaluar" (puntaje 1), "coherente para evaluar" (puntaje 2) y es "totalmente coherente para evaluar" (puntaje 3).

Nada coherente	Poco coherente	Coherente	Totalmente coherente
0	1	2	3

b. Claridad

El grado en que el ítem es entendible, claro y comprensible en una escala que varía de "Nada Claro" (0 punto), "medianamente claro" (puntaje 1), "claro" (puntaje 2), "totalmente claro" (puntaje 3)

Nada claro	Poco claro	Claro	Totalmente claro
0	1	2	3

Diseñado por José Luis Ventura-León

Nº	ÍTEM	Citas bibliográficas	Coherente				Claridad				Sugerencias
			0	1	2	3	0	1	2	3	
	Ponderación										
	Ítems										
1	¿Cuál es su nivel de satisfacción con la empresa?					X				X	
2	Con respecto al procesamiento de la madera, ¿existe un proceso estandarizado, es decir, los pasos a seguir para procesar la madera son siempre los mismos?					X				X	
3	¿Sabe diferenciar los tipos de madera?					X				X	
4	¿Se les da capacitaciones?					X				X	
5	¿Considera que las máquinas y herramientas que utiliza son las más adecuadas?					X				X	
6	Con respecto al área de trabajo, ¿la ubicación de máquinas, herramientas, materia prima, etc. son adecuadas, es decir, no le dificultan al momento de trabajar?					X				X	
7	¿Considera que existen áreas improductivas dentro de la empresa?					X				X	
8	De todos los procesos para elaborar madera, ¿cuál es el que toma más tiempo?, además mencione los problemas que esta genera	Basado en (MicroTech, 2018)				X				X	
9	¿Cuáles son los principales problemas que se detectan en la madera y generan más desperdicios o que sea desechada?					X				X	
10	¿Los implementos de seguridad personal que se les ha brindado son los más apropiados y necesarios? ¿Por qué?					X				X	
11	Marque los implementos de seguridad que se le ha brindado para elaborar.					X				X	
12	¿Cuáles cree que son las principales causas que generan retrasos de los pedidos?					X				X	
13	¿Cuáles cree que son las principales causas que generan que el producto final no tenga el nivel de calidad deseado por los clientes?					X				X	
14	Describe aquellas sugerencias que ayuden a que haya un mejor desempeño laboral (ejemplo: Capacitaciones, más orden en el espacio de trabajo, más herramientas, mejorar la comunicación entre los trabajadores, etc.)					X				X	

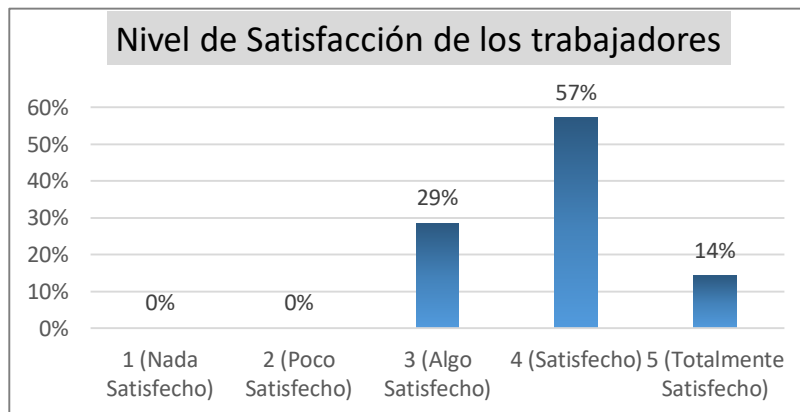
Las alternativas de respuesta van de 0 al 3 y tienen las siguientes expresiones:

0 1 2 3
Muy en desacuerdo Desacuerdo De acuerdo Muy de acuerdo


Firma
Ing. Fernando Ortega

RESULTADOS DE LA ENCUESTA AL TRABAJADOR DE LA EMPRESA MADERERAS CABANILLAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.

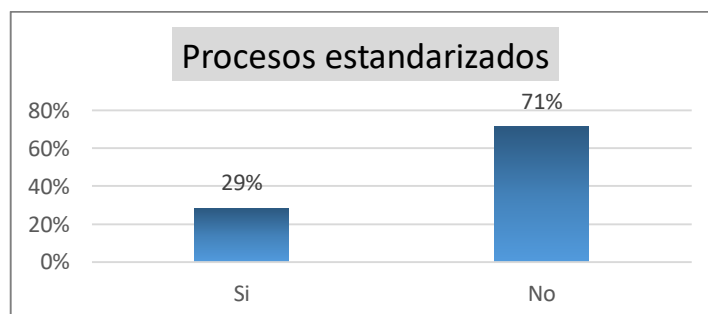
1. ¿Cuál es tu nivel de satisfacción con la empresa?



Detalla el porqué de tu respuesta:

Trabajador	Comentario
1	La empresa es puntual con el horario de trabajo
2	Todo bien solo que a veces hay mucho trabajo y no hay quien nos ayude
3	Nunca he tenido problemas con mi trabajo
4	Bien porque el gerente es muy amable
5	Nos tratan muy bien, pero a veces hay muchos pedidos y no hay ayuda
6	Me siento cómodo trabajando aquí
7	Bien porque trabajamos siempre en equipo

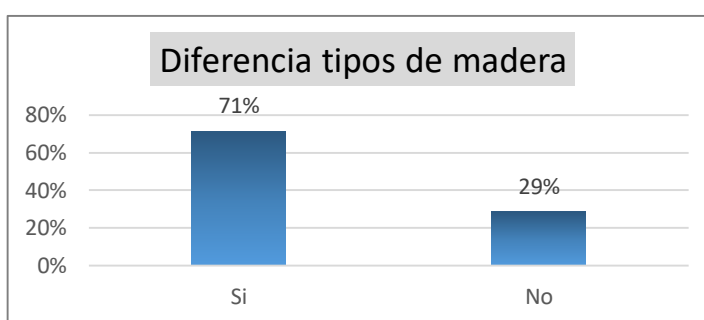
2. Con respecto al procesamiento de la madera, ¿existe un proceso estandarizado, es decir los pasos a seguir para procesar la madera son siempre los mismos?



Detalla el porqué de tu respuesta, además menciona si estos son adecuados o deberían de ser cambiados o mejorados:

Trabajador	Comentario
1	Depende de la madera y de lo que pidan los clientes
2	No siempre son los mismos, porque hay maderas que no necesitan cortar otra vez
3	Sí, son los mismos
4	Depende de lo que nos diga el administrador
5	A veces son los mismos, pero depende de cómo este la madera
6	Sí, porque siempre hacemos lo mismo
7	Mucho tiene que ver el pedido, pero no seguimos los mismos procedimientos todas las veces, aunque sí son muy parecidos.

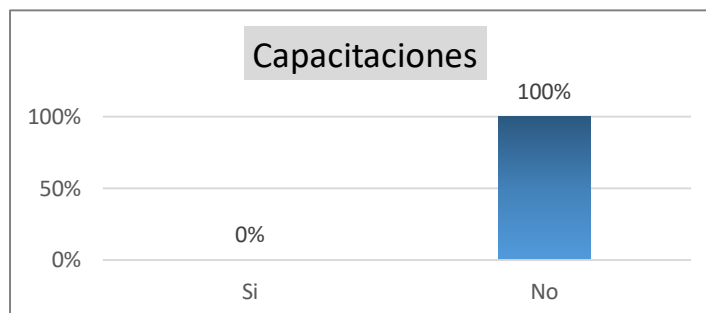
3. ¿Sabe diferenciar los tipos de madera?



Detalla el porqué de tu respuesta:

Trabajador	Comentario
1	Si se conoce
2	Sí, porque tenemos que saberlo
3	Sí, pero de vez en cuando se consulta
4	Sí, pero como soy nuevo a veces necesito consultar al administrador o a un trabajador
5	Si sabemos
6	Sí, pero igual siempre pregunto
7	Sí, conozco

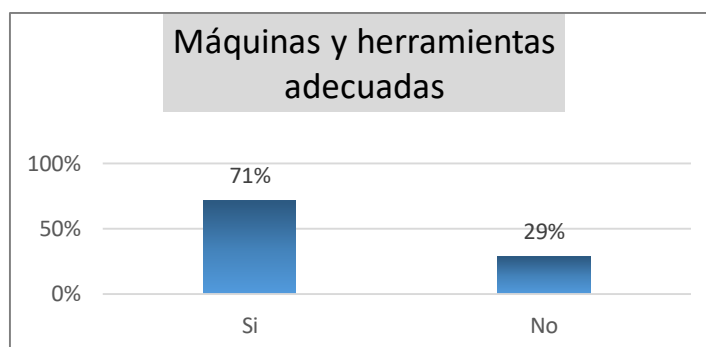
4. ¿Se les da capacitaciones?



Detalla el porqué de tu respuesta, además si esta es sí menciona las capacitaciones que se les brinda:

Trabajador	Comentario
1	No recibimos ninguna capacitación
2	No, nunca nos han dado capacitaciones
3	No nos dan capacitaciones
4	No nos dan, pero conocemos los procesos
5	No nos dan capacitaciones
6	Nunca nos han dado capacitaciones
7	No nunca nos han dado, pero si sabemos los procesos

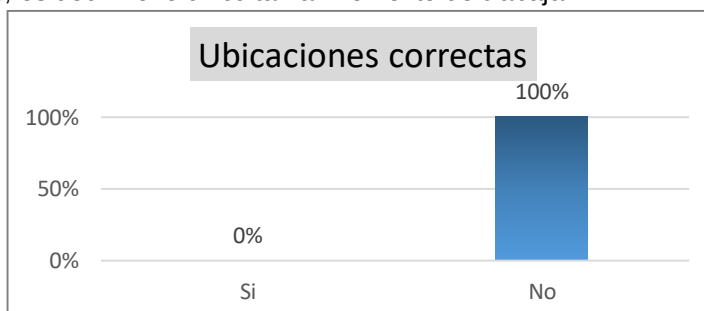
5. ¿Considera que las máquinas y herramientas que utiliza son las más adecuadas?



Nombra las máquinas que considera no son necesarias, las que deberían de cambiarse, o aquellas que deberían de ser implementadas:

Trabajador	Comentario
1	Sí, solo que a veces necesitamos cortar, pero las máquinas están ocupadas
2	Sí, solo que hay herramientas muy viejitas
3	Sí, no hay problema con eso
4	Estamos bien con las máquinas
5	Sí, no hay problema con las herramientas
6	Sí, no hay problema
7	Sí, pero igual ya deberían de cambiar algunas máquinas están muy viejas

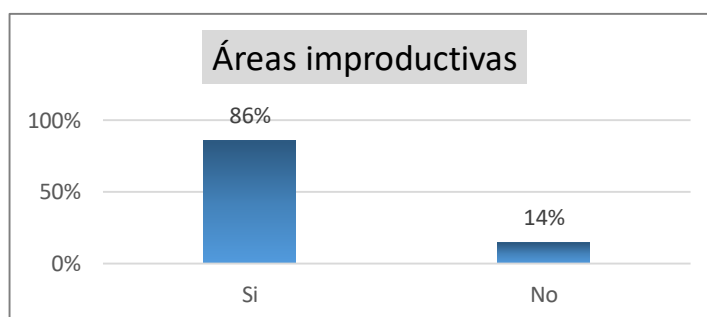
6. Con respecto al área de trabajo ¿La ubicación de máquinas, herramientas, materia prima, etc. son adecuadas, es decir no le dificultan al momento de trabajar?



Detalla el porqué de tu respuesta:

Trabajador	Comentario
1	A veces la madera que trabajamos esta en medio y no podemos pasar
2	Mucho desorden
3	No, a veces nos tropezamos
4	Esta muy desordenado, puede ser peligroso
5	Necesita limpiarse
6	Necesita mejorar el orden
7	La madera a veces esta entre las máquinas, también el pasadizo a veces está lleno y no se puede pasar

7. ¿Considera que existen áreas improductivas dentro de la empresa?



Nombre aquellas áreas que deberían de ser utilizadas para realizar otras actividades, las que deberían de ser ubicadas en otro lugar o aquellos espacios que no son utilizados, pero deberían de ser ocupados:

Trabajador	Comentario
1	Se debe de reacomodar todo de nuevo, para que se mejore el pase.
2	Se debe acomodar mejor, pero ya estamos acostumbrados
3	El almacén a lado del baño a veces está vacío, ese debería de ser ocupado
4	Las maderas deben ser en un solo lugar, a veces están por todos lados
5	La madera, el área de corte esas deben de ser reacomodadas.
6	Si están bien las áreas, no se deben cambiar
7	Las maderas deben ser cambiadas a otro lugar, para que no interrumpan el pase de máquina a máquina

8. De todos los procesos para elaborar madera ¿Cuál es el que toma más tiempo?, además menciona los problemas que esta genera:

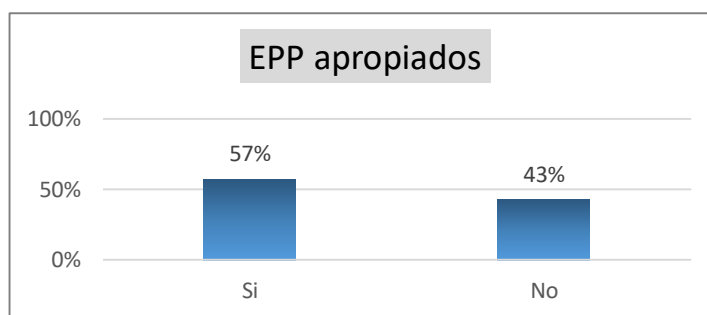
Trabajador	Comentario
1	En el área de cortado se demora porque a veces está ocupado
2	En el corte y al momento de sacar la madera del área de almacén

3	En el cortado
4	Cuando se saca la madera
5	En el área de corte y en el almacén cuando se saca la madera
6	Para sacar la madera, porque a veces esta debajo de las demás maderas
7	Más en el almacén para sacar la madera, pero también en el área de corte porque a veces está ocupada

9. ¿Cuáles son los principales problemas que se detectan en la madera y generan más desperdicios o que sea desechada?

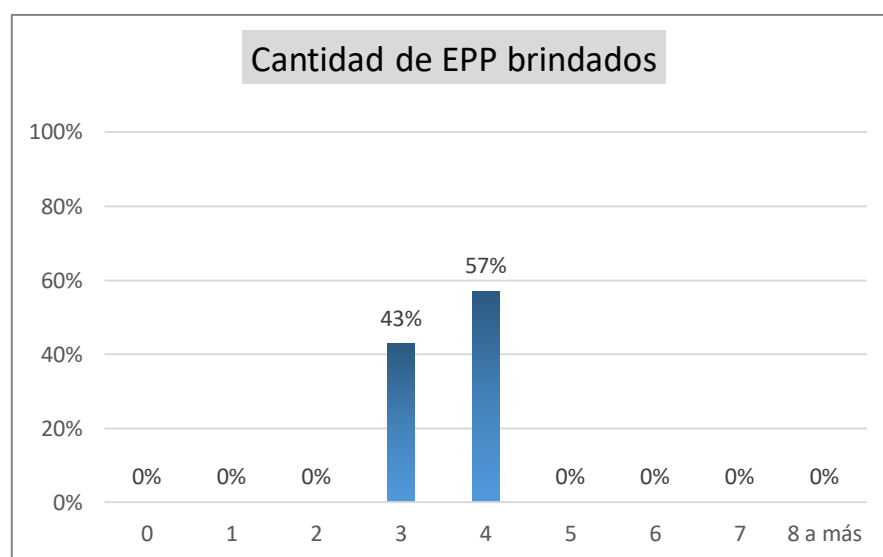
Trabajador	Comentario
1	Cuando viene con grietas
2	Mayormente grietas
3	Grietas
4	Las grietas o huecos que tengan
5	La madera a veces esta con grietas.
6	Las grietas internas, no se ven
7	Grietas, huecos o que estén muy encorvados

10. ¿Los implementos de seguridad personal que se les ha brindado son los más apropiados y necesarios? ¿Por qué?



Trabajador	Comentario
1	Si son apropiados, pero a veces no lo usamos
2	Sí hay, pero no lo usamos nos incomodan, además ya están viejos y rotos algunos
3	Sí, pero a veces nos dificultan el trabajo por eso lo sacamos
4	Hacen falta más implementos, pero no se usan mucho
5	Sí, pero no se usan mucho
6	No, deberían de cambiarlos ya están viejos y exigimos para usarlos
7	Sí, pero no nos ponemos porque es más difícil hacer el trabajo y a veces estamos ocupados

11. Marque los implementos de seguridad que se le ha brindado para laborar:



12. ¿Cuáles cree que son las principales causas que generan retrasos de los pedidos?

Trabajador	Comentario
1	La cantidad de pedidos y están ocupadas las máquinas
2	A veces tenemos varios pedidos
3	Hay varios pedidos y para pasar de un lugar a otro no se puede
4	Nos demoramos en los procesos, a veces las máquinas están ocupadas
5	Muchos pedidos y no hay quien ayude
6	A veces hay muchos pedidos
7	Muchos pedidos en una sola vez, eso retrasa sus entregas

13. ¿Cuáles cree que son las principales causas que generan que el producto final no tenga el nivel de calidad deseado por los clientes?

Trabajador	Comentario
1	Los malos cortes o las medidas
2	No creo que haya problemas, siempre entregamos bien los pedidos
3	No hay problemas con la calidad del producto
4	A veces cuando no hay la madera se utiliza otra
5	Quizás a veces las medidas nos están bien
6	A veces nos confundimos de medidas o no escuchamos bien y no hay el administrador
7	El producto está bien, no nos reclaman

14. Describe aquellas sugerencias que ayuden a que haya un mejor desempeño laboral (ejemplo: Capacitaciones, más orden en el espacio de trabajo, más herramientas, mejorar la comunicación entre los trabajadores, etc.)

Trabajador	Comentario
1	Mejorar el orden y limpiar también
2	Cuando hay tiempo libre se debería de capacitar
3	Que haya más ayuda, por los pedidos
4	Más máquinas
5	Mejorar el espacio para poder trabajar
6	Mejorar el orden para poder trabajar mejor
7	Organizar mejor los pedidos

Anexo N°6: Tiempo de procesos de la madera (5 observaciones)

Estaciones	E1	E2	E3	E4	E5			
Ciclos	Almacén	Cortado	Cepillado	Cortado 2	Inspección	X	X^2	Promedio
1	1.33	1.20	1.08	1.12	0.17	4.90	24.01	
2	1.55	1.33	1.17	1.13	0.13	5.32	28.27	
3	1.43	1.43	1.05	1.20	0.25	5.37	28.80	
4	1.40	1.38	1.07	0.93	0.22	5.00	25.00	
5	1.17	1.25	1.00	1.05	0.20	4.67	21.78	
						25.25	127.86	5.05

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°7: Formula para hallar el tamaño de muestra

$$n = (40 * \frac{\sqrt{n'(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)})^2$$

n= tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n'= número de observaciones del estudio preliminar

Σ= suma de los valores

X = valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 94.45%

Anexo N°8: Número de observaciones

n'	5.05
X	25.25
X^2	127.86
N	21
N° observ.	Insuficiente

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El indicador de la formula nos menciona que cuando N es menor o igual a n', el número de observaciones tomadas es suficiente para la determinación del tiempo promedio, sin embargo, los resultados obtenidos nos muestran que la cantidad de observaciones realizadas no son suficientes para determinar el tiempo promedio de cada área del proceso productivo, es por ello que se debe de tomar, según el numero obtenido, 21 observaciones

Anexo N°9: Tiempo de procesos de la madera y parihuela (21 observaciones)

ACTIVIDAD		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20	O21	PROMEDIO
PROCESOS PARA MADERA PROCESADA	1. Descarga y clasificación de M.P.	1.38	1.25	1.23	1.25	1.38	1.45	1.00	1.53	1.42	1.33	1.53	1.50	1.63	1.33	1.37	1.58	1.77	1.20	1.27	1.08	1.10	1.36
	2. Traslado a almacén de M.P.	0.58	0.75	0.67	0.70	0.83	0.53	0.60	0.68	0.77	0.58	0.50	0.72	0.68	0.70	0.50	0.75	0.68	0.75	0.68	0.60	0.45	0.65
	3. Almacenamiento	1.33	1.38	1.50	1.53	1.58	1.47	1.60	1.43	1.25	1.47	1.47	1.58	1.38	1.47	1.58	1.27	1.38	1.58	1.25	1.38	1.43	1.44
	4. Traslado a máquina CIRCAT Circular	0.50	0.45	0.53	0.50	0.87	0.50	0.47	0.53	0.47	0.60	0.50	0.48	0.53	0.60	0.53	0.48	0.48	0.58	0.60	0.53	0.63	0.54
	5. Cortado	1.20	1.25	1.40	1.50	1.28	1.47	1.50	1.33	1.50	1.37	1.27	1.50	1.25	1.50	1.45	1.28	1.25	1.62	1.53	1.32	1.50	1.39
	6. Traslado a máquina de cepillado	0.43	0.33	0.33	0.42	0.42	0.37	0.43	0.33	0.47	0.33	0.28	0.37	0.42	0.50	0.33	0.37	0.33	0.42	0.47	0.33	0.28	0.38
	7. Cepillado	1.08	1.33	1.33	1.10	1.33	1.33	1.05	1.13	1.08	1.20	1.10	1.08	1.13	1.12	1.33	1.25	1.33	1.03	1.00	1.10	1.12	1.17
	8. Traslado a área de cortado	0.33	0.28	0.50	0.33	0.37	0.28	0.47	0.33	0.28	0.33	0.28	0.37	0.40	0.33	0.37	0.28	0.37	0.40	0.37	0.33	0.28	0.35
	9. Cortado	1.12	1.25	1.25	1.12	1.27	1.37	1.47	1.23	1.17	1.22	1.42	1.12	1.20	1.12	1.17	1.27	1.47	1.12	1.17	1.05	1.37	1.23
	10. Inspección	0.17	0.37	0.43	0.33	0.47	0.50	0.33	0.47	0.28	0.17	0.33	0.37	0.38	0.33	0.37	0.47	0.17	0.28	0.17	0.25	0.30	0.33
	11. Traslado a embarque	1.28	1.25	1.37	1.40	1.20	1.28	1.27	1.25	1.30	1.25	1.25	1.38	1.22	1.42	1.25	1.28	1.25	1.27	1.25	1.20	1.37	1.28
	12. Embarque y envío	0.50	0.60	0.55	0.47	0.57	0.57	0.47	0.60	0.55	0.57	0.50	0.47	0.40	0.50	0.50	0.75	0.57	0.50	0.47	0.90	0.48	0.55
PROCESOS PARA OBRAS DE CARPINTERIA	8. Traslado a área de carpintería	1.17	1.02	1.28	1.30	1.02	1.18	1.23	1.02	1.27	1.27	1.02	1.23	1.02	1.15	1.18	1.02	1.28	1.02	1.27	1.20	1.28	1.16
	9. Acabado	12.43	12.85	12.50	12.75	12.50	12.70	12.53	12.50	12.43	12.55	12.40	12.57	12.50	12.50	12.53	12.43	12.60	12.50	12.35	12.45	12.57	12.53
	10. Inspección	0.33	0.37	0.38	0.47	0.50	0.33	0.47	0.38	0.37	0.28	0.47	0.33	0.28	0.33	0.28	0.37	0.75	0.57	0.37	0.28	0.37	0.39
	11. Traslado a almacén de productos terminados	1.18	1.23	1.25	1.33	1.03	1.00	1.23	1.02	1.15	1.18	1.08	1.33	1.33	1.10	1.33	1.33	1.40	1.20	1.28	1.27	1.02	1.20
	12. Almacén	1.20	1.12	1.17	1.27	1.47	1.12	1.02	1.15	1.18	1.02	1.28	1.28	1.25	1.37	1.40	1.20	1.23	1.17	1.22	1.42	1.02	1.22

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Al promediar los 21 datos de tiempo para cada actividad dentro del proceso de transformación de madera, se concluye que para descarga y clasificación de M.P. se requiere de 1.36 min. aprox., el traslado a almacén de M.P. dura 0.65 min., el almacenamiento 1.44 min., el traslado a máquina de cortado 0.54 min., el cortado 1.39 min., el traslado a la máquina de cepillado 0.38 min., el cepillado 1.17 min., el traslado al área de cortado 0.35 min., el cortado 1.23 min., la inspección 0.33 min., el traslado al embarque 1.28 min., y el embarque y envío 0.55 min., por otro lado, para obras específicas de carpintería, se siguen los mismos procedimientos del 1 al 7, luego del cepillado se traslada al área de carpintería en un tiempo de 1.16 min., el acabado se realiza en 12.53 min., la inspección del producto dura 0.39 min., el traslado al almacén de productos terminados toma un tiempo de 1.29 min., y el almacenamiento en 1.22 min.

Anexo N°10: Longitud, ancho y grueso de la Madera (M.P.):

	Longitud (fts)	Ancho (fts)	Grueso (fts)	Medida (fts ³)
Muestra1	85.30184	0.8530184	0.2296588	16.7109019
Muestra2	78.74016	0.7545932	0.2624672	15.59495832
Muestra3	72.17848	0.656168	0.2296588	10.87691839
Muestra4	72.17848	0.984252	0.2296588	16.31537759
Muestra5	65.6168	0.6889764	0.328084	14.83216145
Muestra6	75.45932	0.7874016	0.164042	9.746848951
Muestra7	72.17848	0.9186352	0.2296588	15.22768575
Muestra8	65.6168	0.656168	0.1968504	8.475520827
Muestra9	75.45932	0.82021	0.328084	20.30593531
Muestra10	75.45932	0.8530184	0.164042	10.55908636
Promedio	73.8189	0.79724412	0.23622048	13.86453949

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La madera que ingresa como materia prima, tienen diversas medidas que al promediarlas, tienen una longitud de 73.81 fts promedio, un ancho de 0.79 fts promedio y un grosor de 0.23 fts promedio, dando un volumen promedio a cada madera de 13.86 fts³.

Anexo N°11: Matriz de operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ANTES	DESPUES	MEJORA
Proceso productivo	Layout	Nivel de eficiencia del Layout	45.31%	92.19%	41.38%
	5's	Nivel de cumplimiento de las 5's	33%	79%	46%
	Jidoka	Nivel de error cometido en los procesos	12.2%	2.4%	-9.8%
	Just in Time	Nivel de eficiencia del tiempo de entrega	11.84%	2.63%	9.21%
	Takt Time	% de producción demandada	80.34%	95.85%	15.46%
	V.S.M.	Tiempo de V.A.	17.916 min	14.2 min	3.716 min
Productividad	Producción	Unidades producidas al mes	143 unid	200 unid	57 unid
	Productividad Laboral	Productividad Laboral	4.76	6.67	1.91
	Eficiencia Física	Eficiencia Física	0.88	0.93	0.05
	Eficiencia Económica	Eficiencia Económica	1.69	2.07	0.62

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°12: Bases Teóricas

1. Proceso Productivo

Es la producción de bienes y servicios que consiste básicamente en un proceso de transformación que sigue unos planes organizados de actuación según el cual las entradas de factores de producción, como materiales, conocimientos, y habilidades, se convierten en los productos deseados mediante la aplicación de mano de obra, de una determinada tecnología y de la aportación necesaria de capital. (Montoyo, 2012)

1.1. Lean Manufacturing

1.1.1. Definición de Lean Manufacturing

El lean manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5's, SMED, kanban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. Su objetivo final es el de generar una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica. (Hernández & Vizán, 2013)

1.1.2. Elementos de Lean Manufacturing

Una empresa necesita tener una buena coordinación en su cadena de suministro para poder tener todo el material a tiempo con buena calidad y bajos precios. Lean organiza los proveedores en niveles funcionales. Cada nivel tiene unas responsabilidades. Para Lean lo más importante es el cliente, de nada vale fabricar de la manera más eficiente un producto que el cliente no quiere. Es por esto por lo que las empresas deben adaptarse a las demandas cambiantes de los clientes. Toyota integró a los centros de ventas y a los clientes en los

procesos de la fábrica, creando relaciones de largo plazo. A los centros de ventas los vinculó con el sistema de producción, para que sean ellos quienes determinen la cantidad a producir, y a los clientes los involucró en el proceso de diseño y desarrollo del producto. (Saldaña, 2016)

En la figura 1 se representa el Sistema de Producción Toyota como una casa, que inicia desde la parte superior con las metas de mejor calidad, costos bajos, y tiempos de entrega más cortos, soportado por dos pilares fundamentales como: el Justo a Tiempo cuyo objetivo es producir la pieza correcta, en la cantidad correcta y en el momento requerido, y el Jidoka que se enfoca en establecer los parámetros para evitar que se presenten defectos y se trasladen a los siguientes procesos; pero en el centro de ambos pilares se encuentra la mejora continua asociada a la participación de la gente, como el eje que articula ambos pilares, para finalmente y como se expone en el anterior párrafo la presencia de varias técnicas que dan la estabilidad a todo el sistema y que interactúan permanentemente creando una filosofía de solución permanente. (Cardona, 2013)

Figura N°1: La casa de Toyota



1.1.3. Principios de Lean Manufacturing

Según Monrroy ("s.f") hay 6 principios que sirven de guía para cambiar de sistema de producción a Lean:

- **Calidad perfecta a la primera:** búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- **Minimización del desperdicio:** eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y/o optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- **Mejora continua:** reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y Compartir la información.

- **Procesos “Pull”:** los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- **Flexibilidad:** producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

1.1.4. Herramientas de Lean Manufacturing

1.1.4.1. Layout

La palabra Layout sirve para hacer referencia al esquema que será utilizado y cómo están distribuidos los elementos y formas dentro de un diseño. Es un vocablo del idioma inglés, y no existe o no forma parte del texto del diccionario de la Real Academia Española, sin embargo, se traduce como "dispersión, plan o diseño".

Se dice que el layout realiza la representación de un plano sobre el cual se va a dibujar la distribución de un espacio específico o determinado.

1.1.4.1.1. Planeación Sistemática de la Distribución en planta (S.L.P.):

(Fernandez, 2011) el método SLP es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la distribución. Esta metodología fue diseñada por Richard Muther en el año 1961 como una herramienta de multicriterio, la cual puede ser aplicable tanto para empresas nuevas como para distribuciones de plantas existentes.

El método SLP reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. (Morillo, 2015)

metodología SLP consta de cuatro fases o nivel de distribución en planta, según Muther son:

1. **Localización:** En este punto se busca fijar la ubicación de la planta a distribuir, en especial para plantas nuevas; en caso de una redistribución se analizará si la planta se

encontrará en su ubicación actual o se cambiará a un lugar mejor o hacia un área nueva con potencial de mejora.

2. **Distribución General del Conjunto:** Aquí se establece el patrón de flujo para el área donde se realizará la distribución indicándose el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse en la distribución en detalle. En este punto realizamos un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

3. **Plan de Distribución Detallada:** Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

4. **Instalación:** Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Con esta información se procede a recoger datos del diagrama de procesos, identificando la circulación de materiales y las relaciones entre actividades que no implican movimiento de materiales o implican un movimiento insignificante. Dicho esto, se describe de forma general los pasos del procedimiento que se utiliza en la metodología SLP (expresados de forma esquemática en la tabla 7 y 8).

a. Análisis Producto – Cantidad

En primer lugar, lo que se debe conocer es qué se va a producir y en qué cantidades. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. En cuanto al volumen de información, pueden presentarse situaciones variadas, porque el número de productos puede ir de uno a varios miles.

b. Análisis del recorrido de los productos

Se busca determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesamiento. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elabora el diagrama de flujo de materiales y proceso que se puede observar en el diagnóstico situacional de la empresa. De este diagrama no se desprende una distribución en planta, pero sin dudas proporcionan un punto de partida muy importante para su planteamiento. No resulta difícil a partir de ellos establecer puestos de trabajo, líneas de montaje principales y secundarias, y áreas de almacenamiento.

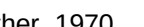
c. Análisis de las relaciones entre actividades

Comprendido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser ésta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo material entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación a determinado servicio auxiliar.

El flujo de materiales es solamente una razón para la proximidad de ciertas operaciones unas con otras. Entre otros aspectos, también se pueden considerar en esta etapa las exigencias constructivas, ambientales, de seguridad e higiene, los sistemas de manipulación necesarios, el abastecimiento de energía y la evacuación de residuos, la organización de la mano de obra, los sistemas de control del proceso, y los sistemas de información.

Para representar las relaciones encontradas de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla de proximidad de actividades, que consiste en un diagrama de doble entrada, en donde se plasmen las necesidades de proximidad entre cada actividad según los factores de proximidad definidos. Es habitual expresar estas necesidades mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa por la letra X.

Tabla n°1: Tabla de proximidad

Tabla de proximidad		
Código	Relación de proximidad	
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente necesario	
I	Importante	
O	Ordinario normal	
U	Sin importancia	
X	No recomendable	
XX	Indeseable	

Fuente: Muther, 1970

d. Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

La información obtenida hasta el momento, sobre las relaciones entre las actividades como la importancia de la proximidad entre ellas, es presentada en el Diagrama de Actividades, éste pretende recoger la estructura secuencial de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicha

estructura las áreas que deben contener las actividades son indefinidas. El diagrama es un gráfico, en el que las actividades son representadas por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A, E, I, O, U, X) como se muestra en la tabla N°1

A continuación, este diagrama se va ajustando a prueba y error, lo cual debe realizarse de tal manera que se minimice el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional. De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida, y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).

e. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas de distribución es la introducción en el proceso de diseño la información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño. El planificador debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

f. Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución

El método de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta finaliza con la implantación de la mejor alternativa tras un proceso de evaluación y selección.

Por lo tanto, una vez desarrolladas las soluciones o propuestas, se debe seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, lo que nos pone en presencia de un problema de decisión multicriterio.

La evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta. Los métodos más empleados para este fin se relacionan a continuación:

- Comparación de ventajas y desventajas
- Análisis de factores ponderados
- Comparación de costos

Probablemente el método más sencillo de evaluación de los mencionados anteriormente es el de enlistar las ventajas y desventajas que presenten las alternativas de distribución, o sea un sistema de "pros" y "contras". Una vez presentadas las ventajas e inconvenientes, se selecciona la propuesta que menores desventajas presente.

Por su parte, el segundo método consiste en la evaluación de las alternativas de distribución en base a algún indicador con respecto a cierto número de factores

previamente definidos y ponderados según la importancia relativa de cada uno sobre el resto, siguiendo para ello una escala que puede variar entre 1- 10 o 1-100 puntos. De tal forma se seleccionará la alternativa que tenga la mayor puntuación total. Esto aumenta la objetividad de lo que pudiera ser un proceso muy subjetivo de toma de decisión. Además, ofrece una manera excelente de implicar a la dirección en la selección y ponderación de los factores, y a los supervisores de producción y servicios en la clasificación de las alternativas de cada factor.

El tercer método para evaluar las Distribuciones de Planta es el de comparar costos. En la mayoría de los casos, si el análisis de costos no es la base principal para tomar una decisión, se usa para suplementar otros métodos de evaluación. Las dos razones principales para efectuar un análisis de costos son: justificar un proyecto en particular y comparar las alternativas propuestas. El preparar un análisis de costos implica considerar los costos totales involucrados o solo aquellos costos que se afectarán por el proyecto.

El método empleado en este proyecto es el de la evaluación de alternativas mediante un indicador (eficiencia del layout), es un método que nos permite involucrar a todo el personal en especial a los supervisores de producción, asimismo, es un método que permite evaluar según las condiciones y criterios del evaluador.

Una vez explicado los pasos necesarios para llevar a cabo la Metodología SLP, mostramos el método utilizado para este proyecto.

Como se mostró en el punto “c” de los pasos a seguir en esta metodología, es habitual expresar estas interacciones o relaciones de proximidad mediante un código de letras, como se muestra en la tabla n°1. Además del código que hace referencia a la relación de proximidad de las diferentes áreas u operaciones, se dispone de otro código, esta vez numérico con el que justificaremos el motivo por cual esa relación de proximidad es necesaria.

Tabla n°2: Tabla de motivos

Tabla de motivos	
Código	Fundamentos
1	Por flujo de información
2	Por conveniencia de la dirección
3	Por peligrosidad, toxicidad y ruidos
4	Por inspección y control
5	Por recorrido de los productos

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de motivos, el primer motivo, es decir, por flujo de información, representa que dos o más actividades comparten la información necesaria para el proceso de fabricación. En cuanto a la conveniencia de la dirección, simboliza las actividades en las que es necesario u obligatorio un orden en la dirección de zona a zona. El tercer motivo,

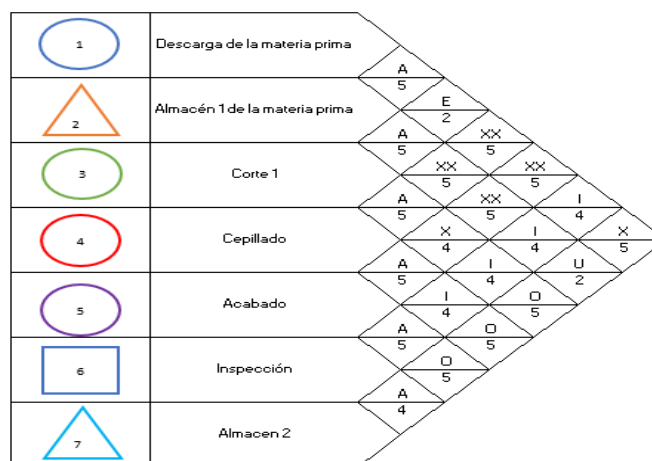
los motivos que hacen referencia a la peligrosidad, toxicidad y ruidos, representan desde olores como los de la pintura hasta ruidos de la maquinaria empleada en el proceso de fabricación. El cuarto motivo, referentes a la inspección y control, se emplea para áreas con necesidad obligatoria de inspección y control en el proceso de elaboración. Finalmente, en cuanto al recorrido de los productos se emplearán para tener un orden y ubicación adecuada de acuerdo al proceso que debe seguir cada elaboración de productos.

Al explicar los diferentes parámetros tanto para la tabla de proximidad como la tabla de motivos, se continúa con la diferenciación de las diferentes áreas y operaciones que se desarrollen en la empresa:

1. Descarga de la materia prima
2. Almacén1 de la materia prima
3. Corte1
4. Cepillado
5. Acabado
6. Inspección
7. Almacén2 de producto terminado

Teniendo las áreas y operaciones que se desarrollan en la empresa, y los códigos y motivos que hacen referencia a la relación se muestra la siguiente tabla:

Tabla n°3: Tabla relacional de actividades



Fuente: Elaboración propia

En la tabla relacional de actividades realizada se ha obtenido como resultado que las áreas de Descarga de la materia prima, el Almacenaje del Material, el Corte1, Cepillado, Acabado, Inspección de áreas, Almacenaje2 de producto terminado, son áreas que

realmente deben ser cercanas debido al flujo de trabajo y la información entre cada una de ellas, por eso se les ha dado una calificación de A (Absolutamente Necesario).

La información recolectada hasta el momento, referente a las relaciones entre las actividades y la importancia relativa de la proximidad entre ellas, se presenta en el Diagrama Relacional de Espacios con el tipo de información específica, éste pretende recoger el orden topológico de las actividades en base a la información observada. De tal forma, los departamentos presentados en el plano que deben acoger las actividades son totalmente indefinidas.

Con la información incluida en este anexo se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución a los problemas encontrados en la empresa.

1.1.4.2. 5's

El concepto de las 5's no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero desafortunadamente sí lo es, o bien ha tratado de ser implementada en varias ocasiones y todas de esas fallidas, que el concepto se encuentra desvirtuado. La herramienta de 5's es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la visión de Deming hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o gemba kaizen. El concepto de 5's en esencia se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo, puesto que es una mejora realizada por la gente para la gente. Las 5's provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestras vidas cotidianas y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5's, aunque no nos demos cuenta. (González, 2007)

Las 5'S son:

- Seiri: Separar
- Seiton: Ordenar e Identificar
- Seiso: Limpieza
- Seiketsu: Estandarizar
- Shitsuke: Sistematizar o disciplina

1.1.4.3. Jidoka

Es un término japonés que significa —automatización con un toque humano—, permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad. El objetivo es incorporar la calidad como un elemento del propio proceso, busca que el sistema muestre los problemas y defectos. McCarthy y Rich [2004] definen que cuando un defecto es detectado en el sistema de manufactura, el sistema no permite que los productos con defectos pasen a las siguientes operaciones de cliente interno; Cuatrecasas [2011], referencia que Jidoka, implica asegurar la operatividad correcta, sin incurrir en desperdicios, distribuyendo las funciones de trabajadores y máquinas de forma tal que se les otorgue a los trabajadores la capacidad para detectar anomalías y se eleve al máximo la eficiencia. (Cardona, 2013)

1.1.4.4. Justo a tiempo (JIT)

Es un sistema de producción orientado al mercado que descansa enteramente en el fundamento de servir las necesidades del cliente. Las palabras “Just In Time” se refieren a que los artículos se entregan a las líneas de producción Justo a Tiempo de usarse, justamente en las cantidades inmediatamente necesarias y justo cuando los procesos de producción los necesitan. (Gregorio, Muñoz, Salcedo, & Sossa, 2011)

Según Hirano (2001) mencionó, para implementar estos sistemas, es necesario realizar ciertas mejoras. Éstas se enuncian a continuación: fabricación de flujo, manejo multiproceso, kanban, reducción del personal, control visual, cambio de útiles, asegurar la calidad, operaciones estándares, Jidoka, entre otras.

1.1.4.5. Takt Time

Según Saldaña (2016) mencionó, el Takt Time determina el ritmo de producción que marca el cliente, esto quiere decir que marca el ritmo de producción que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacer al cliente. Cada puesto de trabajo debe entregar al siguiente una unidad de producto a este mismo ritmo y, con ello, el último puesto entregará, a su vez, a este ritmo, una unidad terminada. Por tanto, deben ocurrir dos cosas:

- Todos los puestos de trabajo deberán operar al ritmo del takt time.
- Todos los puestos de trabajo operarán al mismo ritmo.

1.1.4.6. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM), el Mapeo de la Cadena de valor es una herramienta de papel y lápiz que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo un producto o servicio recorre su camino a través de la cadena de valor “de principio a fin”. La comprensión de cómo varias actividades están interconectadas y donde podrían estar fallando las conexiones o actividades, reconocer el desperdicio y reconocer sus causas. El significado es simple: Seguir los elementos de producción de un producto desde proveedores hasta clientes finales, y cuidadosamente dibujar una representación visual de cada proceso en el flujo de material e información “esquema de estado actual”, el cual es echo por medio de reunir información en el piso de taller. Luego hacer una serie de preguntas y dibujar luego un mapa de “estado futuro” de cómo el valor debería fluir. El paso final es preparar y empezar activamente usando un plan de implementación que describe, en una página, como se plantea lograr el estado futuro.

Iconos del mapeo de procesos

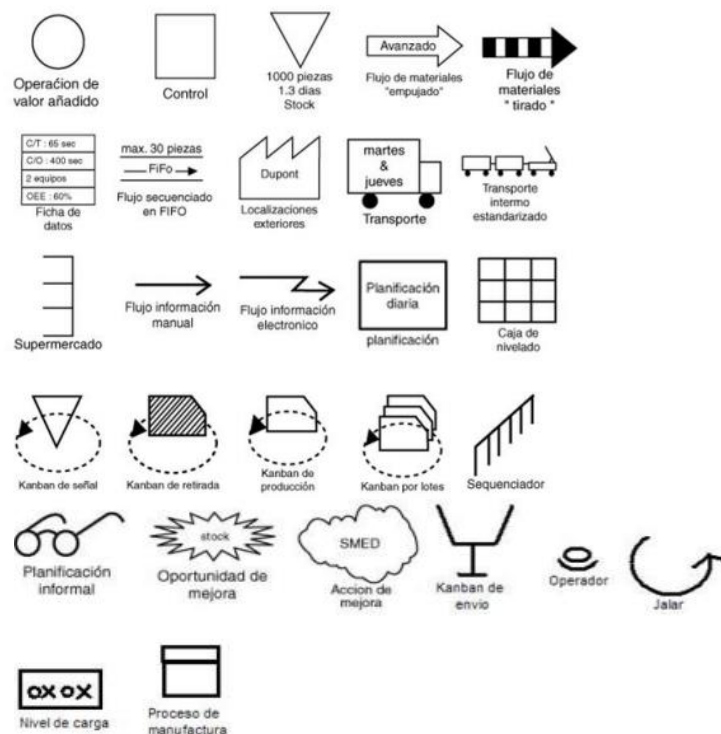


Figura N°3: Iconos usados en VSM

2. Productividad

Productividad la definen como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. (Silvia, 2012)

La productividad se define como la cantidad de producción de una unidad de producto o servicio por insumo de cada factor utilizado por unidad de tiempo. Mide la eficiencia de producción por factor utilizado, que es por unidad de trabajo o capital utilizado. (Alvares, 2009)

Es la medida de desempeño que abarca la consecución de metas y la proporción entre el logro de resultados y los insumos requeridos para conseguirlos.

2.1. Producción:

En este caso hace referencia a la cantidad de productos obtenidos como resultado final, después de haberse realizado un proceso determinado.

Para medir el incremento en la producción utilizamos la siguiente formula:

$$Producción = \frac{Producción}{Cantidad\ de\ recursos\ empleados}$$

2.2. Productividad laboral:

La productividad laboral en las empresas puede orientarse a la consecución de una serie de objetivos o un buen clima laboral mediante la toma de ciertas acciones y el uso de factores como el tiempo y los recursos. Para conseguir una buena productividad empresarial es necesario llevar a cabo una buena gestión del negocio combinada con las técnicas más apropiadas para de esta forma, alcanzar la sostenibilidad y viabilidad del futuro de la empresa. (Los Recursos Humanos, 2015)

$$Productividad\ laboral = \frac{Unidades\ producidas}{Número\ de\ horas - hombre}$$

2.1.3. Eficiencia física:

La eficiencia técnica refleja si los recursos son explotados al máximo de su capacidad productiva o no. Es decir, si hay capacidad ociosa de los factores productivos o si están siendo usados al cien por ciento. En economía, hay un famoso gráfico llamado Frontera de Posibilidades de Producción (FPP) que resume esta idea. (Cachanosky, 2012)

Para conseguir una u otra cantidad de productos finales, la empresa puede utilizar los factores productivos de distintas formas. Vamos a abordar un concepto importante en economía, el de eficiencia técnica.

Se dice que una tecnología es eficiente desde el punto de vista técnico si a partir de una combinación dada de factores obtiene la máxima cantidad de producto. Esto significa que

la empresa no está desaprovechando recursos ni tampoco pretende producir a un nivel por encima de sus posibilidades.

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida Util de MP}}{\text{Entrada de MP}}$$

2.1.4. Eficiencia económica:

La eficiencia económica se refiere al uso adecuado de los factores desde el punto de vista de costes, siendo el proceso más eficiente económicamente el que cuesta menos. (Cantalapiedra, 2013)

Además se dice que un sistema económico es más eficiente que otro (en términos relativos) si provee más bienes y servicios para la sociedad utilizando los mismos recursos económicos

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Costos (Inversiones)}}{\text{Ventas (Ingresos)}}$$

3. Definición de términos básicos

- **Productividad:** La productividad es un indicador que mide la relación entre la cantidad de producción obtenida y los recursos utilizados. Es muy importante ya que evalúa el rendimiento de recursos como la mano de obra, maquinas, materia prima, etc.
- **Indicador:** Es una medida cuantitativa o cualitativa que por medio de la recolección de datos brinda información de forma significativa y objetiva a quien lo analiza.
- **Producción:** Es la cantidad obtenida de productos y/o servicios después de realizar ciertos procesos que ayuden a la fabricación de estos.
- **Rendimiento:** Es un indicador que evalúa cuanto rinde cada uno de los diversos factores como materia prima, maquina, tiempo, etc., por producto o servicio producido.
- **Recursos:** Se define al conjunto de factores utilizados durante todo el proceso productivo, para la obtención de bienes y/o servicios. Algunos de estos son tecnológicos, humanos, físicos, financieros, etc.
- **Proceso Productivo:** Es la secuencia de operaciones que se realizan para la obtención de bienes y/o servicios.
- **Secuencia:** Es el orden o serie que siguen las actividades una seguida de la otra.
- **Operaciones:** Son las actividades realizadas para la obtención del producto y/o servicio.
- **Bienes:** Se define como la producción tangible o física obtenida como resultado de un proceso productivo. Por ejemplo, mesas, sillas, televisores, automóviles, computadoras, cocinas, etc.
- **Servicios:** Es la producción intangible obtenida de un proceso productivo. Por ejemplo, transporte, alimentación, atención médica, limpieza doméstica, educación, etc.

Anexo N° 13: Manual de producción



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA Y OBRAS DE CARPINTERÍA DE LA EMPRESA MADERERAS CABANILLAS Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.

ÍNDICE

- A. Características organolépticas**
- B. Características tecnológicas**
- C. Transformación de la madera**
- D. Obras de carpintería**
- E. Acabados**
- F. Embalaje**

Finalidad del Módulo

Este manual se realiza para facilitar a los operarios el entendimiento sobre conceptos y procedimientos básicos en la elaboración de madera y obras de carpintería, así como la identificación del tipo de madera, durabilidad y cuidados. Los temas a presentar se basan en el Manual de transformación de la Madera (2013) del Ministerio de Agricultura y la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, recogiendo información básica empezando por las características (organolépticas y tecnológicas), así como también, la transformación de la madera y las obras de carpintería, por último, los acabados y el embalaje.

Justificación

En la actualidad la mayoría de las organizaciones están al tanto de los avances en procesos organizacionales y buscan hacer buenas prácticas en sus productos, dándoles valor agregado como estrategia para incorporarlos al mercado, pero surge que otros temas empiezan a tener más importancia que el trabajo, como los intereses personales, dejándose de lado el trabajo en equipo y las metas de la empresa. Todo esto, conllevan al deterioro paulatino de la salud emocional y mental del trabajador y por ende de la organización, causando ineficiencia y una pésima productividad; por consiguiente, la empresa bajará su rentabilidad.

Es por ello, que se busca concientizar a todas las personas que laboran en la empresa para que tengan por conocimiento lo importante sobre un puesto de trabajo en base a temas de unificación de equipo además de saber manipular las herramientas adecuadas que esto consigo lleva.

Objetivos e Importancia

Objetivos

Este manual pretende brindar a los trabajadores, al Administrador y Gerente de la empresa Madereras Cabanillas una herramienta que ayude a desarrollar los principales procesos de elaboración de la madera y obras de carpintería. Para ello al final de este módulo, lo operarios podrán:

- ✓ Identificar las características (organolépticas y tecnológicas) de la madera.
- ✓ Comprender los procesos de elaboración de la madera y las obras de carpintería
- ✓ Tener conocimiento sobre los acabados y el embalaje del producto.

Importancia

En los últimos años se ha mostrado interés por la adecuada elaboración de los productos que ofrece la empresa adquiriendo una importancia creciente, teniéndose como fuente principal los tiempos muertos, cuellos de botella, demoras en la entrega, la organización y orden de las tareas y áreas de trabajo, periodos de descanso, elección de herramientas y equipos adecuados, etc. Es por ello, que resulta esencial programar un manual de procedimientos generales para así aumentar la eficiencia del trabajador y la productividad de la empresa.

A. Características Organolépticas

Son aquellas características externas de la madera, que pueden ser percibidas con la vista, el olfato, el tacto y el gusto. Son las siguientes:

- ✓ **Color:** Causado por la presencia de sustancias colorantes y otros compuestos secundarios de la madera. Se puede definir el color de una madera recién cortada y cuando está seca, diferenciando la zona de albura y duramen. Se clasifican, en maderas claras, blancas o amarillas; maderas oscuras, rojas o marrones. Sirve de indicador de la durabilidad de la madera; en general maderas más durables y resistentes son aquellas de color rojo.
- ✓ **Olor:** Producido por sustancias volátiles como resinas y aceites esenciales, ocasionando en algunas especies olores característicos. Se califica según la graduación de no distintivo o distintivo, olores a veces fragantes y otros desagradables.
- ✓ **Brillo o lustre:** Característica típica de algunas especies que es producida por el reflejo que causan los elementos minerales de la estructura anatómica. Observable especialmente en el corte radial cuando son expuestos a la luz. Su presencia se califica de bajo, mediano o moderado y elevado o intenso.
- ✓ **Veteado o figura:** Son las figuras que se forman en la superficie de la madera, debido a la disposición, tamaño, forma, color y abundancia de los elementos anatómico. Esta característica es importante en la determinación del uso de la madera. Se clasifican en:
 - ✓ **Arcos superpuestos:** Definidos por los límites de los anillos de crecimiento. Se observa como una figura de arcos dispuestos uno sobre el otro, en la sección tangencial de la pieza de madera.
 - ✓ **Bandas paralelas:** Ocasionadas por la alternancia de grupos de poros y fibras orientados en dirección contraria levemente diferente. Es observado en la sección radial de la pieza de madera.
 - ✓ **Jaspeado:** Es el efecto visual de contraste en brillo o color de los radios seccionados y alternados con zonas fibrosas. Se percibe el satinado en la sección radial como figuras con reflejos plateados o dorados, satinados, veteado crespado o rizado.
 - ✓ **Característico:** De acuerdo a los tonos y figuras acentuadas o llamativas.

Figura1. Veteado de Apeiba membranacea. Spruce ex Benth



Figura2. Veteado de Terminalia oblonga (Ruiz & Pav) Steud.



- ✓ **Grano:** Disposición que tienen los elementos anatómicos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) con respecto al eje longitudinal del tronco. Se observa en la sección radial o tangencial de la pieza de madera. Es importante en la trabajabilidad de la madera y su comportamiento estructural. Se clasifica de acuerdo a su naturaleza, en recto, entrecruzado y ondulado; y por inclinación de corte será oblicuo.

- ✓ **Grano recto:** Cuando la orientación es de forma paralela en dirección eje del árbol. Se observa en corte radial y tangencial. Presenta superficies lisas y facilidad para la trabajabilidad.

Figura3. Grano recto de especies de BS y BPR

Croton Matourensis Aubl (aucatadijo)



Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don (huamanzamana)



Matisia cordata Bonpl (sapote)



Simarouba amara Aubl. (marupa)



Septotheca tessmannii Ulbr (utucuro)



- ✓ **Grano entrecruzado:** Cuando la orientación es en dirección alterna u opuesta. Se observa como bandas encontradas en la sección radial haciendo que la trabajabilidad de la madera sea difícil. El efecto de repelo aparece en las operaciones de cepillado, fresado y torneado, que se corrige con el lijado.

Figura4. Grano entrecruzado en maderas de BS y BRP

Grano entrecruzado: Apeiba membranacea. Spruce ex Benth
(maquisapa ñagcha)



Grano entrecruzado. Brosimum utile (Kunth) Oken (panguana)



Grano ligeramente entrecruzado: Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.
Macbr (ana caspi)



Grano ligeramente entrecruzado: Schizolobium parahyba (Vell.)
S.F. Blake (pashaco blanco)



Grano ligeramente entrecruzado: Terminalia oblonga (Ruiz&Pav)
Steud (yacushanapa amarilla)



- ✓ **Grano ondulado:** Cuando los elementos leñosos presentan una trayectoria sinuosa en ondas con dirección paralela al eje del árbol. En la trabajabilidad aparece el efecto repelo, aparecen en las operaciones de cepillado, fresado y torneado y se corrige con el lijado. Obliga a un cuidadoso acabado para sacar provecho de su aspecto ondulado apreciado para la decoración como superficie ondulada y vistosa.
- ✓ **Grano oblicuo:** Cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje de la tabla. Se detecta en las aristas de las piezas, formando ángulos de cara y canto, aceptable una inclinación de 1/8.
- ✓ **Textura:** Característica atribuida a la distribución y tamaño de los poros, parénquima y fibras. Es generalmente palpable en las secciones longitudinales de las piezas de madera. Tiene importancia en el acabado de la madera. Puede ser de tres tipos:
 - ✓ **Textura gruesa:** Presenta elementos anatómicos grandes. Poros con diámetro tangencial de más de 181 micras, parénquima abundante, radios leñosos anchos y tejido fibroso escaso

Figura5. Textura de diez especies de BS y BPR

Textura gruesa: Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don
(huamanzamana)



Textura gruesa: *Schizolobium parahyba* (Vell:) S.F. Blake
(pashaco blanco)



Textura gruesa media: *Apeiba membranacea*. Spruce ex Benth
(maquisapa ñagcha)



- ✓ **Textura media:** Presenta elementos constitutivos medianos. Poros entre 141 y 180 micras de diámetro tangencial, parénquima regular, radios leñosos medianos y regular cantidad de tejido fibroso.

Figura6. Textura de diez especies de BS y BPR

Textura media: *Croton matourensis* Aubl (aucatadijo)



Textura media: *Matisia cordata* Bonpl (sapote)



Textura media: Brosimun utile (Kunth) Oken (panguana)



Textura media: Simarouba amara Aubl. (marupa)



Textura media: Septotheca tessmannii Ulbr (utucuro)



- ✓ **Textura fina:** Presenta elementos constitutivos pequeños. Poros menores de 140 micras de diámetro tangencial, parénquima escaso, radios leñosos finos y abundante tejido fibroso.

Figura7. Textura de diez especies de BS y BPR

Textura fina: Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Marcbr (ana caspi)



Textura fina: Terminalia oblonga (Ruiz&Pav) Steud (y acushapana amarilla)



B. Características Tecnológicas

Caracterizar tecnológicamente permite inferir sobre las cualidades y aptitudes de la madera y definir sus múltiples aplicaciones, es por ello que se presenta las siguientes propiedades de la madera:

1. Propiedades físicas de las maderas:

Influyen determinantemente en la aptitud tecnológica de uso y en procesos clave como son la transformación mecánica primaria y secundaria y el secado. Entre las principales propiedades físicas cabe mencionar las siguientes:

1.1. Contenido de humedad

Es la cantidad de agua presente en la madera. Este valor incrementa con la humedad relativa de una determinada zona y decrece con la temperatura. Cuando el contenido de humedad de una madera está en equilibrio con el aire se denomina contenido de humedad en equilibrio.

El agua en la madera puede encontrarse en las siguientes formas:

- ✓ El agua libre de las cavidades celulares de la madera (poros/vasos y lumen de las fibras) se pierde fácilmente hasta por encima del punto de saturación de las fibras, referido al contenido de humedad que posee la madera cuando ha perdido toda el agua libre, llegando aproximadamente al 30% de CH°, sin producir cambios volumétricos durante el proceso de secado.
- ✓ El agua higroscópica se encuentra dentro de las paredes celulares, cuya eliminación produce el fenómeno de contracción al llegar a la humedad de equilibrio higroscópico de 10 a 18% de CH° se elimina con el secado en cámaras o en hornos. El secado al aire libre de la madera tableada es más lento que el secado en cámaras, con riesgo a defectos y ataques. La salida del agua higroscópica determina la contracción volumétrica.
- ✓ El agua de constitución es la que está adherida a la superficie de las partículas sólidas por atracción molecular. Es eliminada por

carbonización y no es tomada en cuenta para la determinación del contenido de humedad.

1.2. Durabilidad natural de la madera

Es propiedad de la madera resistir, en mayor y menor grado, el ataque de diversos agentes destructores, ya sean biológicos (hongos, insectos), desgaste mecánico e intemperismo que causan alteración en su aspecto y comportamiento normal, ya que afecta a sus propiedades físicas y mecánicas. El grado de durabilidad de una pieza de madera varía en función de la especie. La durabilidad natural, depende de la composición química de la madera, la edad, las condiciones de crecimiento y la ubicación dentro del árbol.

1.2.1. Ataques de hongos

Son formas inferiores de plantas que invaden la madera para vivir o alimentarse de ella. Dependiendo del momento en que tiene lugar el ataque por estos organismos, se denomina podredumbre cuando se realiza sobre árbol vivo, y pudrición o degradación, cuando se trata de árboles ya muertos o de madera cortada.

Pueden distinguirse tres grupos de hongos según la naturaleza de su desarrollo y del tipo de deterioro que ocasionan:

- **Mohos:** Son hongos que limitan su desarrollo a la superficie de la madera. Aparecen cuando hay abundancia de humedad. No ocasionan ningún tipo de deterioro en la madera y se eliminan fácilmente limpiando la superficie húmeda de la pieza de madera. En su crecimiento dan origen a un manto algodonoso de variadas coloraciones amarillas o blancas. La madera con presencia de mohos, es aceptable en bajo porcentaje.

Figura8. Madera atacada por hongos ambientales o mohos



- **Hongos cromógenos:** Producen el cambio de color de la madera o manchas, penetran en ésta, ubicándose en los espacios intercelulares para alimentarse de las sustancias de reserva. La incidencia de este hongo, tiene importancia sobre las características estéticas de la madera, no afecta su resistencia. Los más comunes son los del género *Ceratocystis*, que producen la «mancha azul» y de los géneros *Diplodia*, *Dasodiplodia* y *Mintonosporium* los cuales manchan de color gris las maderas amarillas y en maderas blancas se tornan de color negro. La madera con presencia de estos hongos, es aceptable en bajo porcentaje.

Figura9. Madera atacada por hongos cromógenos



- **Hongos xilófagos:** Degradan la madera, desintegrando las paredes de las células y cambiando su aspecto. Modifican las propiedades físicas y químicas de la madera. Cuando el ataque es en la celulosa la madera se torna color café, y blanco cuando se extiende a la lignina y celulosa. La parte atacada se contrae formando hendiduras perpendiculares u oblicuas presentando la madera podrida un aspecto de pequeños cubos o bloques formados casi exclusivamente por lignina, razón por la que se aceptan.

Figura10. Hongos xilófagos

Madera atacada por hongos xilófagos



Causante de la pudrición parda



Causante de la pudrición blanca



1.3. Preservación de la madera

El fin es prevenir daños causados por insectos u hongos. El uso de preservantes es importante cuando la madera está expuesta al intemperismo, en construcciones civiles y al contacto con el agua en construcciones hidráulicas.

1.3.1. Consideraciones en el campo

El patio o centro de acopio de trozas debe estar seco. En este lugar se detecta la forma, las dimensiones y el estado sanitario de la albura y duramen de las trozas. Se recomienda preservarlo allí para evitar posteriores ataques biológicos, así mismo

descortezarlo para evitar problemas de desafilado de las sierras durante el procesamiento.

1.3.2. Opciones de uso permanentes

Los objetivos de la preservación son: la protección temporal de la madera aserrada durante el proceso de almacenamiento y transporte, para prevenir el ataque biológico, y la protección permanente de la madera aserrada a ser incorporada en la fabricación de muebles. Las alternativas más convencionales de preservantes son el bórax y el ácido bórico, los cuales son ampliamente utilizados. Otras opciones de compuestos menos dañinos al ambiente son Azaconazole, Pyrethrum y Pyretroides. Estos productos alternativos se caracterizan por ser de larga vida útil dentro de la madera, pero razonablemente biodegradables al aire, especialmente expuestos a la radiación UV.

1.3.3. Aplicación de preservantes

En madera rolliza aplicar por aspersión. Cubrir la cabeza de las trozas con un producto impermeabilizante para prevenir rajaduras y acebolladuras que reducen el rendimiento en el aserrío.

- La madera rolliza tratada debe estacionarse en el patio de acopio libre de vegetación y residuos orgánicos, bajo techo para protección de la radiación solar y la lluvia.
- La madera aserrada aplicar por inmersión momentánea, tratar totalmente la pieza. Recuperar la solución de tratamiento en la tina de inmersión. Apilado horizontal con separadores perfectamente escuadrados; mantener la perpendicularidad de los separadores para prevenir deformaciones. La madera aserrada debe ser almacenada bajo techo para protección de la radiación solar y la lluvia. Según la susceptibilidad de la madera será necesario usar un fungicida antimancha y/o un insecticida.

2. Transformación de la madera

2.1. Transformación primaria

Es el inicio del procesamiento al que se somete a las trozas de madera para su aprovechamiento óptimo, mediante máquinas y técnicas que tienden a obtener el mayor volumen de madera aserrada con la más alta calidad posible.

2.1.1. Aserrado

Es la primera transformación de los troncos o madera en rollo, para obtener piezas de madera de secciones rectangulares o cuadradas denominadas tablas o tablones, mediante el uso de aserraderos que pueden ser fijos, móviles y/o portátiles, con elementos cortantes de disco, cinta o de cadena.

Figura11: Aserrío de trozas



Los aserraderos, que producen principalmente tablonos hasta 4 pulgadas de espesor o más, requieren implementar una aserradora, que habitualmente es de cinta, para tablear las piezas que posibiliten las operaciones subsiguientes de transformación y/o acondicionado (secado). Actualmente, los aserraderos de última generación ya no utilizan las aserradoras de cinta para tablear las piezas más gruesas, debido a que todas las operaciones de aserrío se hacen a partir de la sierra principal.

a. Máquinas complementarias del proceso de aserrío:

- **Canteadora:** es una máquina con sierra de disco, que se utiliza para obtener las piezas o tablas a un ancho determinado.

Figura 12: Canteadoras.



- **Despuntadora:** es una máquina con sierra de disco, que se utiliza para obtener las piezas o tablas en longitudes definidas.

Figura 13. Despuntadora.



- Equipos para tensionado y afilado de elementos cortantes: discos y cintas.

b. Evaluación del aserrado

Normalmente el aserrado se evalúa con las denominaciones de:

- **Fácil:** Cuando no se presenta ningún inconveniente en el proceso de corte, ni desgaste excepcional de los elementos cortantes. La madera de marupa, huamanzamana, sapote, panguana, utucuro, maquizapa ñagcha, son fáciles de aserrar. De requerir un aumento en la producción de madera aserrada, se tendría que mejorar los elementos de corte, con aleaciones tipo HSS, carburo de tungsteno o widia.
- **Moderado:** Cuando se presenta alguna dificultad en el corte, sea por características propias de la madera, como inclusiones (gomas y resinas), tipo de grano; o por el material de los elementos cortantes. La madera de pashaco, yacushapana y aucatadijo son de una dificultad moderada. De requerir un aumento en la producción de madera aserrada, se tendría que mejorar los elementos de corte, con metales tipo HSS, carburo de tungsteno o widia, y estelite.
- **Difícil o muy difícil:** Cuando se reduce considerablemente la producción habitual del aserradero, ya sea por las características propias de la materia prima, como niveles alto de contenido de sílice, dureza, etc.; o por el material de los elementos cortantes. La madera de ana caspi es de difícil aserrío y para procesarla se requiere usar elementos de corte adecuados con metales con tipo, HSS, carburo de tungsteno o widia, y estelite, cuyo mantenimiento se realiza con piedras denominadas diamantadas y en afiladoras que mantengan los ángulos de ataque originales.

c. Consideraciones para el aserrío

c.1. De las características propias de la madera: El tipo de grano entrecruzado, el contenido de sílice y otros minerales, dificultan el aserrío.

- La densidad y el contenido de humedad. La alta densidad y la dureza dificulta el proceso de aserrío por el desgaste mayor de los filos de los elementos cortantes; y el contenido de humedad alto reduce la resistencia mecánica al paso de la sierra, absorbiendo el calor generado por el corte y actúa como lubricante de los filos.

En Pucallpa algunas empresas vienen utilizando las sierras de cinta con un paso, una profundidad de garganta y una forma de diente, adaptados para una gama de especies de diferentes densidades, de acuerdo a las características del abastecimiento de madera en trozas que corresponde a bosques heterogéneos y con resultados comerciales aceptados.

c.2. Relativos al proceso de aserrío

- Para proteger la salud de los operarios, se recomienda utilizar equipos e indumentaria de protección como guantes, máscaras de protección visual y de protección nasal, debido a que al aserrar maderas que contienen sustancias químicas que pueden ser tóxicas, en diversos grados pueden ocasionar alergia, irritación de la piel o de las mucosas o afecciones respiratorias.

Figura 14: Equipo de seguridad para el personal



- Para apilar las tablas de madera deben elaborarse listones separadores con maderas de especies que presenten grano recto y dimensionalmente estable, con alta resistencia mecánica, secos y libres de torceduras y rajaduras, preferiblemente de madera del duramen para garantizar una mayor resistencia al ataque de los hongos e insectos y de sección transversal uniforme en toda su longitud.
- Emparrillar las tablas sin pérdida de tiempo para su posterior proceso de secado. Los paquetes armados deberán colocarse bajo techo y alineados. Aplicar una mano de pintura en los extremos de las tablas para disminuir las rajaduras y con colores diferenciables por especie a manera de codificación.
- Contar con personal calificado para la clasificación visual de los volúmenes de la madera aserrada.
- Controlar los rendimientos y mermas, optimizando el proceso con la disminución de residuos.
- Poder determinar el tipo de afilado adecuado para los diferentes elementos cortantes.
- El operario principal de la línea de corte debe tener los conocimientos y experiencia necesaria para manejar las velocidades de alimentación que se requiere en las diferentes alturas de corte y especies.

- El operario principal de la línea de corte debe tener los conocimientos y experiencia necesaria para reducir las tensiones en las tablas o tablones y obtener rendimientos cuantitativos y cualitativos satisfactorios; las partes externas con tensiones deben ser removidas aserrando en piezas más delgadas.

c.3. Para la recepción de la madera aserrada

Cumplir con las disposiciones oficiales para obtener madera de procedencia legal de las concesiones forestales y/o bosques con autorización expresa.

Para la adquisición de madera: tener en cuenta lo siguiente:

- Que provengan especialmente de concesiones forestales o de bosques certificados de comunidades nativas.
- Que se garantice los diámetros mínimos de corte de árboles maduros.
- Que no presenten defectos críticos que alteren la seguridad de uso.
- Que tengan una guía de remisión o transporte forestal visada por la Dirección Ejecutiva Forestal y de Fauna Silvestre correspondiente, en donde se comprueben: Nombre del proveedor y de las especies maderables; lugar de procedencia y fecha de embarque; número de cuarterones y tablas aserradas; volumen de la carga, dimensiones de las piezas de madera y total de pies tablares o peso de la carga.
- Para la cubicación de las piezas de madera, en base a las dimensiones de espesor, ancho y largo, utilizar una cinta métrica de carpintero y se usan dos sistemas el sistema inglés que se utiliza comercialmente y el sistema métrico decimal que lo exige el estado peruano.

Figura 15. Cubicación de la madera Proyecto



- **Sistema inglés:** Para calcular el volumen se miden el ancho y espesor en pulgadas, el largo en pies tablares, tomando como

base la medida o dimensión nominal, utilizando la siguiente igualdad:

$$\frac{\text{Espesor (pulg.)} \times \text{Ancho (pulg.)} \times \text{Largo (pies)}}{12} = \text{Volumen (pies tablares)}$$

- **Sistema métrico:** Para calcular el volumen se miden el ancho en milímetros, espesor en centímetros y el largo en metros, tomando como base la medida o dimensión nominal, utilizando la siguiente igualdad:

$$\frac{\text{Espesor (mm)} \times \text{Ancho (cm)} \times \text{Largo (m)}}{100,000} = \text{Volumen (m}^3\text{)}$$

d. Tolerancias por defectos de aserrío

Para dimensionar las piezas se consideran dos tipos de dimensiones:

- **Dimensión nominal:** Aquella dimensión de espesor, ancho y largo que las piezas de madera deben tener antes de ser cepilladas, labradas y secadas. Sinónimo de dimensión bruta.
- **Dimensión real:** Es aquella dimensión de espesor, ancho y largo que tiene la pieza de madera luego de ser cepillada y labrada a un contenido de humedad especificado. Se denomina también dimensión final o neta.
- **Tolerancia del espesor:** se mide el espesor en el punto más estrecho de la tabla, pero no a menos de 6" de los extremos. El espesor nominal puede ser: ½", ¾", 1", 1 ½", 2, 2 ½", 3", 3 ½", 4".

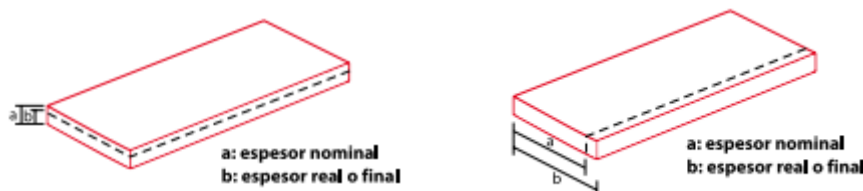
Las tolerancias del espesor nominal son:

Para ½", ¾", 1" se tolera una sobremedida de 1/8" ó 3 mm.

Para 1 ½", 2 1/4" se tolera una sobremedida de 3/16" ó 4 mm.

Para 2 ½", 3", 3 ½", 4" se tolera una sobremedida de ¼" ó 6 mm.

- **Tolerancia del ancho:** se mide el ancho en el punto más estrecho de la tabla, pero no a menos de 6" de los extremos. El ancho nominal puede ser: 2", 3", 4", 5", 6", 7", 8", 9", 10", 11", 12", 13", 14", 15", 16". La tolerancia máxima del ancho nominal será hasta de ¼" ó 6 mm. **Figura 16.** Tolerancia por defectos de aserrío



- **Tolerancia del largo:** se mide el largo en la menor distancia entre los dos extremos o cabezas de la tabla. El largo nominal puede ser múltiplos de un pie (1') y medirse a partir de 6'a más pies. La tolerancia máxima del largo nominal será hasta de 6" o 15 mm.

e. Defectos de la madera

e.1. Defectos en las piezas de madera en el proceso de transformación

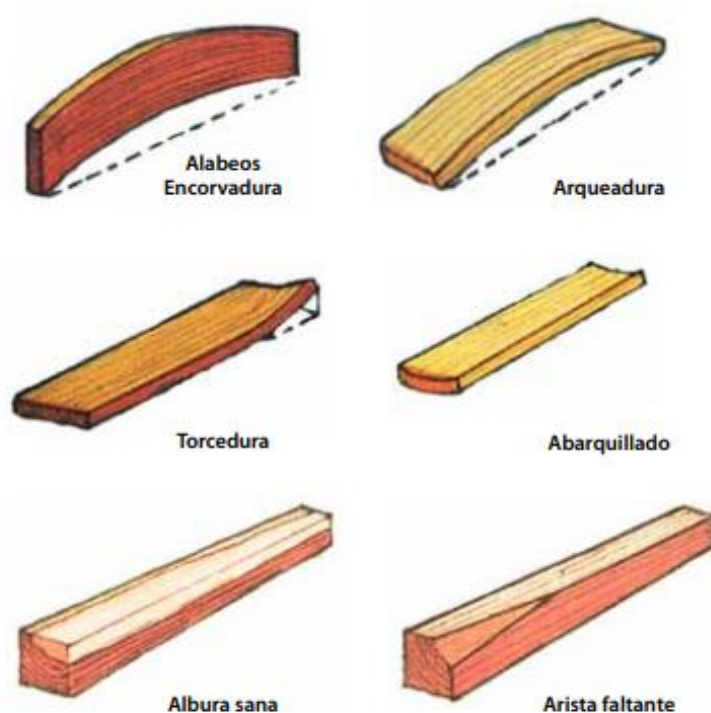
Corresponden a los defectos de espesor y ancho, referidos a la falta de planitud o falta de paralelismo entre las caras y los cantos de la madera, conocidos en el mercado como descalibre de las piezas aserradas, que se producen como consecuencia del pandeo de la sierra durante el aserrado, causado por:

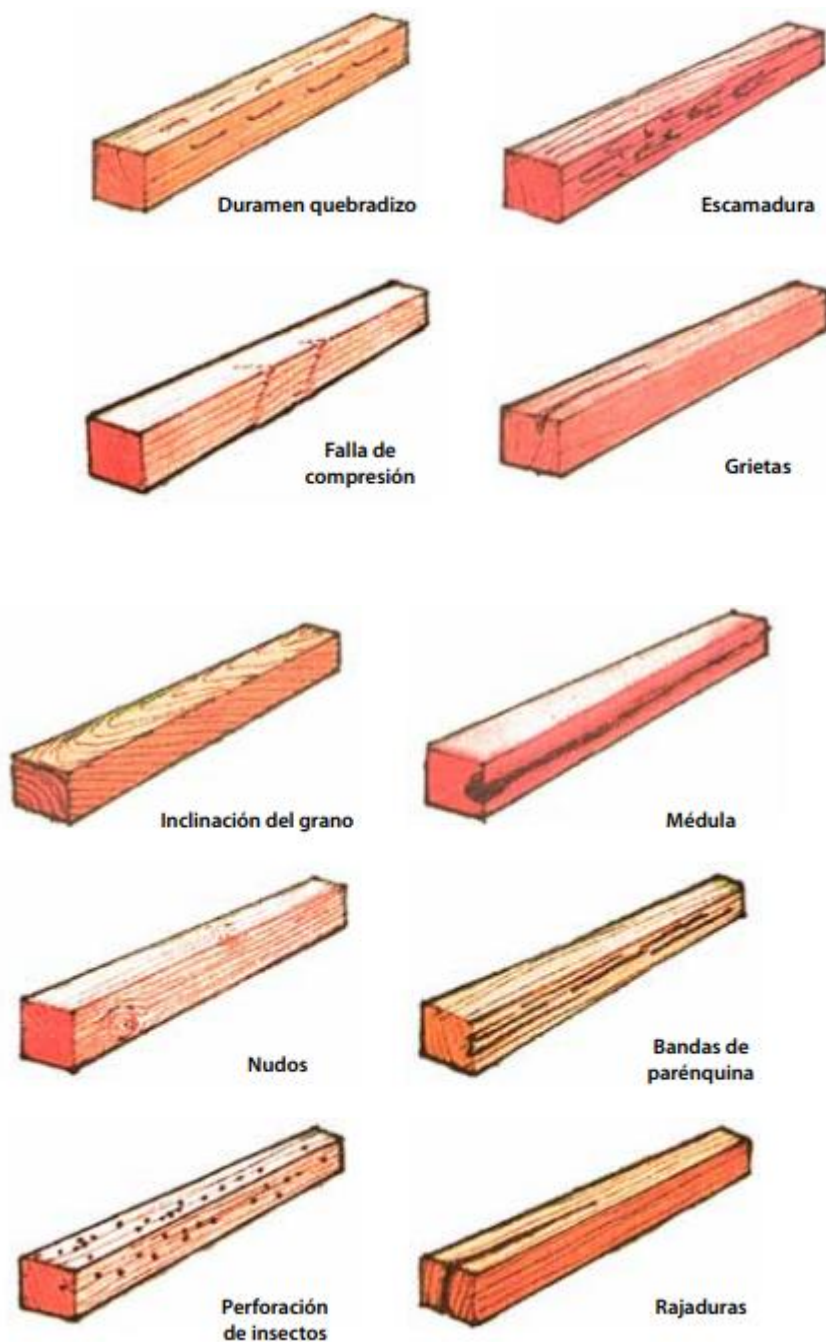
- Defecto de tensión de la cinta.
- Mala disposición de las guías.
- Defecto de afilado de las sierras.
- La velocidad inadecuada del carro o dispositivo de empuje.
- Movimiento de la troza durante el corte.
- Pérdida de tensión de las sierras circulares.

e.2. Defectos propios de la madera

Son anomalías e irregularidades que afectan el comportamiento estructural y la apariencia de la madera. Son:

Figura 17: Defectos propios de la madera





2.2. Secado de la madera

Es la operación que tiene por objeto eliminar el exceso de agua de la madera o disminuir el contenido de humedad de la «madera húmeda o verde», en condiciones rápidas, económicas y sin ocasionar defectos que no alteren sus propiedades mecánicas.

2.2.1. Fases de la eliminación del agua de la madera

Se realiza según la especie. El árbol en pie contiene agua y sustancias líquidas hasta en 400% de contenido de humedad, cuando se tala el árbol, inicialmente la

troza pierde las sustancias líquidas especialmente por la zona de albura. El agua libre es la primera en salir, siguiéndole el agua higroscópica.

2.2.2. Ventajas del secado de la madera

- Permite estabilizar la forma y las dimensiones de la madera en uso, minimizando los cambios que pueda sufrir en su contenido de humedad.
- Optimiza la resistencia mecánica y mejora sus propiedades como aislante térmico, acústico y eléctrico.
- Reduce su peso, favoreciendo su transporte, disminuyendo el costo de fletes y su manipulación.
- Aumenta la resistencia biológica, especialmente contra la pudrición y manchas de hongos xilófagos, cromógenos o mohos.
- Permite un buen lijado.
- Los acabados resultan de mejor durabilidad y calidad.
- Responde a la condición para la exportación de productos elaborados.

2.2.3. Formas de secado de la madera

La eliminación del agua de la madera se puede obtener de las siguientes formas:

a. Secado al natural o al aire libre

Es la primera etapa del secado, y puede disminuir la humedad de la madera hasta que la humedad del ambiente lo permita (humedad de equilibrio al ambiente de la madera en la zona de Pucallpa es 16% de CH.). El secado al aire es recomendable para ciertos productos que se utilizan al CH que les permite el ambiente (durmientes, madera estructural, pisos exteriores). También se utiliza como primera etapa de secado a fin de reducir el tiempo del programa del secado en cámara.

La consideración general para el secado natural es hacerlo bajo techo o cobertura, y de preferencia los extremos de las tablas apiladas no deben estar expuestos a la radiación solar.

Figura 18. Secado natural o al aire libre.



El apilado de madera depende de las características de la especie:

- **Apilado en triángulo horizontal:** se recomienda para maderas que no son susceptible a la mancha azul y con poca deformación.

Figura 19. Apilado en triángulo horizontal



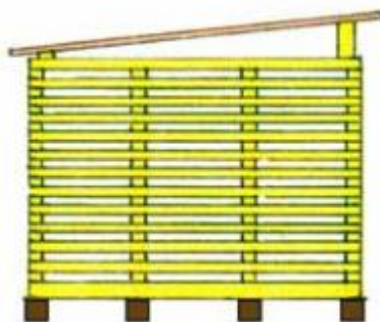
- **Apilado en talanqueras o caballetes:** recomendable con tablas de espesores menores de 1.5 pulgada, fáciles de secar y con mínimas tendencias a la deformación.

Figura 20. Apilado en talanqueras o caballetes



- **Apilado horizontal con separadores:** debe tener un grado mínimo de pendiente, para acelerar la salida del agua libre. Recomendable para tablas de cualquier espesor. Es indispensable el apilado horizontal para prevenir deformaciones en el proceso de secado.

Figura 21. Apilado horizontal con separadores



Cabe señalar que el Perú presenta una variedad de climas y estaciones, que van desde los húmedos tropicales (selva), a los

secos temperados (sierra), a los secos húmedos (costa), por lo que se debe aprovechar las condiciones climáticas de cada zona para el secado natural.

b. Secado en cámara

Va a depender del tipo de cámara y cómo esté construida, dependiendo del material utilizado para su aislamiento, de la fuente de calor, por su costo eficiencia de la especie de madera y el espesor de las tablas.

Figura 22. Secado artificial de marupa



b.1. Consideraciones para el secado

- Antes de secar es conveniente sellar con pintura látex o parafina los extremos de la pieza de la madera para evitar los agrietamientos o rajaduras. Pintar los extremos de las tablas con diferentes colores para diferenciarlas por especies o característica de tratamiento.
- Los listones separadores deben tener una sección mínima de 1,5 x 1,5 cm y pueden ser también de 2,0 x 3,0 centímetros, de modo que se pueda utilizar, dependiendo del espesor de la madera a secar, como peralte la de menor o de mayor espesor, el cual debe ser uniforme a lo largo de todo el listón.
- El distanciamiento máximo horizontal entre separadores en un mismo nivel debe ser de 60 centímetros. El espaciamiento entre separadores para tablas delgadas tiene generalmente las siguientes distancias: 40 centímetros para tablas delgadas, 60 centímetros para tablas entre 20 y 30 milímetros y de 80 a 100 centímetros para maderas más gruesas.
- El número y posición de los separadores tienen influencia decisiva en el desarrollo de defectos en el secado. El número de separadores varía según las especies, el grueso, el tipo y la clasificación de la madera aserrada.

- Las tablas en corte radial deberán mantenerse identificadas y separadas hasta después del secado. Estas piezas son las más estables y deberán utilizarse en las partes más sensibles de los productos a fabricar.
- Con un adecuado manejo de las condiciones del secado es posible efectuar ajustes de las variables para disminuir el tiempo efectivo de secado, logrando que la madera alcance el contenido de humedad deseado, sin que se presente ningún tipo de defectos, en el menor tiempo posible.
- Si bien es posible encontrar un tiempo óptimo teórico de secado, la mejor forma de encontrar la combinación adecuada de variables en el tiempo es mediante pruebas constantes, elevando la temperatura e incrementando en la segunda fase la introducción de humedad en la cámara.
- Se puede conocer los resultados del secado cuando se trabaja con tiempos, temperaturas y humedades superiores o inferiores a las del programa “óptimo”. Por otra parte, esta práctica otorga un nivel elevado de especialización a los operarios de las cámaras de secado.
- Necesariamente se deben realizar tablas o diagramas para visualizar el avance del secado.

b.2. El ciclo de secado

Existen programas de secado para maderas comerciales en climas templados y tropicales como el British Timber Drying Manual y el Manual del Grupo Andino para el secado de maderas de la Junta del Acuerdo de Cartagena, donde se consideran como base los siguientes programas:

- **Programa de secado suave:** Requiere temperaturas bajas, humedad relativa (HR) alta y mayores tiempos en cada paso del programa. Se utilizan para maderas latifoliadas, duras y difíciles de secar. Son recomendados para maderas en condiciones de secado en cámara muy propensas al agrietamiento. Ejemplos ana caspi y yacushapana.
- **Programa de secado moderado:** Es un programa intermedio para maderas latifoliadas de secado lento y/o propensas a sufrir deformaciones o agrietamientos. Ejemplos utucuro, sapote, aucatadijo y panguana.
- **Programa de secado severo o fuerte:** Permite temperaturas elevadas y HR baja, con cambios fuertes y frecuentes. Se utiliza para maderas latifoliadas de secado fácil con un comportamiento estable. Ejemplos maquizapa ñagcha huamanzamana, pashaco y marupa.

b.3. Vaporizado de la madera

Es una operación que tiene por objetivo mejorar el flujo de agua y eliminar las gomas contenidas en la madera, bajar su tensión, uniformizar el tono de color y su contenido de humedad y evitar problemas en el secado que afectan la calidad del producto maderable final.

Para las especies que presentan problemas en secar, por el contenido de goma y resina, es necesario implementar el vaporizado de la madera. Este proceso se puede realizar en la misma cámara de secado, si se tiene los aditamentos necesarios, o en una cámara de vaporizado. El tiempo de vaporizado varía de acuerdo a la especie y el espesor, según el programa de secado que se utilice.

La carga de madera dentro de la cámara deberá saturarse completamente de vapor por espacio de 50 horas a una temperatura de 95° centígrados. Luego del proceso de vaporizado, la madera deberá ser emparrillada y secada en el más corto tiempo posible.

b.4. Secado sin vaporización

Para suplir la falta de un vaporizado previo se deberá hacer lo siguiente:

- **Calentamiento:** Cuando la temperatura de la cámara marque 40° se le deberá humidificar con intermitencias de una hora durante un periodo de 12 horas, cuidando que no descienda la temperatura. Igual procedimiento deberá efectuarse cuando se llega a temperaturas de 45° centígrados y 50° centígrados. El proceso total de calentamiento (incluyendo humidificaciones) tomará un tiempo aproximado de 72 horas.
- **Eliminación de agua libre:** En esta parte del proceso la cámara debe marcar 50° y deberá descender lentamente hasta que los testigos lleguen a un nivel de 26% de humedad.
- **Eliminación del agua higroscópica (agua en las paredes celulares):** Empezando la fase se deberá subir la temperatura de la cámara a 55° centígrados, luego de esto se tendrá que humidificar por espacio de seis horas con intervalos de una hora.

c. Análisis y calificación de defectos originados en el secado de la madera

La extracción de agua de la madera trae consigo algunos riesgos que pueden posibilitar la aparición de algunos defectos. Un buen programa de secado busca minimizar la aparición de defectos en las piezas de madera. Los defectos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Las piezas de madera después del proceso de secado, se clasifican en:

- **Maderas del «Grupo A» (madera sin defectos):** se clasifica así a las maderas de secado óptimo que en el proceso de presecado o el programa adecuado de secado en cámara no presentan más variaciones que la reducción de sus dimensiones. Esta contracción se considera normal. Puede admitirse pequeñas grietas en los extremos, siempre que no sobrepasen en longitud el 1% del largo total de la tabla.

- **Maderas del «Grupo B» (maderas con defectos leves o moderados):** Son aquellas cuyas deformaciones inciden en las propiedades y las dimensiones de las maderas. Las piezas son recuperables puesto que el defecto normalmente desaparece mediante el recorte o cepillado, utilizándolas como piezas cortas. Estos defectos se toleran en las siguientes dimensiones:
 - ✓ Torceduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o un centímetro de flecha máxima a lo largo de la arista mayor.
 - ✓ Arqueaduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o no más de un centímetro de flecha máxima entre la cara y la superficie plana de apoyo.
 - ✓ Grietas y rajaduras de menos del 5% del largo de la pieza, ubicadas en los extremos.
- **Maderas del «Grupo C» (maderas con defectos severos o graves):** Son aquellas piezas no aceptables porque modifican en gran medida las propiedades y las dimensiones de las tablas, ocasionando que en algunos casos las piezas queden inservibles. Es de esperar que las maderas inservibles no sobrepasen el 8% del lote de madera seca, cifra perfectamente manejable. Los defectos se presentan con las siguientes características:
 - ✓ Torceduras de más de un milímetro de longitud respecto a la dimensión mayor.
 - ✓ Rajaduras en los extremos de más de 10% del largo de la pieza.
 - ✓ Abarquillado no más de un milímetro de flecha máxima entre la arista cóncava y el plano transversal.
 - ✓ Las piezas con colapsos, que son disminuciones bruscas e irregulares del espesor de algunas fibras no se aceptan.

Las piezas con acebolladura o formación de una escama o costra en la superficie no se aceptan.

2.3. Transformación secundaria

Es el proceso mecanizado para obtener piezas de madera labradas a escuadra con medidas terminadas de espesor (canto), ancho (cara) y largo, según el plano o el diseño del producto.

- **Conocimientos básicos:** Personal calificado para evaluar los tipos de grano con sus respectivos defectos y optimizar de esta manera las actividades de listoneado o canteado y despuntado de las piezas a obtener. Con el conocimiento de las características anatómicas y físicas de la madera se puede reconocer los tipos de defectos con el fin de eliminarlos durante el habilitado y el maquinado con: Sierra radial (trozado y cabeceado), sierra circular (listoneado), sierra de cinta carpintera garlopa, cepilladora, tupí, taladro, ruteadora, torno, lijadora.

- **Factores relativos a la madera:** Cuando la madera es trabajada con el filo de la herramienta en posición paralela al grano provienen los siguientes defectos:
 - ✓ **Grano arrancado**, debido a la existencia de elementos de falla como radios y parénquima.
 - ✓ **Grano levantado**, debido a deficiencias en el seccionamiento de las fibras.

Cuando la madera es trabajada con el filo de la herramienta en posición oblicua al eje de rotación y al grano, se produce un tipo de figura muy apreciable en tornería, pero a la vez presenta dificultades limitantes que provienen de defectos como:

- **Astilladura**, por falta de cohesión transversal entre las fibras.
- **Vellosidad**, relacionado con la falta de corte neto o falta de capacidad de corte de las herramientas en el cuadrado intermedio resultante.
- **Rugosidad**, causado por la acción del filo con cierto ángulo con respecto a la orientación del grano. Las fibras y los poros después del paso del filo vuelven a su forma original, pero sobresaliendo las puntas cortadas en forma biselada debido a la diferencia de posición.

2.3.1. Cortes con sierra circular

a. Radial o transversal

Mediante esta operación de “trozado o despuntado” la madera se asierra perpendicularmente a las fibras, para obtener piezas más pequeñas. Es importante eliminar en esta etapa las partes de la madera que presenten rajaduras y alabeos o deformaciones. Es muy probable que el defecto disminuya cuando las piezas son más cortas. Los discos pueden ser de acero rápido o con dientes de carburo de tungsteno.

Figura 23. Trozado o despuntado de panguana



- **Orientaciones del corte ortogonal en el trozado, despuntado o cabeceado (corte transversal):** Referida a la orientación y a

las características geométricas del corte con respecto a los elementos constitutivos de la madera.

Figura 24. Orientación del corte ortogonal en el trozado



- **Equipos usuales para corte transversal**

- ✓ Despuntadora de péndulo
- ✓ Despuntadora radial
- ✓ Escuadradora

Corte longitudinal

Mediante esta operación mecanizada de “listoneado o canteado” se obtiene el ancho requerido de la tabla. En esta etapa se deberá tener cuidado de eliminar las piezas que todavía conservan rastros de corteza, albura, aristas faltantes y nudos. Los discos más eficientes son los que presentan dientes de carburo de tungsteno (widia).

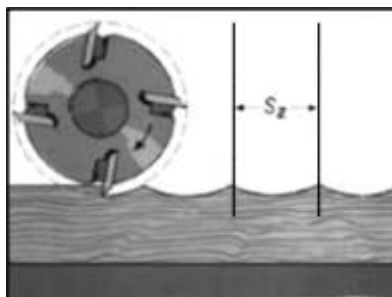
- **Equipos usuales para corte longitudinal**

- ✓ Bloqueadoras
- ✓ Tablilladora
- ✓ Canteadora
- ✓ Multilámina

2.3.2. Cortes periféricos o rotatorio

La madera es removida en forma de virutas individuales formadas por la acción intermitente de las cuchillas en la madera. La superficie trabajada presenta pequeñas depresiones y crestas denominadas marcas de cuchillas. Las imperfecciones serán menos pronunciadas si se aumenta la velocidad de rotación del porta cuchillas, si se aumenta el número de cuchillas o si se reduce la velocidad de alimentación de la madera.

Figura 25. Corte en sierra circular



a. **Corte en garlopa o planeadora**

La finalidad principal de esta máquina es obtener superficies planas en las caras trabajadas de ángulo recto en dos caras adyacentes. Se encuentra formada por dos tableros, el de la alimentación que es el más bajo y el de la salida que está a la misma altura del borde de corte. La diferencia de altura con el nivel superior del paso de cuchillas es regulable y determina el espesor de madera que será removida. Dependiendo el tipo de materia prima, producto y del proceso productivo se utilizan los equipos de garlopeado en anchos, largos, capacidad productiva y automatización.

Figura 26. Garlopeado de aukatadijo



b. **Corte en regresadora o cepilladora**

La utilidad fundamental de esta máquina es cepillar las piezas de madera a una medida uniforme (dos caras paralelas), para este efecto la pieza debe estar lisa y plana en su cara inferior. La regulación del espesor removible se realiza moviendo la altura de la mesa, manual o automáticamente.

Figura 27. Cepilladora



c. **Moldurado**

El moldurado comprende operaciones que se llevan a cabo sobre la madera, para hacer más seguros los cantos o bordes, redondeándolos, consiguiendo además un acabado más decorativo.

Figura 28. Molderera industrial



El proceso para ejecutar el perfil de una moldura se hace mediante el uso de una moldurera, una máquina tupí o una ruteadora. Entre sus productos se tienen: cantos de mesas, pasa manos de escaleras, rodones, marcos, machihembrados, etc.

2.3.3. Corte en sierra de cinta carpintera

Se caracteriza por tener una sierra sinfín de v, ancho pequeño muy flexible que permite efectuar cortes rectos o en curva, aprovechando la flexibilidad que le otorga la hoja sinfín debidamente afilada y triscada.

El ancho de la cinta está en función al espesor de la tabla a cortar y a la configuración del corte. Cuanto más curvada sea la dirección del corte, más angosta deberá ser la hoja.

2.3.4. Taladrado

El taladro es una máquina donde se mecanizan los agujeros que se hacen a las piezas de madera. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca que se mueve verticalmente por medio de una palanca y posee una escala para regular la profundidad.

Figura 29. Taladrado de banco de pashaco blanco



2.3.5. Torneado

Forma de labrar la madera combinando el movimiento rotatorio de la pieza con la aplicación de una herramienta cortante.

Proceso para labrar la madera con el torno, existen dos formas de torneado: paralelo a las fibras y perpendicular a las fibras, pasando por posiciones intermedias.

Entre los distintos tipos de tornos tenemos:

- **Torno simple.** Que se fija las piezas de madera en dos ejes y se trabajan pieza por pieza, con herramientas manuales (gubias, formones y escoplos).
- **Tornos mecánicos para madera.** A diferencia de los tornos simples, estas se trabajan con elementos cortantes fijos que atacan la madera a través de un sistema de acercamiento, también mecánico, pueden trabajar pieza por pieza como en producción múltiple dependiendo del tipo de torno (copiadores múltiples y simples).

Figura 30. Torneado en madera de panguana



2.3.6. Escopleado

Operación de perforado que se realiza en la madera que se puede hacer con herramientas sencillas (taladro) o con equipos semi industriales o industriales llamados escopladoras, que pueden ser mecánicas, neumáticas o de cadena.

La perforación es un agujero o caja (ciego o pasante «caja abierta») en forma alargada que sirve como elemento de unión entre dos o más piezas de madera denominada «ensamble a caja y espiga». Puede ser, tipo escoplo que hacen perforaciones cuadrangulares de fondo ciego o pasante, tipo taladro, agujeros angostos hechos individualmente con broca o mecha para luego trabajar la superficie interior del ancho del escoplo; tipo broca o fresa que además de perforar corta horizontalmente y los extremos del escoplo son semi circulares.

Figura 31. Escopleadora industrial



Figura 32. Escopleadora simple



Indicadores para la calificación del escopleado

- Avance de penetración sin dificultad.
- Superficies del escoplo pulidas sin defectos de fibra arrancada o vellosidades.

2.3.7. Espigado

Operación de preparar el perfil para encaje en la caja o escople, estas normalmente van en los extremos de las piezas con dimensión nominal, y se realizan con elementos cortantes o sierras circulares.

Los equipos utilizados para la operación de espigado van desde sierras circulares sencillas hasta espigadoras de alta producción, pueden ser mecánica y/o neumática; y la espiga es el complemento de unión entre dos a más piezas de madera denominada «ensamble a caja y espiga».

Figura 33. Espigadora industrial.



Indicadores para la calificación del espigado

- Superficies de la espiga sin defectos de fibra arrancada o vellosidades.

2.3.8. Lijado

Conjunto de operaciones manuales y/o mecanizadas cuyo propósito es eliminar las rugosidades imperfecciones de las superficies para facilitar la operación de abrir el poro y dejar la superficie lisa y en muchos casos para recibir materiales de recubrimiento en el acabado.

Figura 34. Lijado con lijadora excéntrica tablero de utucuro



Tipos de equipos para el proceso de lijado

- Máquinas para lijar superficies planas pueden ser portátiles o de banco (lijadoras de banda y lijadoras verticales, lijadora orbital, lijadoras de vaivén).
- Para lijar superficies de curvatura amplia (lijadoras de globo y orbitales).
- Para lijar bordes moldurados y para lijar elementos torneados (lijadoras calibradoras).
- Máquina para arenar a alta presión.

Figura 35. Lijadora de banda industrial



Figura 36. Lijadora regruesadora



Figura 37. Lijado de puerta de maquizapa ñagcha



Características para la selección de los elementos abrasivos (lijas y otros)

- Composición de los elementos de la lija.
- Dimensiones de las lijas (bandas, pliegos).
- Resistencia a la tensión de montaje.
- Resistente a la presión de la lija sobre la madera.
- Sentido de avance de la madera y/o de la lija.
- Adaptable a la velocidad de alimentación.
- Adecuado al espesor de remoción.
- Sustancias presentes en algunas especies de maderas (aceites, gomas, resinas, látex o cristales de sílice, cenizas, etc.), presentan dificultades como ensuciamiento fuertemente adherido a la lija.

Figura 38. Lijadoras portátiles



Indicadores para la calificación del lijado:

- Superficie limpia pulida.
- Facilidad de remoción del sucio.
- Desgaste del material abrasivo.
- Defectos del lijado severos o leves como:
 - ✓ Marcas de máquina.
 - ✓ Rayados o arañado.
 - ✓ Velloosidades o lanosidad.

2.3.9. Ensamble o armado

Es el conjunto de operaciones, en su mayor parte manuales, que tienen por finalidad acoplar las piezas previamente maquinadas para transformarlas en un producto estructurado.

Tipos de acoplamiento

- **A caja y espiga:** Proceso de unir una pieza de madera cuyo extremo es en espiga a otra pieza que presenta una caja o escoplo en el lugar donde debe alojarse con el pegamento apropiado.

Figura 39. Mesa unida a caja y espiga



Consideraciones:

- Se requiere que las espigas calcen perfectamente en la caja y su inserción sea recta o inclinada, con el ángulo que el plano manda.
- Para todas las maderas considerar en la caja una tolerancia razonable para la cola. La madera de baja densidad no debe encajarse de forma muy ajustada, porque se rompe el escopleado, hay que tener en cuenta la ubicación del escoplo en el producto, ya sea en el centro o en el canto de las piezas.
- **Pegado o encolado:** Es una operación que consiste en juntar o pegar las superficies de las piezas de madera seca al 10% CH°, mediante un adhesivo que puede ser cola, con el objetivo de obtener una pieza más gruesa o más ancha.

Figura 40. Pegado y encolado



Consideraciones:

- Respetar escrupulosamente las indicaciones del fabricante de la cola. El proveedor del insumo deberá suministrarlas normas del pegado tales como: el modo de aplicación, la cantidad de cola, la temperatura, el tiempo de secado y las humedades de las maderas a acoplar.
- Se pueden encolar prácticamente todas las maderas.
- La elección de la cola depende de la utilización que se requiera (interior, exterior, mueble, carpintería de obra, estructura liviana, estructura pesada, etc.).
- Asegurar previamente las condiciones normales de preparación de la madera antes del encolado: Contenido de humedad correcto, estado del corte, superficie limpia y encolado uniforme.
- En el caso de los empalmes fingerjoint, contar con ángulos precisos de unión.
- Las maderas densas y de elevada contracción pueden presentar problemas, especialmente cuando se utilizan en laminado encolado.
- Las uniones se pueden calificar como bueno o delicado, según los casos.
- La teoría de cómo se encola la madera se basa en dos tipos de uniones:
 - ✓ **Unión mecánica:** La cola más o menos fluida se introduce en los poros de las dos superficies al unir la madera y después por fraguado, la cola se convierte en un sólido de gran cohesión, anclado fuertemente en ambas piezas que quedan perfectamente unidas. La calidad del encolado depende de la rugosidad de la superficie de la madera, del número de poros que tenga y que estén abiertos (limpios) para que profundice la cola (permeabilidad de la madera).
 - ✓ **Unión específica o química:** Resulta de la atracción química entre los grupos activos polares de la cola. En este caso está demostrado que la rugosidad de la superficie perjudica la calidad del encolado. Influye la edad de la pieza con el tiempo transcurrido desde que se realizó la superficie a encolar, dado que con el tiempo el número de grupos polares activos disminuyen.

- **Clavado o empernado:** Proceso de introducir en la madera los clavos o pernos ya sea como medio de unión o armado de productos estructurados.

Figura 41. Clavado con pistoleta



Figura 42. Clavado con martillo en jaba de huamanzamana



Consideraciones:

- Es importante saber si se puede hundir fácilmente una punta sin riesgo de rajar la madera.
- La resistencia depende de la superficie de unión y esta depende de la longitud, el diámetro y el número de pernos o clavos que se coloquen.
- Se verificará la aptitud de la madera para retener una punta si agarra o no agarra bien. En caso contrario, se indica que es necesario efectuar perforaciones previas.
- En algunos casos los clavos sólo sirven hasta que la cola haya fraguado, por lo que un buen prensado y encolado garantiza un buen acople.
- **Entarugado:** Proceso de unir piezas de madera mediante tarugos. Consideraciones: Los tarugos con superficie de ranuras espiraladas son más exactos y dan mayor adherencia. Para que calcen los tarugos en las perforaciones se debe dar una mínima tolerancia para el ajuste.

Figura 43. Entarugado en puerta de utucuro



2.4. Acabado

Conjunto de operaciones mayormente manuales para resaltar las cualidades estéticas de la madera. De acuerdo al gusto del cliente se puede incorporar un tono o un brillo adecuado y de forma permanente. Estas son cualidades que no deben perderse con el tiempo, ya sea por efecto de la luz, las variaciones de la humedad, por la temperatura y por desgaste como consecuencia del uso del mueble.

a. Fases del preacabado

Según la elección del estilo y en base al diseño del producto se aplican los siguientes tipos de preacabado:

- Preparación y limpieza de la superficie para eliminar las sustancias que se interpongan entre la madera y la primera mano de acabado.
- Masillado o estucado, si fuera necesario tapar imperfecciones.
- Retoque de fondo o tapa poro, para fijar los productos aplicados anteriormente, para tapar los poros y pequeños defectos superficiales y para preparar la superficie previa a la aplicación final del barniz o laca.
- Lijado para darle mayor resalte al veteado o figura de la madera, puede ser lijado grueso o lijado fino. Los métodos de aplicación de productos para el acabado pueden ser manuales con mota y/o con sopletes en cabinas con extractores de aire, cortinas de agua o con diversas técnicas y por etapas.

Figura 44. Masillado



Existe una gama muy grande de productos de recubrimiento como lacas, barnices y pinturas.

- Emplear materiales de buena calidad, ya que se trata del perfeccionamiento o último retoque que se da al producto elaborado.
- La poca porosidad que presenta la superficie de la madera permite un ahorro sustancial en la cantidad de material de recubrimiento.
- Se evalúan las reacciones de todos los productos usados para la culminación del producto de madera y se determina qué productos de recubrimiento son adecuados para cada tipo de madera.
- Se da el lijado final, si fuera necesario para eliminar los rastros dejados por el patinado con lijas de grano 220 y 320.

b. Fases del acabado

De acuerdo al requerimiento del estilo y diseño se aplica los acabados (a poro sellado y poro abierto) con las siguientes operaciones:

- **Natural**, para resaltar el veteado de la madera, puede ser laqueado o barnizado.
- **Tintado o teñido**, para incorporar un tono o color a la superficie respetando su veteado o figura (uso de tintes minerales y/o naturales), puede ser laqueado o barnizado.

Figura 45. Teñido de Apeiba membranacea. Spruce ex Benth



- **Pintado**, de acuerdo al estilo con técnicas del marmoleado, envejecido, al duco, craquelado, grabado y sombreado.

Retoques con accesorios: Según el diseño de los productos de madera se termina su fabricación con la aplicación de accesorios como chapas, bisagras, jaladores, espejos, adornos, entre otros.

Figura 46. Mesas de centro de diversos colores de maquizapa ñagcha



Figura 47. Adorno en empaque vinícola de marupa



Figura 48. Coloque de bisagra



Figura 49. Decking de ana caspi



2.5. Embalaje

Es la acción de envolver o empaquetar el producto terminado que se ha de transportar, utilizando elementos de protección tales como plástico, cartón corrugado, poliestireno termoplástico (tecknopor), embalajes de madera, cajones de madera o plástico, entre otros.

Figura 50. Embalaje puerta de marupa

