

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS
DE UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE MUEBLES
EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTORA

Brigitt Vanessa Barrios Carlos

ASESOR:

Eduardo Carbajal López

Lima, septiembre 2023

Informe de Similitud

Yo, ...Eduardo Carbajal López.....,
docente de la Facultad de ...Ciencias e Ingeniería..... de la Pontificia
Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE UNA EMPRESA DE
PRODUCCIÓN DE MUEBLES EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....,

del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as)
.....,

...Brigitt Vanessa Barrios Carlos.....,
.....,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de ...22.%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 20/09/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: ...San Miguel...20 setiembre de 2023.....

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Carbajal López, Eduardo</u>	
DNI: 41887977	Firma 
ORCID: 0000-0002-0298-5435	

Resumen

El estudio tiene como objetivo optimizar el proceso productivo de una empresa de manufactura de muebles de madera para reducir costos en los subprocesos propios del flujo productivo e incrementar la cantidad de muebles fabricados y las ventas de la empresa. Además, se analiza la situación actual de la empresa, se identifican las causas que generan ineficiencias en determinados subprocesos y se propone un plan de acción para solucionar el tiempo excesivo dedicado a los subprocesos críticos debido a pasillos interrumpidos que obstaculizan el flujo continuo de materiales y productos en proceso, así como a la falta de espacio en las estaciones de trabajo, la falta de organización de insumos e instrumentos, la escasez de recursos y los reprocesos de corte, espigado y ruteado que resultan en productos defectuosos en proceso. Por ello, se utiliza la metodología de Distribución de Planta y Lean Manufacturing con la finalidad de redistribuir la planta, reducir las distancias recorridas, lograr un flujo continuo y disminuir la saturación en las estaciones de trabajo y pasillos, con el objetivo de mejorar la eficiencia de la producción de muebles. Con la implementación del plan de acción, se ha mejorado la disposición del lugar de trabajo al eliminar objetos innecesarios, implementar armarios para organizar los instrumentos e insumos utilizados en los diferentes subprocesos productivos y fomentar hábitos de orden y limpieza mediante el programa de charlas ofrecido por el equipo de mejora continua. Como resultado, se ha logrado aumentar la capacidad de la planta, lo que se traduce en una fabricación de una mayor cantidad de muebles, un 31% más en comparación con el año 2020. Finalmente, se concluye la viabilidad económica del proyecto con un Valor Actual Neto (VAN) de S/34 879,97 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a 52,04%.

Dedicatoria

A mi madre Sofia Carlos, quien me guio desde pequeña a ser una persona llena de calidad humana y una buena profesional, por ser ese impulso constante para lograr mis metas, por siempre confiar en mí, por ser mi ángel que me acompaña y por guiar mis pasos durante toda mi vida hasta ahora que estás en el cielo.

A mi padre Crisanto Barrios, quien me apoyó en todo momento, quien me enseñó con su ejemplo a luchar por mis sueños y nunca rendirme a pesar de las adversidades que pueda presentar la vida. Por ser mi compañero de vida y cuidar de mi con mucho amor. Agradezco a mis padres por su amor incondicional desde siempre y a Dios por haberme regalado el honor de compartir la vida con ellos.

A mi hermana Nicole, quien soñaba con también ser ingeniera Industrial y desde el cielo también ve cumplido un sueño.

A Coquito por siempre acompañarme, alegrando mis días solo con su presencia y amor puro.

Tabla de contenidos

ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Herramientas para el diagnóstico	2
1.1.1 Flujograma de macro procesos y procesos.....	2
1.1.2 Matriz de comparaciones pareadas	3
1.1.3 Matriz de priorización.....	4
1.1.4 Ficha de indicador	6
1.1.5 Diagrama de Pareto.....	7
1.1.6 Diagrama de Ishikawa.....	9
1.1.7 Cinco porqués.....	10
1.1.8 Matriz FACTIS.....	11
1.2 Herramientas para la propuesta	12
1.2.1 Lean Manufacturing.....	12
A. El valor desde el punto de vista del cliente	13
B. Identificar la cadena de valor	13
C. Flujo continuo eliminando residuos	14
D. Pull, jalar del flujo	14
E. Mejora continua	14
1.3 La muda	15
1.3.1 Despilfarro por exceso de almacenamiento.....	15
1.3.2 Despilfarro por sobreproducción	16
1.3.3 Despilfarro por tiempo de espera.....	16
1.3.4 Despilfarro por transporte y movimientos innecesarios.....	17
1.3.5 Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos.....	17
1.4 Metodología para el análisis y mejora de procesos	18
1.4.1 El Método de las 5S's	18
A. Seiri (Clasificar)	19
B. Seiton (Orden)	19
C. Seiso (Limpieza).....	19
D. Seiketsu (Estandarización).....	20
E. Shitsuke (Disciplina).....	20
1.4.2 SMED (Single Minute Exchange of Die).....	20

1.4.3 TPM (mantenimiento productivo total)	22
1.4.4 HEIJUNKA	23
1.4.5 JIDOKA	25
1.4.6 KANBAN.....	26
1.5 Distribución de planta.....	27
1.5.1 Definición y objetivo de distribución de planta.....	27
1.5.2 Tipos de distribución	29
1.5.3 Factores que afectan la distribución.....	30
1.5.4 Planeamiento sistemático para la distribución de planta.....	34
1.5.5 Definiciones generales de distribución de planta.....	38
A. Balance de línea.....	38
B. Estudio de tiempos.....	39
1.6 Estudio de casos	41
1.6.1 Paper 1: Plan to Improve the Production System for Company Dedicates to the Manufacturing of Children’s Furniture.....	41
1.6.2 Paper 2: Propuesta de Distribución de planta de flujo flexible para una microempresa de fabricación de muebles en Yucatán, México.	46
1.6.3 Paper 3: Managing change on lean implementation in service sector.....	50
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	54
2.1 Descripción de la empresa	54
2.1.1 Actividad económica	55
2.1.2 Perfil organizacional.....	55
2.1.3 Organización de la empresa	56
2.1.4 Productos y servicios	59
2.1.5 Proveedores y clientes.....	59
2.1.6 Procesos	60
2.1.7 Maquinaria	65
2.1.8 Problemática actual.....	66
2.2 Diagnóstico de la situación actual	72
2.2.1 Mapeo y selección de procesos	72
2.2.2 Gestión de Indicadores.....	80
2.2.3 Priorización y selección de problemas.....	90
2.2.4 Análisis de Causas.....	93
2.2.5 Factores que afectan a la Distribución.....	97
2.2.6 Priorización y selección de contramedidas	104
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA	108
3.1 Descripción	108
3.2 Identificación de desperdicios.....	111

3.3 Pasos para incorporación de herramientas de mejora: 5'S, Gestión Visual, Poka-Yoke	115
3.3.1 Pasos previos 5'S	115
3.3.2 Implementación de herramientas Lean: Aplicación de 5'S, gestión visual y estandarizar	119
3.3.3 Manual de funciones estandarizadas	140
3.4 Distribución de planta	157
3.4.1 Diagrama de Operaciones Múltiple (DOPm)	158
3.4.2 Gráfica de Trayectorias (GT) de la empresa	160
3.4.3 Diagrama de Recorrido (DR) de la Empresa	160
3.4.4 Tabla Relacional de Actividades (TRA)	161
3.4.5 Layout de Bloques Unitarios (LBU) de la Empresa	162
3.4.6 Método de Francis	163
3.4.7 Requerimiento de Espacios – Taller	165
3.4.8 Cálculo de los espacios requeridos – Taller	166
CAPÍTULO 4. EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA	169
4.1 Evaluación Técnica	169
4.1.1 Evaluación Técnica de procesos mejorados Sellado y Laqueado(Ac. Acabado) ...	169
4.1.2 Evaluación Técnica de los procesos mejorados Cepillado y Ensamblado	171
4.2 Evaluación económica	173
4.2.1 Egresos relevantes	173
4.2.2 Ingresos relevantes	176
4.2.3 Tasa de descuento	179
4.2.4 Flujo de Caja	180
4.2.5 Análisis de sensibilidad económica	181
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	183
5.1 Conclusiones	183
5.2 Recomendaciones	184
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	186
ANEXOS	193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Prueba de comparación pareada	4
Tabla 2 Pasos para elaborar una matriz de priorización	4
Tabla 3 Ponderación de los criterios.....	5
Tabla 4 Evaluaciones de los médicos	6
Tabla 5 Pasos para elaborar una Diagrama de Pareto.....	8
Tabla 6 Ejemplo aplicativo de 5 porqués.....	10
Tabla 7 Criterios de selección de problemas en matriz Factis	11
Tabla 8 Tipos de tiempo de cambio por máquina	21
Tabla 9 Cuatro etapas para desarrollar el método SMED.....	21
Tabla 10 Principios de Jidoka	26
Tabla 11 Calificación de cercanías.....	36
Tabla 12 Propuestas de mejora.....	43
Tabla 13 Distribución actual de la mueblería	47
Tabla 14 Comparación de las distancias (m) de recorridos componentes para literas.....	52
Tabla 15 Descripción de la maquinaria	66
Tabla 16 Objetivos de planeación estratégica	75
Tabla 17 Cuadro de puntajes para asignación de impactos.....	75
Tabla 18 Cuadro de puntajes para la asignación de impactos	76
Tabla 19 Subprocesos del macroproceso de Producción	81
Tabla 20 Identificación de problemas provenientes de los indicadores de urgencia	88
Tabla 21 Costo por retrasos y errores en la producción.....	91
Tabla 22 Productos que produce la empresa objeto del estudio.....	98
Tabla 23 Desechos generados	98
Tabla 24 Ventas Actuales vs Ventas Proyectada por Familia.....	100
Tabla 25 Descripción y tipo de maquinarias.....	101
Tabla 26 Condiciones de los puestos de trabajo.....	101
Tabla 27 Criterios y factores de ponderación para la selección FACTIS	105
Tabla 28 Matriz FACTIS para las contramedidas	106
Tabla 29 Contramedidas seleccionadas por problema.....	107
Tabla 30 Identificación de anomalías en la empresa	138
Tabla 31 Identificación de Fuentes de suciedad/Contaminación	139
Tabla 32 Identificación de Puntos/Lugares inaccesibles	139
Tabla 33 Indicadores mejorados	153
Tabla 34 Capacidad proyectada en base a ventas.....	158
Tabla 35 Cantidad de muebles cotizados en el año 2021 y 2022.....	159
Tabla 36 Muebles producidos y demanda insatisfecha 2021 y 2022	159
Tabla 37 Escala de puntajes - Francis	163
Tabla 38 Ratios de cercanía total	164
Tabla 39 Cálculo de K.....	166
Tabla 40 Detalle de tiempos en el flujo del Sellado luego de las mejoras	170
Tabla 41 Detalle de tiempos en el flujo del Laqueado luego de las mejoras	171
Tabla 42 Detalle de tiempos en el flujo del Cepillado luego de las mejoras.....	172
Tabla 43 Detalle de tiempos en el flujo del Ensamblado luego de las mejoras.....	173
Tabla 44 Egresos incurridos por implementación de mejoras por 5S.....	174
Tabla 45 Egresos por la puesta en marcha de Redistribución de planta	175
Tabla 46 Ganancia actual por mueble	177
Tabla 47 Ganancia proyectada al año 2023 por mejoras propuestas	177
Tabla 48 Ahorro de materia prima después de mejoras.....	178
Tabla 49 Ingresos por la puesta en marcha de las mejoras 5S y Redistribución de planta	179
Tabla 50 Datos para cálculo de beta apalancada	179
Tabla 51 Datos para cálculo del COK.....	180

Tabla 52 Flujo de caja posterior a las mejoras	180
Tabla 53 Cálculo del VAN	180
Tabla 54 Cálculo del TIR.....	181
Tabla 55 Rango de variables en escenarios optimista, conservador y pesimista.....	181
Tabla 56 Ratios resultantes en escenarios optimista, conservador y pesimista.....	182



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles del Macroproceso.	2
Figura 2. Representación gráfica de la ficha indicador.	7
Figura 3. Ejemplo de diagrama de Pareto.	9
Figura 4. Diagrama de Ishikawa.	10
Figura 5. Ejemplo de matriz FACTIS.....	12
Figura 6. Simbología de Asme para Diagrama de recorrido.....	35
Figura 7. Clasificación de suplementos	40
Figura 8. Comparación del área Corte.	44
Figura 9. Comparación del área Ensamblado	44
Figura 10. Comparación del área Acabado.....	45
Figura 11. Distribución actual de las áreas – distribución en bloques.....	46
Figura 12. Propuesta de mejora de áreas en la Mueblería	49
Figura 13. Planta reorganizada en grupos funcionales.....	52
Figura 14. Organigrama de la empresa.....	58
Figura 15. Área de Habilitado con retazos de madera alrededor.....	67
Figura 16. Almacén de materia prima situado entre áreas de trabajo.....	68
Figura 17. Zona de corte con retazos de madera y productos en proceso alrededor	68
Figura 18. Máquina radial con cables sueltos en mala posición	69
Figura 19. Trabajador pintando mueble cerca al área de Corte.....	69
Figura 20. Zona de lijado no iluminada y con poca ventilación.....	70
Figura 21. Insumos situados en diferentes partes del taller sin ningún orden.	70
Figura 22. Herramientas situadas en diferentes partes del taller sin códigos de identificación.....	71
Figura 23. Conexiones eléctricas sueltas y en mal estado.....	71
Figura 24. Mapa de Macro procesos de empresa de muebles de madera	72
Figura 25. Matriz de comparaciones pareadas de objetivos.....	76
Figura 26. Matriz de priorización de macro procesos.....	77
Figura 27. Diagrama del Flujo productivo de muebles	78
Figura 28. Matriz de comparaciones pareadas.	79
Figura 29. Matriz de priorización de Sub - procesos	79
Figura 30. Diagrama de Acabado.....	80
Figura 31. Diagrama de Ensamblado	80
Figura 32. Matriz de indicadores/ Indicadores del Área de Producción	83
Figura 33. Eficiencia en el laqueado de un mueble	84
Figura 34. Eficiencia en el sellado de un mueble.....	85
Figura 35. Eficiencia en el ensamblado de un mueble	87
Figura 36. Diagrama de Pareto de costos.....	93
Figura 37. Diagrama de Ishikawa del problema A.....	94
Figura 38. Diagrama de Ishikawa del problema B	94
Figura 39. Diagrama de Ishikawa del problema C	95
Figura 40. Diagrama de Ishikawa del problema D.....	95
Figura 41. Resumen de causas principales de los problemas identificados	96
Figura 42. Aplicación herramienta 5 Por qué's para los problemas A, B y C	96
Figura 43. Análisis P-Q	100
Figura 44. Matriz de elección de herramientas Lean Manufacturing.	114
Figura 45. Organigrama de equipo 5S's	119
Figura 46. Problemas en área de Ensamblado.....	120
Figura 47. Problemas en área de Acabado.	121
Figura 48. Problemas en área de Cepillado.....	121
Figura 49. Proceso de clasificación de empresa de muebles de madera.....	122
Figura 50. Eliminación de objetos.....	124
Figura 51. Diagrama Spaguetti actual	126

Figura 52. Distribución de armarios propuesta	127
Figura 53. División en mesa de trabajo para colocar insumos.	128
Figura 54. Hoja de representación de etiquetado.	129
Figura 55. Diagrama Spaguetti mejorado.	130
Figura 56. Identificación de anomalías, fuente de suciedad y lugares de difícil acceso	132
Figura 57. Diagrama de flujo de Ensamblado actual.....	144
Figura 58. Diagrama de flujo de Sellado actual.	145
Figura 59. Diagrama de flujo de Laqueado actual.....	146
Figura 60. Diagrama de flujo de Cepillado actual.....	146
Figura 61. Diagrama de flujo de Cepillado mejorado.	148
Figura 62. Ahorro en el Cepillado.	148
Figura 63. Diagrama de flujo de Ensamblado mejorado	149
Figura 64. Ahorro por Ensamblado.	149
Figura 65. Diagrama de flujo del Sellado mejorado.....	151
Figura 66. Ahorro en el sellado.	151
Figura 67. Diagrama de flujo del Laqueado mejorado.	152
Figura 68. Ahorro por Laqueado.....	152
Figura 69. Análisis y propuesta de la Distribución Lógico – Funcional.....	160
Figura 70. Gráfica de trayectorias	160
Figura 71. Diagrama de Recorrido actual.	161
Figura 72. Tabla Relacional de Actividades - cuantitativa.	161
Figura 73. Tabla Relacional de Actividades - cualitativa.	162
Figura 74. Layout de bloques unitarios de la empresa.	162
Figura 75. Diagrama de bloques	164
Figura 76. Cuadro de Comparación de Áreas	165
Figura 77. Requerimientos de espacio del Taller	166
Figura 78. Distribución de planta actual.....	167
Figura 79. Distribución de planta mejorada.....	168
Figura 80. Cantidad de muebles producidos actual y proyectado al año 2023.....	178

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Tablas de indicadores de Subprocesos.....	193
Anexo B: Resumen de causas principales de los problemas identificados	202
Anexo C: Manual de funciones estandarizados (Cepillado, Sellado y Laqueado).....	203
Anexo D: Formato de auditoría de mejoras propuestas.....	213
Anexo E: Diagrama de Gantt	214
Anexo F: Matriz de Evaluación.....	215
Anexo G: Elaboración del diagrama de bloques usando Algoritmo de Francis.....	217
Anexo H: Evidencias de la propuesta de mejora de la investigación	220



INTRODUCCIÓN

El estudio se efectuó en la línea de producción de una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de muebles de madera en la ciudad de Lima.

El motivo del estudio fue mapear los tiempos del proceso productivo, los desperdicios generados, así como la distribución de la planta con el objetivo de optimizar los tiempos de producción de los muebles y su posterior entrega a los clientes. Brindar servicios de calidad con un tiempo de respuesta adecuado es de suma importancia para la fidelización de los clientes, por lo que las empresas se enfocan en mejorar estos aspectos.

Para cumplir con las necesidades del cliente fue necesario optimizar el proceso productivo eliminando aquellas actividades que no agreguen valor y estandarizar los procesos de aquellos productos que tengan procesos productivos semejantes, para así lograr mayor rapidez en la obtención del producto terminado y así generar mayor rentabilidad.

La investigación constó de 4 capítulos, los cuales se describieron en las siguientes líneas.

En el primer capítulo, mostró un marco conceptual respecto al proceso productivo y bases teóricas de herramientas para el diagnóstico, propuesta y mejora del flujo productivo.

En el capítulo dos, se realizó la presentación de la empresa y se describió; además, se llevó a cabo el análisis de indicadores para conocer la situación actual de la empresa.

En el tercer capítulo, se mostraron las propuestas a partir de las metodologías aplicadas, con la finalidad de lograr los objetivos de la empresa.

En el cuarto capítulo se realiza el análisis costo beneficio, el costo de materializar estas mejoras, así como el beneficio que traería para la empresa.

En el último capítulo, se mencionarán las conclusiones y las recomendaciones como resultado del trabajo de estudio, así como mantener la propuesta en el tiempo.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se detallarán los conceptos y herramientas utilizados para el diagnóstico de la empresa y para el desarrollo de las posibles propuestas de mejora.

1.1 Herramientas para el diagnóstico

A continuación, se mencionarán y describirán determinadas herramientas para el diagnóstico, las mismas que serán aplicadas en el presente trabajo.

1.1.1 Flujograma de macro procesos y procesos

Es la representación gráfica de los niveles del macroproceso, en el siguiente gráfico se unifican los términos “Macroproceso” y “Proceso” denominándose “Proceso”; a los “Subprocesos” y “Actividades” se les denomina “Procedimientos”. En la Figura 1 se muestran los niveles mencionados.

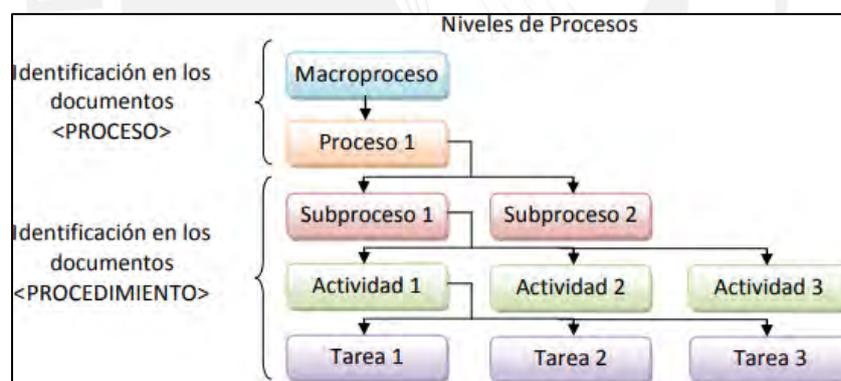


Figura 1. Niveles del Macroproceso.

Fuente: Guzmán et al. (2012)

Los macroprocesos agrupan a los procesos que comparten un objetivo común, por lo que resulta fundamental definir correctamente los objetivos, asegurando su coherencia con la misión y los objetivos institucionales (Copaz, 2022).

El mapa de procesos es la representación gráfica de los procesos que existen en una organización, la cual muestra la relación entre ellos y con el exterior, estos se pueden

agrupar en procesos clave, de apoyo y estratégicos (Medina et al., 2019).

1.1.2 Matriz de comparaciones pareadas

Es una matriz cuadrada que comprende comparaciones pareadas de alternativas o criterios.

Permite identificar si dos muestras, codificadas, son iguales o diferentes.

A continuación, se mostrarán los pasos a seguir para llevar a cabo el Método de Comparación Pareada:

Los dos primeros pasos a mencionar se relacionan con el peso relativo de los diferentes criterios, por lo que se debe completar una matriz de comparación de los criterios.

1. Completar la matriz de comparación pareada entre los criterios previamente definidos
 - 1: criterio i es mucho MENOS importante que el criterio ii; es decir, que el criterio de la fila es mucho menos importante que el evaluado en la columna.
 - 5: criterio i es mucho MÁS importante que el criterio ii; es decir, que el criterio de la fila es mucho más importante que el evaluado en la columna.
2. Se debe calcular el peso de cada uno de los criterios.
3. Para cada criterio se debe comparar el comportamiento entre alternativas para conocer cómo se comportan respecto a este criterio.
 - 1: la “alternativa a” (fila) respecto al criterio es mucho peor que la “alternativa b” (columna).
 - 2: la “alternativa a” (fila) respecto al criterio es mucho mejor que la “alternativa b” (columna).
4. Calcular el peso de las alternativas en cada uno de los criterios (Porcentaje de la suma de la fila respecto al total de la suma de las filas).
5. Interpretar resultados y tomar decisiones.

En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de prueba de comparación pareada:

- Dos muestras codificadas
- Expresar preferencia

Tabla 1

Prueba de comparación pareada.

Pares demuestra	Muestra preferida	¿Por qué la prefieres?
A-B	A	Sabor me gusta más
C-D	D	La textura de C me disgusta

Fuente: González (2011)

1.1.3 Matriz de priorización

Es una tabla en la que una serie de criterios se relacionan y comparan entre sí con el objetivo de tener información del valor de los criterios para conocer aquellas tareas más significativas y con estos resultados tomar decisiones.

En la Tabla 2 se mencionarán los pasos a seguir para elaborar una Matriz de Priorización:

Tabla 2 *laborar una matriz de priorización*

Pasos para elaborar una matriz de priorización.

N.º	Pasos a seguir
1	Definir el objetivo
2	Identificar las opciones
3	Elaborar criterios de decisión
4	Ponderar los criterios y comparar opciones
5	Seleccionar la mejor opción

Fuente: Aiteco Consultores (2012)

Por ello, en la Tabla 3, se muestra un ejemplo de cómo proceder con la elaboración de la Matriz de Priorización.

Tabla 3

Ponderación de los criterios.

CRITERIO	PONDERACIÓN
Honorarios aceptables	0,152
Trato amable	0,114
Confianza	0,267
Reconocimiento profesional	0,219
Higiene del consultorio	0,162
Consultorio confortable	0,086
Total	1,000

Fuente: Izar (2018)

La suma de los seis criterios anteriores debe ser 100%. Se pudo apreciar en la tabla que los criterios más importantes son la confianza y el reconocimiento profesional del médico, y el menos importante fue que el consultorio sea confortable.

A continuación, se evaluaron las decisiones con respecto a cada criterio. En este caso fueron cuatro porque cada uno representa a cada médico: Arturo Ramos, José Fernández, Hugo Herrera y Rafael Padrón.

Finalmente, se procedió a evaluar cada opción (médico) a través de la sumatoria de los productos de la calificación del médico en cada criterio multiplicada por la ponderación del criterio.

Ejemplo, en el caso de Arturo Ramos:

$$\text{Evaluación: } 1,6 * 0,52 + 3,4 * 0,114 + 4 * 0,267 + 4,6 * 0,219 + 3,8 * 0,162 + 3 * 0,086 = 3,580$$

De manera similar, se muestran evaluaciones de los tres médicos restantes en la Tabla 4.

Tabla 4

Evaluaciones de los médicos.

Médico	Criterios						Evaluación
	1	2	3	4	5	6	
Arturo Ramos	1,6	3,4	4,0	4,6	3,8	3,0	3,580
José Fernández	3,0	4,0	3,2	3,4	3,4	3,2	3,337
Hugo Herrera	4,2	3,6	3,6	3,8	3,4	3,8	3,720
Rafael Padrón	4,0	3,4	3,2	3,6	4,0	3,6	3,596
Ponderación	0,152	0,114	0,267	0,219	0,162	0,086	-

Fuente: Izar (2018)

Se puede notar según los resultados finales mostrados en la Tabla 4 que, el médico con mejor calificación fue Hugo Herrera, según los requerimientos de los pacientes (criterios) los resultados indicaron que el médico mejor calificado fue Hugo Herrera.

1.1.4 Ficha de indicador

La ficha de indicador, también conocida como ficha técnica u hoja de vida, es una estructura de soporte que muestra el indicador y el resultado que se desea evidenciar a través de este.

Esta ficha técnica tuvo por objetivo facilitar la visualización de las características fundamentales del indicador, de manera que se muestre el desempeño de los procesos, el producto o el sistema de gestión aplicado en una empresa. Asimismo, es una herramienta que permite analizar en simultáneo diferentes variables en una sola hoja como el objetivo a medir, el propósito del indicador, el índice, el seguimiento a la variable en estudio, la gráfica estadística, etc.

Por tanto, en la Figura 2, se muestra un ejemplo de una ficha indicador.

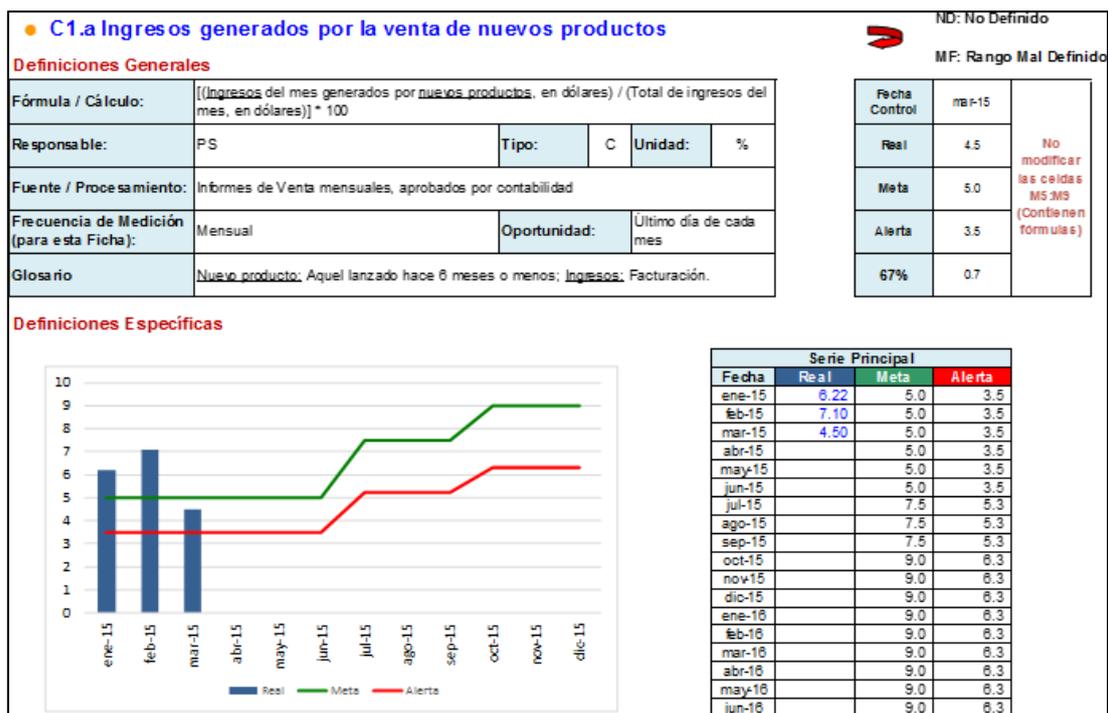


Figura 2. Representación gráfica de la ficha indicador.

Fuente: ESAN (2015)

1.1.5 Diagrama de Pareto

El principio de Pareto, también conocido como principio 80 – 20, ayuda a realizar un análisis de problemas con la finalidad de priorizar aquellos más significativos, de modo que se identifiquen las causas probables que provocan dichos problemas, priorizarlas y enfocar esfuerzos para solucionar los problemas.

El principio de Pareto indica que en un proceso o en una situación, el 20% de las causas nos generan el 80% de los resultados.

A continuación, se mencionarán algunas aplicaciones de este principio:

- Producción: el 20% de los procesos generan el 80% de los productos, tanto en tiempo como en cantidades.
- Ventas: el 20% de los productos generan el 80% de las ventas.
- Control de calidad: el 20% de los defectos afectan al 80% de los procesos. Muy

pocos defectos tienen impacto alto en todos los procesos de la empresa.

El diagrama de Pareto es un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha o de mayor a menor las causas de una situación problemática.

Este diagrama permite asignar un orden de prioridades. Es importante asignar el orden de manera correcta, ya que así se lograrán resultados más efectivos, logrando así mayor productividad. Asimismo, este diagrama ayuda al estudio de los errores en las empresas.

En la Tabla 5 se muestran los pasos a seguir para elaborar el diagrama de Pareto.

Tabla 5
Pasos para elaborar una Diagrama de Pareto.

N. °	Pasos a seguir
1	Determinar la situación problemática
2	Determinar los problemas
3	Recolectar datos (posibles causas)
4	Ordenar de forma descendente
5	Realizar cálculos (acumulado, porcentaje
6	acumulado)
7	Graficar las causas
8	Graficar la curva acumulada
	Analizar el diagrama

Fuente: Betancourt (2016)

En la Figura 3 se muestra la representación gráfica de un diagrama de Pareto.



Figura 3. Ejemplo de diagrama de Pareto.

Fuente: Betancourt (2016)

1.1.6 Diagrama de Ishikawa

Según Gomez (2017), el diagrama de Ishikawa es una herramienta de gestión de calidad que tiene por objetivo evidenciar las causas de un problema a través del análisis de todos los factores involucrados en el proceso para lograr mayor eficiencia y calidad, logrando satisfacer las necesidades de los clientes.

El diagrama de Ishikawa se realiza a través de una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, cabe resaltar que cada causa se puede desagregar en sub causas para mostrar mayor detalle. Este diagrama se complementa con el diagrama de Pareto.

La Figura 4 muestra un ejemplo de la espina de Ishikawa. El diagrama muestra las potenciales causas por las que se puede presentar este problema y también se muestran las sub causas para brindar mayor detalle.

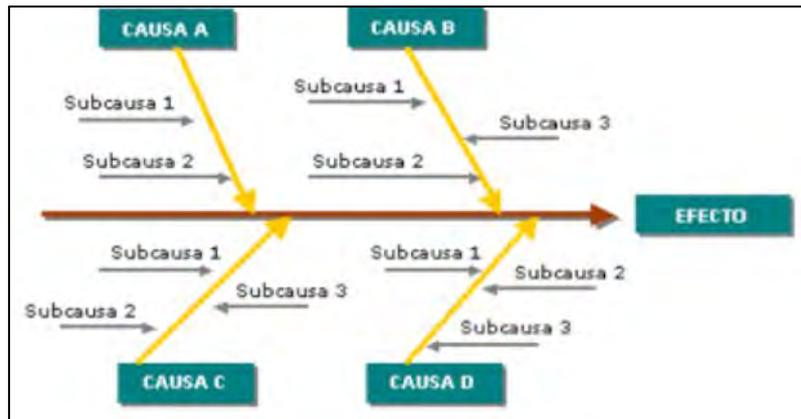


Figura 4. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Gomez (2017)

1.1.7 Cinco porqués

Según González y Jimeno (2012) es un método sencillo que se basa en realizar preguntas para explicar las relaciones de causa- efecto que generan un determinado problema, el objetivo de los 5 porqués es precisar la causa raíz de un problema o defecto. Cabe resaltar que, para aplicar los cinco porqués para resolver un problema, se comienza con el resultado final de la situación a analizar y trabajar hacia atrás, de manera que se llegue a la raíz del problema.

En la Tabla 6 se muestra un ejemplo de cómo aplicar este método para el caso de un producto defectuoso que medía más de lo permitido en las especificaciones.

Tabla 6

Ejemplo aplicativo de 5 porqués.

Pregunta	Respuesta
1. ¿Por qué se dio el defecto en el producto?	Porque el Pie de Rey no medía bien.
2. ¿Y por qué no medía bien?	Porque el Pie de Rey no estaba calibrado.
3. ¿Y por qué no estaba calibrada?	Porque no se siguió el calendario de calibración.
4. ¿Y por qué no se siguió el calendario de calibración?	Porque el técnico de mantenimiento estaba de vacaciones.
5. ¿Y por qué no había una persona de sustituto? o ¿Por qué no se calibró antes de irse de vacaciones?	Porque no había presupuesto para contratar una persona que lo sustituya, etc.

Fuente: González y Jimeno (2012)

Una vez que se cuenta con las preguntas ya resueltas, se procede a concluir y plantear soluciones para lograr mejorar el problema. En este caso puntual, la solución podría ser capacitar a otros técnicos que puedan suplir las labores del técnico que viene realizando las calibraciones.

1.1.8 Matriz FACTIS

Es también conocida como el ranking de factores; es un método utilizado para la selección de problemas, basada en seis criterios, los mismos que se muestran en la siguiente tabla. En la Tabla 7 se muestran los criterios a considerar para la selección de problemas en la matriz Factis.

Tabla 7

Criterios de selección de problemas en matriz Factis.

N.º	Criterios
1	Facilidad para solucionar el problema
2	Afecta a otras áreas su implementación
3	Mejora la calidad
4	Tiempo que implica solucionarlo
5	Requiere Inversión
6	Mejora la Seguridad industrial

Fuente: SIMA (2005)

Por otro lado, en la Figura 5, se muestra un ejemplo de la Matriz Factis, el mismo que hace referencia a la existencia de embarcaciones pesqueras que no cumplen con las exigencias de estabilidad y francobordo que exige la Autoridad Marítima Nacional, así como las compañías de seguro, ya que la pesca se da en forma insegura y podría ocasionar pérdida de las embarcaciones y muertes.

Se definieron tres problemas principales. Para determinar la prioridad para proceder con la resolución de los siguientes problemas, se utilizó la matriz FACTIS. Y se obtuvo

que el problema A es aquel que se debe priorizar.

- Problema A: Demora en entrega de embarcaciones pesqueras modificadas en período de veda.
- Problema B: Falta de captación de trabajos en períodos de no veda.
- Problema C: Arenamiento de la fosa bajo la plataforma Syncrolift.

MATRIZ DE SELECCIÓN DEL PROBLEMA (FACTIS)													
		CRITERIOS DE SELECCIÓN			FACTOR DE PONDERACIÓN								
F	Facilidad para solucionarlo 1.Muy difícil 2.Difícil 3.Fácil			5			PROBLEMA A: DEMORA EN LA ENTREGA DE EMBARCACIONES MODIFICADAS EN TIEMPO DE VEDA. PROBLEMA B: FALTA DE CAPTACIÓN DE TRABAJOS EN PERIODOS DE NO VEDA. PROBLEMA C: ARENAMIENTO DE LA FOSA BAJO LA PLATAFORMA SYNCROLIFT.						
A	Afecta a otras área su implementación			3									
C	Mejora la calidad 1.Poco 3.Medio 5.Mucho			2									
T	Tiempo que implica solucionarlo 1.Largo 2.Medio 3.Corto			3									
I	Requiere inversión 1.Alta 3.Media 5.Poca			4									
S	Mejora la seguridad 1.Poco 2.Medio 3.Mucho			4									
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA													
		PROBLEMA A				PROBLEMA B				PROBLEMA C			
CRITERIO DE SELECCIÓN	CRITERIO	PUNTAJE	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL	CRITERIO	PUNTAJE	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL	CRITERIO	PUNTAJE	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL	
F	Fácil	3	5	15	Difícil	2	5	10	Muy difícil	1	5	5	
A	Si	1	3	3	Si	1	3	3	Si	1	3	3	
C	Medio	3	2	6	Poco	1	2	2	Mucho	5	2	10	
T	Medio	2	3	6	Medio	2	3	6	Largo	1	3	3	
I	Poca	5	4	20	Poca	3	4	12	Alta	1	4	4	
S	Mucho	3	3	9	Poco	1	3	3	Poco	1	3	3	
Total				59				36				28	
RESUMEN													
PROBLEMA	F	A	C	T	I	S	TOTAL						
A	15	3	6	6	20	9	59						
B	10	3	2	6	12	3	36						
C	5	3	10	3	4	3	28						

Figura 5. Ejemplo de matriz FACTIS.

Fuente: SIMA (2005)

1.2 Herramientas para la propuesta

Se hizo mención a la herramienta Lean Manufacturing, la misma que fue descrita y se detallaron sus principios.

1.2.1 Lean Manufacturing

Actualmente el mercado industrial en general se ha tornado muy competitivo, las empresas se encuentran constantemente buscando optimizar sus procesos productivos, por lo que Lean Manufacturing es considerado un aspecto muy importante en una empresa

porque implica la comunicación y apoyo a todo nivel, desde los encargados de la planta hasta el área de estrategia de la compañía como gerentes y directores.

Según Rajadell y Sánchez (2011), la Manufactura esbelta busca la forma de mejorar y optimizar el sistema productivo de la empresa, de modo que se reduzcan los desperdicios, tiempos muertos y que se genere valor para el cliente haciendo uso de las herramientas que proporciona con el fin de eliminar aquellas operaciones del proceso productivo que no agreguen valor al producto, servicio y proceso.

A. El valor desde el punto de vista del cliente

El primer principio del pensamiento Lean es el valor de un producto o servicio como una capacidad provista a un cliente en el momento adecuado a un precio apropiado, dado que, este principio pretende satisfacer las necesidades del cliente a un precio y tiempo determinado, el cual se redefine a través de la cadena de suministro y el valor depende del cliente de acuerdo a lo que espera recibir del producto o servicio; es decir, lo que el cliente valora más (Zambrano et al., 2019).

B. Identificar la cadena de valor

La cadena de valor es un conjunto de actividades requeridas para obtener un producto o servicio. Para identificar la cadena de valor, primero se debe conocer el flujo de los procesos, las etapas a considerar y entender cuál es la cadena de valor. Un flujo de valor incluye todas las acciones agregadas y sin valor agregado desde la materia prima hasta el cliente o mediante el flujo de diseño desde el concepto hasta el lanzamiento (Gonzales et al., 2022).

Por ello, para comenzar con la identificación de la cadena de valor, primero se debe crear un mapa de flujo de valor con la finalidad de identificar el flujo actual que se tiene,

posteriormente se analiza el mapa para identificar los desperdicios generados en estos procesos, para finalmente proponer un mapa de estado futuro para realizar mejoras de cómo podrían operar los diferentes procesos implicados en la producción (Ortiz Et al., 2022).

C. Flujo continuo eliminando residuos

Este principio muestra el enfoque de la empresa en los productos y necesidades, no en la organización en sí. El flujo continuo hace referencia a que cada etapa del proceso productivo debe ser capaz de cumplir con los requerimientos que este solicite y de esta forma lograr un proceso que le agregará valor al cliente (Manrique et al., 2019).

D. Pull, jalar del flujo

El pull o “jale” es entregar al cliente lo que solicite, de modo que se produzca lo que el cliente necesita en el momento que lo requiera; es decir, Just in Time justo a tiempo. La empresa no debería sobre stockearse de productos que no tengan acogida o que el cliente no necesite, ya que se tendría capital estancado sin obtener ganancias por dichos productos (Rodríguez et al., 2019).

E. Mejora continua

Una vez ya aplicados los 4 principios anteriores se debe realizar mejora continua en conjunto con todos los colaboradores de la empresa, de modo que en conjunto identifiquen formas de agregar valor a través del feedback constante, esto con la finalidad de tener los puntos de vista a todo nivel y se logre realizar mejoras en la empresa. Este principio es una búsqueda constante de mejorar los procesos y agregar valor al producto final, es decir, estar en constante cambio con la finalidad de seguir agregando valor (Aldea, 2021).

1.3 La muda

Según Womack y Jones (2003) la muda significa despilfarro, hace referencia a toda actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor. Fallos que deben ser rectificadas, exceso de existencias y producto terminado dada la producción de productos no necesarios para los clientes, desperdicios que pueden ser evitados, movimientos y traslados innecesarios de los trabajadores de una estación a otra que no suma al proceso y genera retrasos, así como bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

El pensamiento Lean plantea un precio objetivo, de acuerdo al esfuerzo y recursos que se hayan invertido para la fabricación de un producto o servicio, este precio debe ser razonable y competitivo en el mercado, el costo objetivo debería estar por debajo de los costos soportados por los competidores, ya que así se podrán ofrecer mejores precios a los clientes, ofreciéndoles un producto que ellos valoren.

Por lo que la reducción de costos es un punto muy importante para poner en práctica en las empresas para lograr su posicionamiento en el mercado y tener ventaja frente a sus competidores, esta disminución de costos se logrará con la identificación de aquellas actividades que no agregan valor al producto, por lo que deberán reducirse o ser eliminadas.

Es importante identificar aquellas actividades que son necesarias para el proceso productivo, así como los desperdicios para plantear estrategias y lograr eliminarlos. A continuación, se mencionarán los tipos de desperdicios que existen.

1.3.1 Despilfarro por exceso de almacenamiento

Hace referencia al inventario que sobrepasa lo necesario para lograr cubrir las necesidades de los clientes, este sobre stock es generado por las existencias innecesarias, como productos obsoletos, material que no se llega a utilizar, productos defectuosos

generando, entre otros generando un costo de inventario innecesario, lo cual puede ser evitado con un estudio correcto de la demanda (takt time). A continuación, se mencionarán las acciones para solucionar este tipo de despilfarro:

- Nivelar la producción.
- Emplear fabricación en células (distribuir el producto en una sección específica).
- Sistema JIT de entregas de proveedores (negociar con los proveedores para que proporcionen las existencias de manera continua, cuando sea necesario).
- Monitorear las tareas intermedias.
- Cambio de mentalidad en toda la organización, en especial en la gestión de producción.

1.3.2 Despilfarro por sobreproducción

Hace referencia a la producción no necesaria, es decir, fabricar productos que no generan valor al cliente o que no sean demandados por estos (producción no ajustada a la demanda). La sobreproducción es una mala práctica, ya que se asignan recursos y trabajadores de manera innecesaria cuando podrían haber realizado alguna actividad necesaria y urgente.

1.3.3 Despilfarro por tiempo de espera

Hace referencia a los tiempos muertos generados por el personal inactivo, así como de las maquinarias. Estos tiempos muertos pueden darse por el desorden en el lugar de trabajo, generando retrasos al encontrar los materiales para continuar con el proceso, inactividad de los trabajadores por falta de maquinaria disponible, mala programación de la producción, recepción de insumos y materias primas en pleno proceso productivo, entre

otras, lo que genera cuellos de botella en el flujo productivo. A continuación, el procedimiento para lograr reducir este desperdicio:

- Reducir los cuellos de botella de producción.
- Planificar y definir el arreglo físico adecuado para mejorar el flujo de producción.
- Implementar herramientas del estudio de tiempos y métodos.
- Dimensionar los lotes de producción a fin de que sean los menores posibles.

1.3.4 Despilfarro por transporte y movimientos innecesarios

Este despilfarro hace referencia al traslado de personas, materiales y herramientas innecesarios, que no añaden valor a la empresa, por el contrario, el transporte cuesta dinero, equipo, combustible o mano de obra, por lo que debería evitarse. Uno de los principales motivos por los que se generan movimientos innecesarios es la inadecuada distribución de la zona productiva, lo que genera que los materiales, productos en proceso y producto terminado no fluyan continuamente trayendo consigo demoras.

Para poder evitar este tipo de despilfarro sería ideal tener un adecuado diseño y distribución de planta, de modo que cada estación se encuentre en el lugar correcto y no se tengan que generar movimientos innecesarios que no agreguen valor alguno al proceso, o disminuir aquellos movimientos que no se pueden evitar.

1.3.5 Despilfarro por defectos, rechazos y reprocesos

Los defectos en los productos deben prevenirse, en lugar de corregirlos o eliminarlos cuando estos ya se encuentran en el mercado, ya que esto genera reprocesos y rechazos. Se genera pérdida de productividad, ya que para fabricar estos productos se invirtió en mano de obra, materiales y tiempo que ya no serán recuperados. Este tipo de despilfarro se puede generar por falta de control en los procesos, deficiente control de calidad, baja calidad de

los materiales y la fabricación rápida de los productos.

Por tanto, para poder evitar este tipo de despilfarro se puede aplicar lo siguiente:

- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma.
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Implantación mantenimiento preventivo de equipos
- Aseguramiento de la calidad en puesto con la finalidad de detectar el error de inmediato y evitar el uso innecesario de mano de obra, material y tiempo.
- Control visual
- Mejora del entorno del proceso

1.4 Metodología para el análisis y mejora de procesos

A continuación, se mencionarán y describirán diferentes herramientas para el análisis y la mejora de procesos.

1.4.1 El Método de las 5S's

La metodología 5S's, según Rey (2005), consiste en organizar el trabajo, disminuyendo el desperdicio y asegurando zonas de trabajo ordenadas, limpias, la seguridad de los trabajadores y el aumento de la productividad. Este método tiene como finalidad responder a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, a las pérdidas por calidad, mejorar la disciplina, mejorar los procesos de limpieza y reducir accidentes en el trabajo.

Según Rey (2005), “los cinco principios japoneses, cuyos nombres comienzan con S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada”. A continuación, se detalla cada una de las 5 etapas.

A. Seiri (Clasificar)

Significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y seleccionar aquellos que son útiles para la tarea que se realiza, esto con la finalidad de no tener elementos innecesarios y que quiten espacio, como por ejemplo el exceso de inventario evidenciado en la falta de espacio de la zona de trabajo, transportes innecesarios, tiempo para encontrar materiales, entre otros.

Al aplicar esta fase Seiri se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Aumento de espacio en planta.
- Organización de los recursos y minimización de tiempos de procesos.
- Aumento y mejora de la seguridad laboral.

B. Seiton (Orden)

Significa orden y consiste en organizar los recursos necesarios del proceso productivo con la finalidad de disminuir el tiempo en encontrarlos y se puedan identificar rápidamente, así poder retomar la actividad que se venía realizando sin invertir energía en localizar los objetos. Con orden se facilita el flujo continuo de los procesos. Con esta fase, se logran lugares adecuados para las herramientas rutinarias, la identificación visual de la maquinaria y herramientas, e incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operarios.

C. Seiso (Limpieza)

Significa limpieza e inspección. En una fábrica debe primar la limpieza, es importante prevenir el cúmulo de suciedad, polvo y desperdicios, dado que esto dificulta la fabricación de productos de calidad. Esta “S” hace referencia a la inspección del entorno, identificar el defecto y eliminarlo, con esto se logra anticiparse para prevenir los defectos.

D. Seiketsu (Estandarización)

Significa estandarizar, la cuarta “S” evalúa los procesos para mantener en el tiempo el estado de limpieza y orden logradas con las 3 primeras “S”. Es importante estandarizar los procedimientos y aplicarlos, considerando que el orden y la limpieza sean los pilares fundamentales.

E. Shitsuke (Disciplina)

Significa disciplina. Tiene la finalidad de que las anteriores “S” se lleven a cabo con los procedimientos estandarizados. Se debe realizar controles para asegurar que las actividades en la fábrica se lleven a cabo de acuerdo a los procedimientos establecidos y que la práctica perdure en el tiempo en la fábrica y en sus trabajadores.

1.4.2 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Según Rajadell y Sánchez (2011), la técnica SMED o cambio rápido de herramienta, desarrollada por Shigeo Shingo, es una técnica que incurre en la reducción del tiempo de preparación de la máquina en un periodo menor a 10 minutos, esta reducción de tiempos permitirá trabajar con lotes más pequeños, así poder evitar los defectos y tener tiempos de preparación más cortos.

El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto “A” y la primera pieza producida del producto “B”. Cabe resaltar que en la Tabla 8, se muestran los tipos de tiempo de cambio y la descripción de los procedimientos de cambio.

Tabla 8

Tipos de tiempo de cambio por máquina.

Procedimientos de tiempo de cambio	Descripción de los procedimientos de cambio
Cambiar utilajes y herramientas	Estos procedimientos son típicos en talleres mecánicos, donde los operarios han de fijar y retirar moldes, sierras, fresas, etc.
Cambiar parámetros estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros estándares usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales	Cada vez que en una línea cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos casos incluye el cambio de utilajes.
Preparación general previa a la fabricación	Este tipo de preparación incluye una gran variedad de actividades para tener a punto el material, los útiles, las herramientas o los accesorios, por ejemplo: arreglar el equipo, ensayar el proceso y ajustar, limpieza general, asignar tareas a trabajadores, revisar planes, etc.

Fuente: Rajadell y Sánchez (2011)

En la Tabla 9 se muestran las etapas necesarias para desarrollar el método SMED.

Tabla 9

etapas para desarrollar el método SMED

Cuatro etapas para desarrollar el método SMED.

ETAPAS	ACTUACIÓN
1. Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
2. Primera Etapa	Separar tareas internas y externas
3. Segunda Etapa	Convertir tareas internas en externas
4. Tercera Etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

Fuente: Villaseñor y Galindo (2007)

Etapas preliminar:

Existen actividades que pueden realizarse de forma externa; sin embargo, se realizan de forma interna, afectando al proceso, dado que la máquina se mantiene detenida por largo tiempo. En esta etapa se identifican operaciones internas y externas, es importante conocer el procedimiento para mejorarlo, se debe invertir tiempo en su estudio para evitar

modificaciones del método al no haber mapeado la dinámica de cambio correctamente.

Primera etapa:

Es necesario evaluar si hay actividades que pueden realizarse mientras la máquina se encuentre en marcha respetando las normas de seguridad sin poner en riesgo la salud de los operarios, ni la calidad de los productos, ya que existen operaciones externas que se llevan a cabo como externas. El objetivo de esta etapa es separar las actividades internas de las externas, previa evaluación, para reducir el tiempo de inactividad de la máquina.

Segunda etapa:

Tiempo en que la máquina está parada y no agrega valor, es un desperdicio que debe eliminarse. En esta etapa, se reevaluarán aquellas actividades consideradas como internas en un principio, con la finalidad de encontrar formas para convertirlas en externas, es decir, mapear todas las actividades que se puedan realizar fuera de la máquina en funcionamiento, de modo que cuando esta pare se puedan hacer los ajustes pertinentes y la máquina comience a funcionar rápidamente.

Tercera Etapa:

Esta etapa tiene como objetivo perfeccionar todas las actividades presentes en el proceso productivo, incluyendo las operaciones elementales (operaciones internas y externas), aplicando un análisis detallado para mejorar la calidad de los productos y lograr optimizar los tiempos de producción, reduciendo el tiempo de máquina parada.

1.4.3 TPM (mantenimiento productivo total)

El mantenimiento productivo total es un sistema de gestión que evita las pérdidas durante el proceso productivo, maximizando su eficacia e involucrando a los trabajadores a todo nivel, desde operarios hasta el directorio con la finalidad de que las operaciones se

lleven a cabo bajo los lineamientos y parámetros esperados. El TPM busca conseguir que las máquinas trabajen al 100% sin averías, defectos o problemas de calidad en los productos, ya que puede generar reprocesos.

Asimismo, el TPM une a los operarios y al personal de Mantenimiento, de modo que se complemente y logren optimizar las actividades de operación y mantenimiento, este sistema se enfoca en que los operarios se hacen cargo del mantenimiento básico de sus máquinas, manteniéndolas en buen estado y detectando problemas antes de que la máquina deje de funcionar correctamente.

Los tres objetivos del TPM son los siguientes:

- Maximizar la eficacia del equipo, reduciendo o eliminando los tiempos muertos y optimizando la productividad para incurrir en menos costos operativos.
- Mejorar la fiabilidad de los equipos, es decir, que las máquinas operen sin averías y fallas, eliminando las pérdidas que se puede generar, de modo que, se emplee la capacidad industrial instalada.
- El TPM propicia el trabajo en equipo, involucrando a todos los departamentos en la planificación, diseño, uso y mantenimiento del equipo, de modo que cada trabajador aporte para mejorar la productividad.

1.4.4 HEIJUNKA

Según Villaseñor y Galindo (2007), Heijunka significa nivelación de carga y es un sistema de producción lean que mejora la logística y la producción en una empresa. Este método tiene por objetivo la eliminación de desniveles en la carga laboral convirtiendo la demanda desigual de los clientes en un proceso de fabricación uniforme y predecible. Cabe resaltar que Heijunka se aplica al flujo de producción, no a la capacidad, ya que de aplicarse

a la capacidad generaría sobreproducción (excesos de inventarios).

Para implementar este sistema existen una serie de técnicas, las cuales permiten optimizar la mano de obra, reducir los inventarios, mejorar los tiempos de respuesta al cliente. Estas serán mencionadas a continuación:

Células de Trabajo:

Para iniciar con el sistema Heijunka, la empresa necesita implementar máquinas en función al flujo del producto, con esto se logrará mejorar los tiempos. Por lo que las células de trabajo cumplen un rol importante, estas son estaciones de trabajo que se ubican de manera secuencial de acuerdo con el flujo del proceso productivo, por lo que mejoran el flujo continuo de manera flexible y liberan los procesos de trabajo uno después de otro.

Flujo continuo por pieza:

Hace referencia a la optimización de los inventarios, de modo que, solo se produzca aquello que el cliente necesita, es decir, de acuerdo a la demanda real del cliente. Para lograr que el flujo se interrumpa lo menos posible y se pueda trabajar de manera fluida, se necesitan los siguientes niveles:

1. Flujo de información:

Este flujo permite tomar decisiones mediante las siguientes herramientas: la nivelación con la finalidad de distribuir fluidamente la producción, las tarjetas Kanban que indican la necesidad del material y el seguimiento diario de los procesos para notar las desviaciones a fin de resolver problemas lo más pronto posible.

2. Flujo de materiales:

Al haber reducido el despilfarro paso a paso se crea un flujo de materiales con el

menor plazo de producción usando las siguientes herramientas: flujo pull con el objetivo de reducir el trabajo en proceso, un equipo para el flujo del proceso, una organización multiproceso y entregas frecuentes.

3. Flujo de operarios:

Se tienen estaciones de trabajo caracterizadas por su flexibilidad y eficacia, para lograr esto se requiere sincronizar el proceso según el takt time, crear celdas o líneas flexibles, capacitar a los operarios para trabajar en línea multiproceso y para realizar cambios de línea, así como normalizar el trabajo de un proceso para diferentes operarios respecto a la demanda de los clientes.

Producción ajustada al Takt time: indicador de la frecuencia de compra de los clientes medida en segundos. La producción debe adaptarse a las necesidades de los clientes con la finalidad de determinar el ritmo y nivel de producción. El cálculo del takt time se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{(Tiempo operativo por periodo en segundos)}}{\text{(Demanda cliente por periodo en unidades)}}$$

Nivelación de cantidad de producción: hace referencia a producir una misma cantidad de productos en determinado tiempo cuando la demanda es similar. Esta técnica tiene como objetivo minimizar la diferencia entre la producción de un periodo y el siguiente.

1.4.5 JIDOKA

Según Rajadell y Sánchez (2011), Jidoka, término japonés que significa sistema de control autónomo de defectos, se define como automatización con un toque humano, lo que hace referencia a que un trabajador puede parar la máquina si algo va mal, dándole responsabilidad al operario con respecto a las tareas que el realiza en su entorno de trabajo,

trasladando a la máquina esa característica Jidoka que lo hace una máquina automática.

Jidoka tiene como objetivo evidenciar los problemas generados por las paradas de las líneas productivas justo en el momento en el que estas se producen por primera vez con la finalidad de mejorar los procesos proporcionando calidad, en lugar de la inspección al final del proceso y así evitar que se generen productos defectuosos. Además, cada operario, en cada estación, debe actuar como un inspector de calidad. En la Tabla 10 se muestran los principios de Jidoka.

Tabla 10

Principios de Jidoka

N.º	PRINCIPIOS
1	Detectar el problema
2	Parada
3	Corregir el problema inmediatamente
4	Investigar y corregir la causa raíz

Fuente: Rajadell y Sánchez (2011)

1.4.6 KANBAN

Según Rajadell y Sánchez (2011), Kanban palabra de origen japonesa que significa “tarjetas visuales”. La metodología Kanban es un sistema de flujo que permite, mediante el uso de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción mediante la estrategia Pull. Al ser un método visual permite que a golpe de vista se conozca el estado de los proyectos y asignar nuevas tareas de manera efectiva. Asimismo, la metodología facilita el flujo continuo de la producción. A continuación, se mencionarán los principios de esta metodología:

Calidad garantizada:

Todo aquello que se lleve a cabo debe salir bien a la primera, no existe margen de

error. Kanban se basa en la calidad final de las tareas realizadas, no en la rapidez, ya que en el caso de que salga mal aquello que se está realizando, cuesta más arreglarlo.

Reducción del desperdicio:

Se debe hacer lo justo y necesario, pero hacerlo bien. De modo que se reduzca todo aquello que es superficial o secundario.

Mejora Continua:

Se busca mejorar en el desarrollo de proyectos según los objetivos que se requieran alcanzar.

Flexibilidad:

Esta metodología busca priorizar de las tareas pendientes acumuladas, aquellas tareas entrantes según las necesidades del momento.

Existen dos tipos de Kanban:

- **Kanban de producción**
Especifica qué y cuánto hay que fabricar para el siguiente proceso.
- **Kanban de transporte**
Especifica qué y cuánto se debe retirar del proceso inmediatamente anterior.

1.5 Distribución de planta

A continuación, se presentará la definición y objetivo de la distribución de planta, asimismo se detallarán los tipos de distribución, factores que afectan a la misma, el planeamiento sistemático y conceptos generales de distribución de planta.

1.5.1 Definición y objetivo de distribución de planta

Según Muther (1970) la distribución de planta es la óptima disposición de las áreas de trabajo, maquinarias y equipos, garantizando un flujo óptimo de todos los elementos productivos al más bajo costo con la finalidad de lograr la mayor eficiencia. La distribución

de planta es la mejora de mayor importancia que se puede realizar en una planta mediante el cambio físico de la misma.

En el presente trabajo se realizará el análisis de la distribución actual de la planta, se realizará el layout de la misma, de modo que se logre identificar cómo se realiza el flujo productivo actual, así como los reprocesos y problemas potenciales, esto con la finalidad de proponer mejoras para optimizar el tiempo de producción de los muebles. Cuando se tengan mapeados todos los procesos de fabricación de las diferentes familias de productos se procederá a generar un nuevo layout de la empresa para disminuir los tiempos muertos y ser más eficientes, generando así mayor utilidad para la empresa.

El objetivo de la distribución de planta es encontrar la mejor ordenación de la maquinaria y área de trabajo con la finalidad de que sea más económico y lograr un flujo óptimo, asimismo esta distribución debe ser segura y satisfactoria para los trabajadores.

A continuación, se detallarán los principios básicos de una distribución de planta (Muther, 1970).

Integración en conjunto

Para lograr una distribución óptima es importante integrar al hombre, materiales, maquinaria y cualquier otro factor que sea necesario para el flujo productivo, con el objetivo de que todo se encuentre unificado.

Mínima distancia recorrida

Una buena distribución de planta es aquella que permite trasladar el material a la distancia más corta posible entre operaciones consecutivas, de modo que se genere ahorro y se reduzca las distancias a recorrer.

Circulación o flujo de materiales

Se complementa con el principio de Mínima distancia recorrida, el área de trabajo debe estar ordenado, de modo que los materiales sigan un flujo continuo, sin interrupciones, retrocesos o movimientos transversales, cabe resaltar que esto no limita el movimiento en una sola dirección.

Espacio cúbico

Hace referencia a la utilización de los espacios horizontales y verticales para ahorrar espacio, este principio se basa en la utilización de todo el espacio en las tres dimensiones, de forma equitativa.

Satisfacción y seguridad

Una buena distribución es aquella que brinde seguridad y satisfacción a los trabajadores, de modo que se desempeñen en un lugar propicio para cumplir con sus labores cotidianas.

Flexibilidad

Este principio hace referencia a que una buena distribución de planta debe adaptarse a los cambios que puedan presentarse en el flujo productivo, llevando a cabo el reordenamiento de planta a un costo bajo y con mínimos inconvenientes.

1.5.2 Tipos de distribución

Entre los principales tipos de distribución existente, según Muther (1970), “están aquellas dirigida a procesos, enfocada a bienes o productos, o por posición fija”.

A continuación, se describirán los diferentes tipos de distribución que existen y pueden ser aplicados a una planta, de acuerdo con el requerimiento del flujo productivo.

Por posición fija

Se refiere a que el material o componente principal permanece en una posición fija y

la maquinaria, equipos necesarios y el hombre deben ir a su alcance, se aplica cuando el producto es pesado y voluminoso, se puede producir pocas unidades. Este tipo de distribución requiere poca especialización en el proceso, pero si necesita trabajadores calificados.

Por proceso o función

Se refiere a que todas las operaciones y equipos que pertenecen a una misma actividad deben estar agrupadas en un área común. Este tipo de distribución se suele utilizar cuando se fabrica productos diversos que requieren la misma maquinaria y el volumen a producir es pequeño.

Por producto o línea

Se debe realizar la distribución de acuerdo al flujo que sigue el producto a fabricar, asimismo, la maquinaria y equipo necesarios para fabricar un producto deben estar ubicados en una misma zona. Se aplica este tipo de distribución cuando la demanda es estable y el flujo de materiales es continuo y de fácil traslado.

Modular o por grupo

Combina las distribuciones por Producto y por Procesos, lo cual proporciona a este tipo de distribución, flexibilidad y eficiencia para la fabricación de productos o familias de productos. Se agrupan máquinas diferentes en un mismo lugar (células), las mismas que son islas de distribución de productos dentro de una distribución por procesos.

1.5.3 Factores que afectan la distribución

Con la finalidad de realizar una adecuada distribución de planta es necesario tomar en cuenta la totalidad de los factores implicados y las relaciones existentes entre ellos. Cabe resaltar que la influencia y la importancia relativa de cada factor puede variar de acuerdo a

lo establecido por cada empresa. La distribución de planta elegida debe contemplar un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores.

Según Muther (1970) “en la distribución de planta, se necesita contemplar 8 factores principales”, los cuales influyen sobre cualquier distribución y se detallan a continuación:

A. Factor Material

Es el factor de mayor importancia, ya que el objetivo de producción se enfoca en la transformación, tratamiento o montaje del material para cambiar su forma o características. Se deben tomar en cuenta los factores que afectan al factor material como las especificaciones del producto, características físicas o químicas, cantidad, volumen y variedad de productos y materiales, así como la forma de combinarse entre ellos.

- Materia prima
- Material en proceso
- Productos acabados
- Material embalado
- Productos defectuosos
- Desperdicios y viruta
- Materiales de embalaje

B. Factor Maquinaria

Este factor es el que sigue en orden de importancia al material, es fundamental considerar la información de la maquinaria para realizar un ordenamiento adecuado de la misma, asimismo se debe mapear el número de máquinas necesarias para cumplir con la demanda proyectada.

- Máquinas de producción
- Equipos de proceso
- Herramientas, moldes, montajes
- Maquinaria de repuesto
- Maquinaria para mantenimiento

C. Factor Hombre

Es el principal factor de producción, se debe tomar en cuenta las condiciones de trabajo y seguridad, así como las necesidades de mano de obra y el trabajo a llevar a cabo.

- Mano de obra directa o indirecta
- Jefes
- Personal rotativo

D. Factor movimiento

Este factor considera el movimiento de los elementos principales de producción (material, maquinaria y hombre). Se enfoca en el diseño de una distribución de planta que permita realizar traslados en corto tiempo, contemplando la terminación del producto.

- Movimiento de maquinaria
- Movimientos de materiales y hombres
- Movimientos de maquinarias y hombres

E. Factor edificio

Hace referencia a los elementos y particularidades internas y externas del edificio,

asimismo contempla el estudio de suelos, paredes, columnas, ventanas, escaleras, puertas de acceso y salidas.

- Edificio especial o de uso general
- Edificio de un solo piso o de varios

F. Factor espera

Hace referencia a los puntos de demora o espera en el transcurso del flujo productivo.

- Áreas de recepción de material
- Demoras
- Áreas de almacenaje

G. Factor servicio

Los servicios son los elementos y personal que ayudan a la producción, conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinarias.

- Calefacción y ventilación
- Oficinas
- Iluminación
- Mantenimiento
- Vías de acceso
- Control de calidad

H. Factor cambio

La distribución de planta debe ser flexible, se deben identificar los posibles cambios y su magnitud, de modo que cuando se requiera realizar algún cambio, la distribución logre adaptarse y no se complique el proceso de modificación, efectuándose a un bajo costo, sin

perjudicar a la organización.

1.5.4 Planeamiento sistemático para la distribución de planta

Fue creado por Muther (1970) como un procedimiento sistemático multicriterio, de modo que se plantee una solución adecuada al problema del layout de una planta. El objetivo del planeamiento sistemático es obtener la distribución de la planta en planos y ajustar aquello que sea necesario antes de la implementación de planta.

A. Diagrama de flujo de procesos

Se mencionarán algunas herramientas utilizadas para diagramar los procesos existentes o propuestos.

DAP

Es una representación gráfica simbólica de la trayectoria de un operario, material o utilización de la maquinaria, asimismo muestra el trabajo realizado o que se va a realizar para un producto al pasar por algunas o todas las etapas del proceso, indicando los tiempos de cada actividad.

Diagrama de recorrido

Es un plano de distribución de planta donde se muestra el flujo del proceso, evidenciando las actividades que figuran en el Diagrama de Actividades del Proceso. Asimismo, este esquema presenta los diferentes movimientos del material, la posición de la maquinaria y el trayecto seguido por los trabajadores. En la Figura 6 se muestra la simbología de Asme para el diagrama de recorrido.

SIMBOLOGÍA DE ASME		
ORIGEN		Para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
OPERACIÓN		Hay una operación cada vez que una forma o documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características, cuando se une o engrapa o cuando se desune o desengrapa, cuando se prepara para otra operación, transporte o almacenamiento.
INSPECCIÓN		Hay una inspección cada vez que una forma o documento es examinado para identificarlo o para verificar su cantidad, calidad o características. El resultado de esta inspección puede ser: a) Corregir inmediatamente los errores. b) Rechazar la forma o documento. c) Devolverlo para que el error sea corregido. d) Comparar con otro documento.
TRANSPORTE		Hay un transporte cada vez que una forma o documento se mueve, excepto cuando dicho movimiento es parte de una operación o de una inspección.
DEMORA		Ocurre una demora a una forma o documento cuando las condiciones de trabajo no permiten o requieren la ejecución de la siguiente acción planeada.
ALMACENAMIENTO		Ocurre un almacenamiento cuando una forma o documento es guardado o protegido contra un traslado no autorizado; cuando es archivado permanentemente.
ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ocurre una forma o documento se archiva o guarda transitoriamente, antes de continuar con el siguiente paso.
ACTIVIDADES COMBINADAS OPERACIÓN Y ORIGEN		Se considera esta actividad cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.
INSPECCIÓN Y OPERACIÓN		Se considera esta actividad cuando el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

Figura 6. Simbología de Asme para Diagrama de recorrido

Fuente: Muther (1970)

B. Tabla de relación de actividades (TRA)

Es una herramienta que muestra la relación entre actividades, evaluando la necesidad de proximidad entre ellas. Ayuda a analizar un problema, cuyas causas se relacionan entre sí, de modo que se identifique la relación de las causas con sus efectos. En la tabla 11, se muestra la tabla de valoración de cercanías a tomar en cuenta para realizar un diagrama de relación.

Tabla 11

Calificación de cercanías.

Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario de cercanía
U	No importante
X	Indeseable

Fuente: Adaptado de Torres et al. (2020)

C. Layout de bloques unitarios

El diagrama de bloques es utilizado para dar a conocer la localización relativa, el tamaño de las instalaciones y la proximidad que existe entre ellas, considerando el cumplimiento de los criterios de desempeño y requisitos del área. Asimismo, esta herramienta muestra en un plano las relaciones que existen entre las diferentes actividades.

D. Cálculo de espacios

El método de Guerchet es utilizado para el cálculo de los requerimientos de espacio físico requerido para la planta. Este método, a partir de la suma de tres superficies parciales como lo son la superficie estática (Ss), la gravitacional (Sg) y la evolutiva (Se) da a conocer el espacio total requerido

E. Superficie estática (Ss)

Es el área de terreno ocupado por lo muebles, máquinas y equipos, esta superficie se evalúa en la posición de uso de la máquinas o equipos, incluyendo cualquier instrumento adicional requerido para su funcionamiento, como tableros, pedales, palancas, etc.

$$Ss = Largo * Ancho$$

F. Superficie gravitacional (Sg)

Es la superficie utilizada por el operario y por el material para las operaciones en curso, la superficie gravitacional depende del requerimiento de las áreas de trabajo.

$$Sg = Ss * N$$

Ss: Superficie estática

N: Número de lados

G. Superficie de evolución (Se)

Es aquella considerada para los movimientos de los operarios, equipo, medio de transporte y para la salida del producto terminado.

$$Se = 0,5 * (Ss + Sg) K *(Hm/Hf)$$

Donde: Hm y Hf, altura promedio ponderada de los elementos móviles y estáticos, respectivamente.

H. Diagrama relacional de espacios (DRE)

Muestra una mejor aproximación a la Distribución de planta, tomando como base las áreas requeridas para cada actividad, proporcionando un orden preliminar.

I. Distribución General en Conjunto (DGC)

Este diagrama muestra una visión global de cómo se distribuirán las áreas de la empresa, incluye las áreas operativas, de servicios y administrativas de ser el caso. Este diagrama toma en consideración las ubicaciones, dimensiones y formas definitivas por zonas, mas no por puesto o máquina. Asimismo, dentro de la distribución se incluyen accesos y pasillos entre áreas.

1.5.5 Definiciones generales de distribución de planta

A continuación, se definirán los conceptos de balance de línea y estudio de tiempos, así como información relacionada con los mismos.

A. Balance de línea

Según Valencia (2015), el balance de línea consiste en la sincronización de un grupo de puestos y estaciones de trabajo, tiene un rol importante en el control de la producción, ya que la optimización de determinadas variables asociadas a la productividad de un proceso como por ejemplo los inventarios en proceso, tiempos de esperas entre otros dependen de que la línea de fabricación se encuentre equilibrada, es decir, que los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso productivo sean iguales. Si no se realiza el balance de línea, se manifestarán cuellos de botella en el flujo productivo, descontento en los trabajadores, ya que algunos se verán perjudicados por los tiempos de entregas de aquellos que se tardan más en terminar determinadas piezas, retrasando su trabajo y por ende la obtención del producto final.

Tiempo de ciclo (TC)

Es el tiempo total que se necesita para la obtención de una unidad tecnológica de producción (UTP). Hace referencia al tiempo transcurrido desde el inicio de la primera actividad de una estación de trabajo hasta que se vuelva repetir, cerrando así el ciclo de una UTP.

$$T_{ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible por día}}{\text{Demanda diaria o producción diaria}}$$

Cadencia

La cadencia de producción hace referencia al tiempo total transcurrido entre la obtención de una UTP y la siguiente. La cadencia del puesto es el tiempo estándar (TE) y

la cadencia de la línea se determina por el mayor TE de una estación de la línea productiva.

Capacidad

Es la cantidad máxima que puede producir un sistema durante un determinado periodo bajo determinadas condiciones dadas como el layout de la planta, materiales, productos, entre otros. En este caso puntual, la capacidad sería la cantidad de muebles que se producen durante un periodo de tiempo.

Número de máquinas o estaciones

Según Valencia (2015), es el número de máquinas que son aginadas a una estación de trabajo o línea de inspección, cabe resaltar que el número de estaciones depende si el puesto es funcional o polifuncional.

$$\text{Numero de máquinas} = \frac{\text{Te ajustado}}{\text{Cadencia}}$$

B. Estudio de tiempos

Es una técnica de medición utilizada para el registro de tiempos y ritmos de trabajo de las actividades que forman parte del proceso productivo, con el objetivo de contar con información real para el análisis de los datos y calcular el tiempo requerido para realizar una tarea de acuerdo a un método de ejecución preestablecido.

Se requiere equipo básico para realizar el estudio de tiempos: cronómetro, tablero de observaciones, formato de estudio de tiempos, calculadora e instrumentos de medición.

1. Tiempo normal

Es el tiempo medio observado, el cual se obtuvo en el muestreo, multiplicado por su factor de valoración.

$$TN = TMO * FV$$

Donde:

TN = Tiempo Normal

TMO = Tiempo Medio Observado

FV = Factor de Calificación por Velocidad

2. Suplementos

El suplemento por descanso es aquel que se adiciona al tiempo básico con la finalidad de que el trabajador logre reponerse de la fatiga originada por la ejecución de determinada actividad. Respecto a los demás suplementos como el de contingencia, por razones políticas de la empresa y especiales solo se aplican en determinadas ocasiones, ya que no ocurren con frecuencia.

En la Figura 7, se muestra a detalle la clasificación de los suplementos existentes.

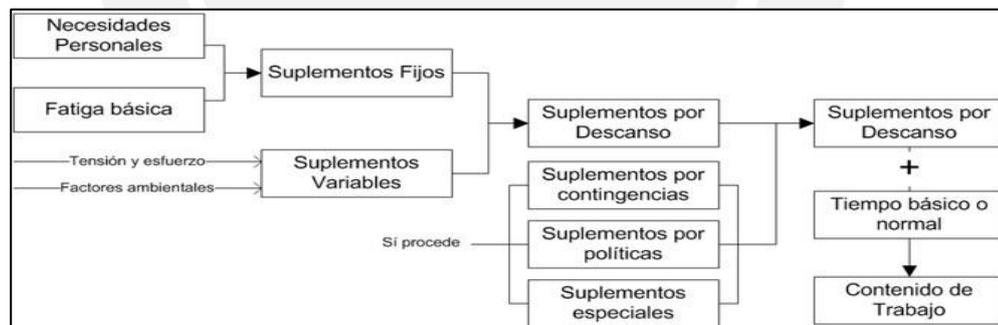


Figura 7. Clasificación de suplementos

Fuente: OIT (1996)

3. Tiempo estándar

El tiempo estándar o tiempo tipo es el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura considerando a un operario de tipo medio, bien calificado y capacitado, trabajando a un ritmo normal y realizando una tarea específica.

$$TE = TN * (1 + S)$$

Donde:

TN = Tiempo Normal

TE = Tiempo Estándar

S = Suplementos

1.6 Estudio de casos

Luego de haber definido las metodologías, se procede a realizar un estudio de casos, en el cual se presentarán dos papers o documentos científicos que respalden la mejora a implementar, los papers elegidos están altamente relacionados con la aplicación del lean service en empresas de servicio.

1.6.1 Paper 1: Plan to Improve the Production System for Company Dedicates to the Manufacturing of Children's Furniture

Autores

Rojas, J; Sánchez, C. y Aparicio, C.

Descripción

La carpintería pertenece al sector manufacturero, esta se encarga del trabajo en madera y sus derivados, estas empresas poseen productos heterogéneos y la mayoría de estas se ubican en Villa el Salvador y Villa María del Triunfo. Respecto a la demanda de los muebles de madera en el país, esta incrementó en 6,6%.

La empresa en estudio cuenta con 21 trabajadores y factura anualmente en promedio S/820 573,65 y se ubica en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima. El terreno cuenta con un área de 300 Mt² en el primer y segundo piso. La empresa ofrece diferentes productos como sillas, mesas, estantes, carpetas, escritorios, entre otros, vendiéndolos al por mayor y menor.

Objetivo

El objetivo de este paper es mostrar, aplicar y desarrollar la metodología de planificación de la producción haciendo uso de la planificación de la compra de materiales con las siguientes metodologías: Plan Maestro de Producción (PMP), Planificación de la Compra de Materiales (MRP), Reducción del Tamaño de Lote y Planificación de la Capacidad de Planta (CRP). Por otro lado, se estudiará y aplicará dos herramientas de manufactura esbelta: metodología 5S's y la implementación de 3 dispositivos "Poka-Yokes" para el proceso productivo en la empresa de muebles, con la finalidad de validar su viabilidad.

Desarrollo

El presente paper se enfocará en las herramientas que se utilizarán en la tesis, por lo que se considerarán los siguientes problemas a solucionar: zonas de trabajo con mermas y desperdicios, apilamiento del inventario acumulado entre estaciones, desorganización de los centros de trabajo, reprocesos y se abordarán las soluciones de los problemas con la propuesta de 5S.

Los problemas mencionados están relacionados y conllevan a la no entrega en el plazo adecuado por el cliente, por lo cual se realizará un Diagrama Causa- Efecto, con el objetivo de identificar los problemas más representativos e identificar sus causas. Con respecto al problema de reprocesos, en el proceso de ensamble, acomodar las fallas encontradas tardará de 5 a 10 minutos.

Se planteó el diagrama de Ishikawa para identificar las causas y se tomará en cuenta la matriz de impactos, a partir de la cual se realizará el Diagrama de Pareto. En la matriz de impactos se identificaron las siguientes causas principales:

- La no planificación de la producción.

- La desorganización en la planta.
- La inadecuada planificación de las compras.
- La falta de estandarización de los procedimientos y de los productos.

Se procederá con el desarrollo de las propuestas de mejora para este caso. Tomando como input las causas principales identificadas. En la Tabla 12, se mencionan las causas y herramientas con las que se les hará frente al problema.

Tabla 12

Propuestas de mejora.

Causas	Herramientas
No planificación de la producción	Planificación de las operaciones
Desorganización de la planta	Metodología 5S's
Inadecuada planificación del abastecimiento	Planificación de las operaciones
Falta de estandarización de los procedimientos y de los productos	Implementación de controles decalidad

Fuente: Rojas et al. (2016)

Se implementará la Metodología 5S's, tomando como base las inspecciones realizadas en cada centro de trabajo y se evidenció deficiencias como desorden, desorganización, falta de seguridad, uso inadecuado de indumentaria en determinados procesos, desconocimiento de procesos, entre otros, lo cual no permite una adecuada productividad de la planta. Además, se realizó un check list para analizar y calificar cada centro de trabajo.

Después del análisis, se concluye que el área más crítica es la de Laminado, ya que cuenta con el menor porcentaje con respecto a los otros centros de trabajo.

Con respecto al análisis de los demás centros de trabajo, el puntaje más alto es de 53% y corresponde al área de Acabado, lo cual indica que también es un área crítica, ya que

supera en poca cantidad el 50%. A continuación, se presentará el plan detallado de las mejoras propuestas para cada centro de trabajo.

De las áreas mejoradas, se tiene a continuación las áreas de ensamble y corte. En la Figura 8, se muestra el comparativo del área de corte. Se propone delimitar las áreas para evitar apilar las piezas cortadas con la materia prima e insumos.



Figura 8. Comparación del área Corte.

Fuente: Rojas et al. (2016)

En la Figura 9 se muestra el comparativo del área de Ensamble. En la situación actual, no permite al operario encontrar rápidamente las herramientas e insumos que requiere. Se propone implementar una red metálica para que se cuelguen las herramientas requeridas y pequeños estantes a los costados para abastecerse.



Figura 9. Comparación del área Ensamblado

Fuente: Rojas et al. (2016)

En la Figura 10 se muestra la implementación de la mejora utilizando Poka- Yoka. Actualmente, no se cuenta con un organizador de herramientas e insumos, por lo cual se planteó implementar una rejilla para colocar las herramientas que el operario necesite.

Asimismo, se adicionó un estante pequeño, utilizado como almacén de repuestos y cambios para los materiales frecuentemente utilizados.



Figura 10. Comparación del área Acabado.

Fuente: Rojas et al. (2016)

Respecto a la incorporación del sistema de planificación, se comenzará con el Análisis de los datos obtenidos, Determinación del patrón de la demanda, Determinación del patrón de la demanda, Planificación del Requerimiento de Materiales (MRP), Planificación de la Capacidad de Planta (CRP).

Conclusiones

A través de la planificación de la producción con las metodologías: PMP, MRP, CRP se logró implementar la capacidad de la planta. Asimismo, se implementaron dos herramientas de manufactura esbelta: metodología 5S's y la implementación de 3 dispositivos "Poka-Yokes" para el proceso de producción.

Con la implementación de la Planificación de la Capacidad de Planta (CRP) se logró que la capacidad de planta aumente, en el Centro de Corte 290,4 minutos, en el Centro de Laminado 414 minutos, en el Centro de Ensamble 849,2 minutos y en el Centro del Acabado 363,6 minutos por semana. Asimismo, con la implementación de la metodología de 5S's y de controles de calidad, se logra un uso eficiente de la capacidad de planta logrando un aumento del 40% de su capacidad.

1.6.2 Paper 2: Propuesta de Distribución de planta de flujo flexible para una microempresa de fabricación de muebles en Yucatán, México.

Autores

Aranda, J; Baas, A; García, C y Morales, M.

Descripción

Se realizará el estudio del caso de una empresa manufacturera de muebles, ubicada en México, dedicada a la fabricación y comercialización de muebles desde hace más de cinco años, considerando las áreas de carpintería, tapicería y acabado. Es importante mencionar que la distribución actual de la planta es de 980 m², considera la ubicación de dos áreas, una de ellas es el área administrativa y la otra área es la de Producción, esta última está conformada a su vez por las zonas de trabajo de carpintería, tapicería y pintura.

Cabe resaltar que los departamentos o áreas en la empresa son las siguientes: carpintería, tapicería, pintura, secado, oficina del director, oficina gerente administrativo, almacenes de tapicería, pintura y carpintería, bodega de producto terminado, estacionamiento de motos y bicicletas y el área de depósito de basura.

En la Figura 11, se muestra la distribución de las áreas principales y en la tabla 13, se muestra la distribución actual, de acuerdo a la distribución de bloques.

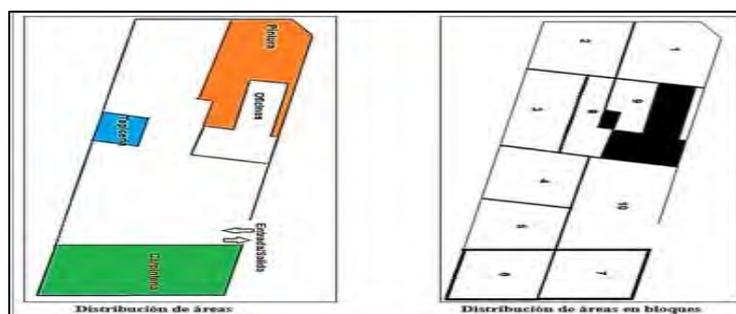


Figura 11. Distribución actual de las áreas – distribución en bloques.

Fuente: Aranda et al. (2018)

Tabla 13

Distribución actual de la mueblería.

Bloque	Área
1	Pintura
9	Área de secado
2	No especificada
3	Tapicería
8	No especificada
4	Área de basura
5	Materia prima (maderas)
6	Carpintería 1
7	Carpintería 2
10	Estacionamiento y maniobras

Fuente: Aranda et al. (2018)

Objetivo

Este paper tiene como objetivo realizar la propuesta de mejora del diseño del área de mueblería, con la reducción de la distancia ponderada total con la redistribución de las áreas de un centro de trabajo para optimizarlo logrando optimizar el proceso productivo y métodos empleados por la empresa.

Desarrollo

Se mencionarán los problemas generados en las áreas de la empresa, el área de carpintería presenta condiciones deficientes para el proceso de producción de un mueble, ya que las áreas de trabajo se encuentran muy distanciadas, además las máquinas se encuentran en constante desplazamiento, esto trae consigo un bajo rendimiento de los operarios en sus funciones. Otro problema evidenciado es el inadecuado almacenamiento de materiales y productos, lo cual dificulta la realización correcta del trabajo. De manera similar, sucede con los productos en proceso y materia prima, por lo mencionado, la distribución de planta de la empresa no es la adecuada y tampoco cuentan con una buena planificación de la producción.

Para este caso, se utilizó el diseño de distribución flexible aplicando el método de Krajewski (2008), el cual se resume en los siguientes pasos: reunir información, crear un plano de bloques y diseñar una distribución detallada. A continuación, se mencionarán a detalle los pasos mencionados.

- Respecto al paso uno, se tomaron las medidas de las 10 áreas que conforman la empresa. Luego, se asignó se realizó un plano de bloques, la distribución actual de la microempresa y los recorridos de procesos y de materiales. Posterior a ello, se estimaron los factores de cercanía de las áreas de la empresa, considerando el análisis cualitativo del dueño, con una base en escala del 1 al 10, tomando en cuenta que 1 es de gran importancia y 10 de menor importancia.
- En el paso dos, referente a la creación del plano de bloques, se entrevistó al jefe de área del taller de carpintería respecto a los procesos, tiempos y movimientos dados durante el proceso productivo de muebles. Luego, se aplicó el método de distancia ponderada, se multiplicó el factor de cercanía (w) (determinado por el dueño), por la distancia entre los departamentos (d) y el producto de estos da como resultado el puntaje de distancia ponderada (wd), el mismo que al ser más bajo, será mejor.
- En el último paso, se realizará el diseño de la propuesta de distribución flexible para la planta, tomando en cuenta los puntos mencionados anteriormente.

Conclusiones

Se realizará la propuesta de distribución de las áreas, la propuesta se llevará a cabo a través de la división de bloques los espacios existentes dejando un espacio de maniobras para el desplazamiento de los materiales y muebles terminados. Según la información proporcionada por el jefe del área de carpintería, el proceso productivo de muebles inicia sin interrupciones.

Respecto, a las mesas de trabajo, estas no se encuentran adheridas a las herramientas, las mesas sirven para el armado y acabado de los muebles. Se identificó que tres de las máquinas son indispensables para el trabajo: canteadora, sierra y cepillo.

Con el objetivo de facilitar las maniobras de materiales y el armado de los muebles, se realizó la agrupación de las células y la distribución de las mesas de trabajo alrededor de ellas.

Para la obtención de la matriz de proximidad del plano actual y el propuesto de la distribución de áreas de la empresa, se utilizó el método de distancia ponderada, el mismo que hace referencia al modelo matemático utilizado para la evaluación de flujo flexible, basándose en factores de proximidad. Luego, se calculó el factor de cercanía siguiendo el modelo de Krajewsky.

De acuerdo a la matriz de factor de cercanía, se logró una reducción de la distancia ponderada de 538 a 428, lo cual representa una mejora del 20,4% respecto a la situación actual del taller.

La propuesta de mejora de las áreas de la mueblería se muestra en la Figura 12.

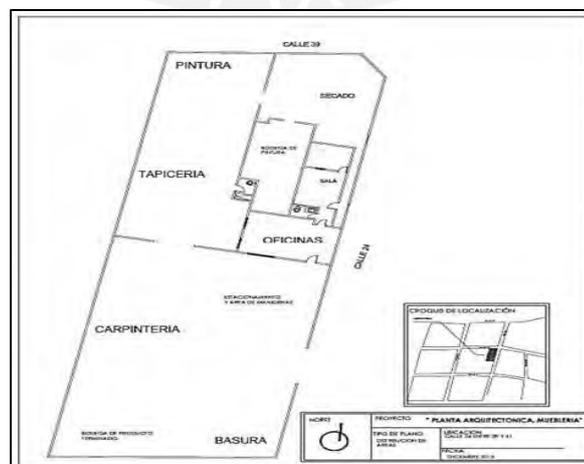


Figura 12. Propuesta de mejora de áreas en la Mueblería

Fuente: Aranda et al. (2018)

Durante el estudio del taller se identificó la desorganización de materiales y el desperdicio de los mismos, se propone la implementación de la metodología 5S's. Considerando la creación del almacén de materia prima, se lograría que los trabajadores y vehículos puedan seguir un libre tránsito, sin obstrucciones. Asimismo, las máquinas quedarían delimitadas en su espacio de trabajo. También, se propuso la implementación de un programa de codificación y rotulación de activos como las máquinas, herramientas y equipos, con la finalidad de mejorar el control y poder localizar estos activos de manera más rápida.

1.6.3 Paper 3: Managing change on lean implementation in service sector

Autores

Asnan, R; Nordin, N. y Othman, S.

Descripción

La empresa en estudio se dedica a la fabricación de diversos muebles domésticos y comerciales, así como productos de madera blanda (pino) y madera dura (teca y caoba). Cabe indicar que las piezas pasan por varias etapas y estaciones de trabajo hasta obtener el producto terminado.

Objetivo

El presente paper tiene como objetivo la redistribución del diseño de planta y los flujos de proceso relacionados para lograr reducir las distancias recorridas por los elementos involucrados en el proceso productivo.

Desarrollo

Se realizó un estudio en una de estas empresas en Harare y este evidenció fallas en la planta de producción como el entrecruzamiento y el retroceso de los flujos de proceso,

lo cual origina que los elementos involucrados en la producción se desplacen largas distancias. Asimismo, se identificaron equipos obsoletos y antiguos, los mismos que aún se encontraban en uso y originaban cuellos de botella durante el proceso productivo. También, se identificó el frecuente uso de determinadas máquinas que provocaban averías. Para solucionar estos problemas, se utilizó la técnica de matrices de distancias de la máquina.

Se aplicó la técnica de matrices de distancia para la fabricación de múltiples productos, esta técnica se aplicará a las diferentes líneas de producción de la empresa. Se utilizó la técnica cuantitativa, la que hace referencia a las ubicaciones físicas de las máquinas y distancias existentes entre las estaciones de trabajo que interactúan entre sí.

El estudio de la empresa en mención se llevó a cabo para establecer la configuración operativa, la maquinaria disponible y su disposición, el flujo de procesos y secuencia de operaciones, documentación disponible, así como la experiencia y habilidades en cada unidad de trabajo.

Además, se desarrollaron los árboles de ensamble para los principales productos de la empresa, para lo cual se utilizó el método de adelante hacia atrás (despacho del almacén al depósito de madera).

Se elaboró un modelo que incluye las posiciones relativas de todas las máquinas de la fábrica para lo cual se utilizó los árboles de ensamble de productos, las rutas del proceso por donde cada componente viaja. Asimismo, se toma en cuenta la ruta de proceso del subconjunto del cual también se trazó a través de la siguiente etapa hasta que todas las partes se consideren en el producto final.

Cabe resaltar que se observaron cuellos de botella producidas por las máquinas como

la Multibarrena 11 y la lijadora de tambor 35. La redistribución de planta resolverá el problema de las largas distancias de transporte entre las estaciones de trabajo que interactúan entre sí, con el objetivo de analizar a detalle cada estación de trabajo, las actividades se dividieron en subprocesos.

Las distancias de transporte se recalcularon y se compararon con la matriz inicial, esta comparación se puede apreciar en la Tabla 14 respecto a los componentes principales de la litera.

Tabla 14

Comparación de las distancias (m) de recorrido de los componentes para literas.

Componente	Cima	Fondo	Escalera	Pizarras	Rieles	Parantes
Diseño original	253,3	220,3	50,7	57,0	92,4	85,0
Diseño nuevo	125,2	130,4	26,4	25,9	63,4	58,1
% Reducción	50,6	40,8	47,9	54,5	31,4	31,7

Fuente: Asnan et al. (2018)

Cabe indicar que las comparaciones realizadas fueron para los componentes que forman parte de los principales productos de la empresa. En la Figura 13, se muestra un esquema de la redistribución de la planta, muestra los grupos funcionales y de los principales productos.

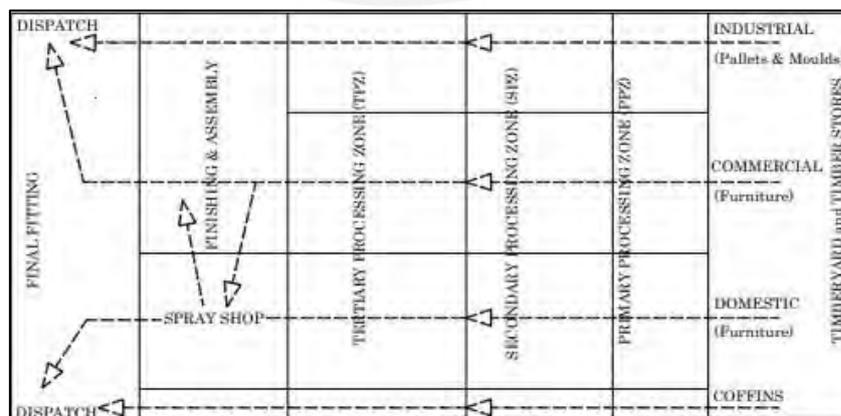


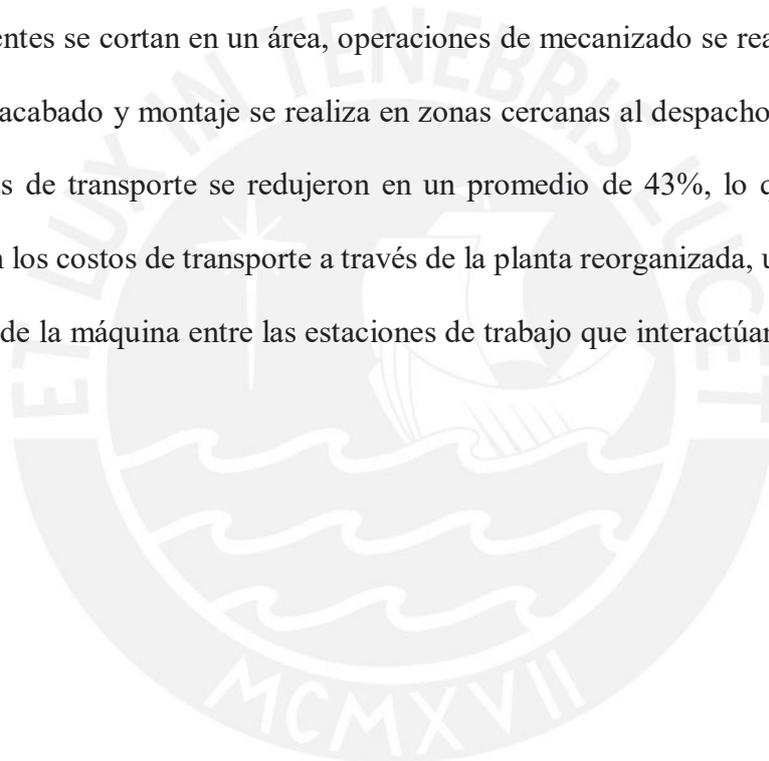
Figura 13. Planta reorganizada en grupos funcionales.

Fuente: Fuente: Asnan et al. (2018)

Conclusiones

Gracias a la reorganización de varios departamentos se logró asegurar un flujo de producción continuo, de modo que se mejoró el rendimiento de producción y tiempos, cumpliendo así con los pedidos de los clientes en el tiempo indicado. Asimismo, se reubicaron las máquinas y se eliminaron las máquinas obsoletas, lo cual despejó los pasillos, permitiendo un entorno de trabajo libre y seguro.

La propuesta de mejora hace referencia al enfoque en el diseño del producto donde los componentes se cortan en un área, operaciones de mecanizado se realiza en el taller de máquina, el acabado y montaje se realiza en zonas cercanas al despacho. Cabe indicar que las distancias de transporte se redujeron en un promedio de 43%, lo que resultó en una reducción en los costos de transporte a través de la planta reorganizada, utilizando matrices de distancia de la máquina entre las estaciones de trabajo que interactúan.



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En este capítulo, se realizará una descripción general de la empresa, asimismo se detallará el proceso productivo actual de la empresa de manufactura de muebles de madera. Se describen sus productos principales, las zonas de trabajo y el flujo productivo.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa comenzó operaciones en el año 1994, pertenece al rubro de muebles de madera. Esta es una empresa peruana dedicada a la fabricación y comercialización de muebles para dormitorio fabricados en madera, a lo largo de su trayectoria ha ido formando una cartera de clientes tanto en provincias como en Lima, vendiendo sus productos al por mayor y menor, logrando crecer en el tiempo. Cabe resaltar, que en la capital poseen una tienda localizada en Centro Comercial Mega Muebles, donde se realiza la venta B2C, es decir directamente al consumidor final.

El tipo de producción de la empresa es por lote y bajo pedido, en el caso de los productos de mayor demanda se producen por lote; sin embargo, en la venta B2C los clientes requieren sus muebles con determinadas características, por lo que en estos casos se aplica la producción bajo pedido. Los operarios producen “al destajo”, es decir, cobran por operación y/o producto terminado, incluye la fabricación del mueble en blanco o el pintado y acabado final del mismo.

Actualmente, cuenta con un área administrativa encargada de las labores de Finanzas, RRHH y Ventas. Además, se tiene el área de producción, ubicada en el distrito de La Victoria, donde se realiza todo el flujo productivo, el mismo que será explicado a detalle más adelante. Los productos que ofrece el canal comercial son muebles de dormitorio como

las tarimas, camas, camarotes, cunas, cama cunas, juegos de dormitorios, roperos, cómodas, entre otros productos en madera, en diferentes tonalidades de acuerdo a la demanda del mercado o según el pedido realizado por el cliente. Las diversas familias de productos son fabricadas por 10 operarios que laboran de lunes a sábado con un único turno de 8 horas durante el año.

La empresa desea continuar con su posicionamiento en el tiempo, centrándose en sus clientes, por lo que busca satisfacer sus necesidades y superar sus expectativas, enfocándose en la producción de muebles de buena calidad y larga duración.

2.1.1 Actividad económica

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), el sector y la actividad a la que pertenece la industria manufacturera le correspondería la codificación del tipo 3100, que hace referencia a las actividades de Fabricación de Muebles.

2.1.2 Perfil organizacional

- Misión

Ser la empresa que diseñe, fabrique y comercialice muebles de madera de primera calidad, priorizando la innovación y ofreciendo las nuevas tendencias del mercado a sus clientes con la finalidad de satisfacer sus expectativas con un producto que agregue valor, considerando al cliente como su principal eje.

- Visión

Ser la empresa líder en el mercado de muebles a nivel nacional, manteniendo el compromiso de ofrecer productos de calidad e innovadores que agreguen valor, trabajando constantemente para mejorar y optimizar sus recursos, fomentando alianzas estratégicas con sus proveedores y así llegar a ser la mejor empresa para el público que busca un

mueble.

- **Valores Organizacionales**

- Respeto
- Honestidad
- Integridad
- Pasión
- Compromiso
- Confianza
- Cliente céntrico

2.1.3 Organización de la empresa

La organización de la empresa está dividida en la Gerencia General y tres áreas principales: Administración y Finanzas, Producción y Marketing y Ventas, estos departamentos se encuentran a cargo del Gerente General. El área de Administración y Finanzas se encarga de determinar el costo por producto y el precio de venta al que se desea vender el producto para lograr marginar un determinado porcentaje del precio de venta, este último es establecido por el gerente general, asimismo, evalúa la línea de crédito y el plazo al que se venderán los productos a sus clientes. El área de Producción se encuentra dividida en 3 sub áreas (Diseño, Manufactura y Acabado), las cuales se encuentran interrelacionadas con la finalidad de obtener lotes de producción con estándares de calidad requeridos en el tiempo estipulado. Finalmente, el área de Marketing y Ventas encargada de impulsar la venta de las diferentes familias de productos, se enfocan principalmente en aquellos productos que generan mayor margen y con mayor demanda. Asimismo, se encargan de promocionar los diferentes productos ofrecidos por el canal comercial.

Se usará el enfoque de Mintzberg para explicar cómo se encuentra dividida la empresa.

- Cúspide Estratégica:

Conformada por el Gerente General, quien es el encargado de la toma de decisiones de la empresa y tiene responsabilidad sobre esta.

- Línea Media:

Conformada por las áreas principales de la empresa (Administración y Finanzas, Producción y Marketing y Ventas), estas áreas son las que administran las tareas realizadas por el centro operativo.

- Centro Operativo:

Conformada por aquellos trabajadores encargados de realizar las tareas operativas en la empresa. Se encargan de fabricar los muebles con los estándares de calidad establecidos en un tiempo determinado.

- Estructura Técnica:

No se cuenta con área encargada de elaboración de especificaciones técnicas.

- Personal de apoyo:

Conformada por personal que ofrecen servicios indirectos dentro de la organización. Cuentan con personal de limpieza y seguridad tanto en la tienda como en la fábrica para asegurar un ambiente propicio de trabajo. Cabe resaltar que estos servicios son tercerizados. Se elaboró la Figura 14, donde se muestra el organigrama de la empresa.

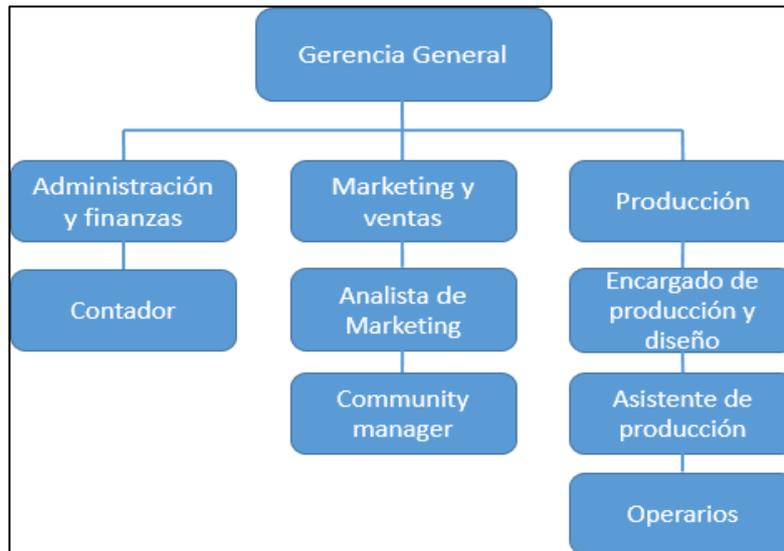


Figura 14. Organigrama de la empresa

En el organigrama mostrado se evidencian las áreas de la empresa, es importante resaltar que hay determinadas áreas que deben de relacionarse entre ellas, ya que es fundamental para el buen funcionamiento de la compañía. En el caso del área de producción, sus 3 sub áreas (Diseño, Manufactura y Acabado) son las encargadas del funcionamiento principal de la empresa y de la producción de los diferentes muebles solicitados en un tiempo determinado y con los estándares de calidad establecidos, por lo que es importante la conexión entre ellas. En el caso de no comunicarse entre ellas, se corre el riesgo de no cumplir con las órdenes de producción, generando desabastecimiento en la tienda del canal comercial y a clientes a quienes le vende al por mayor.

Otras áreas en la que se evidencia la necesidad de interrelacionarse son las áreas de Producción y Marketing y Ventas, ya que esta última le brinda el input de los productos de mayor demanda al área de Producción para que esta produzca en mayor proporción los muebles de mayor rotación y no se genere sobre stock de productos que no sean muy demandados por el público.

2.1.4 Productos y servicios

La empresa en estudio fabrica y comercializa muebles de madera para dormitorio, los productos que ofrece son variados, entre ellos destacan los camarotes, camas, tarimas, juegos de dormitorio, cunas, cama cunas, cómodas y roperos en las medidas estándares que tiene la empresa, o a pedido según los requerimientos del cliente.

Es importante resaltar que se fabrican los productos que tienen mayor demanda del público y son más rentables para la organización; sin embargo, también se producen muebles de dormitorio a pedido con las características que solicite el cliente, esto último se da en menor proporción respecto a la familia de productos fabricada por lote.

Además, algunas ventas pueden incluir servicio de reparto, instalación y armado del mueble, de acuerdo al requerimiento del cliente.

2.1.5 Proveedores y clientes

Los proveedores de la empresa son madereras en Villa El Salvador, estas proveen de materia prima (madera) de diferentes medidas para la producción de los muebles. Asimismo, se cuenta con diversos proveedores de insumos como laca, tiner, selladora, cola, pernos, arandelas, entre otros, la cartera de proveedores es diversificada, por lo que no existe riesgo de desabastecimiento de materia prima e insumos. Cabe resaltar, que la empresa tiene la política de comprar lo necesario para la fabricación de una cantidad determinada de muebles que tienen establecida.

Los clientes que posee el canal comercial, es el público en general, ya que cuentan con una tienda ubicada en Mega Muebles, donde se realiza la venta directa al público. Además, cuentan con clientes recurrentes tanto en Lima como en provincias, los cuales se dedican a la venta de muebles de madera, estas empresas demandan en su mayoría

camarotes y tarimas.

2.1.6 Procesos

El proceso productivo de la empresa se encuentra dividido en 3 áreas (Diseño, Manufactura y Acabado), cada una de ellas con un rol respectivo dentro del flujo productivo.

El área de diseño de la organización se encarga de realizar los nuevos modelos que se lanzarán al mercado, o realizar determinadas modificaciones a los productos ya existentes para agregar valor al mismo y sea más atractivo para el cliente. Asimismo, esta área se encarga de diseñar y distribuir correctamente los espacios de cada mueble solicitado por pedido, es decir aquellos muebles con características y especificaciones especiales de acuerdo a la solicitud del cliente.

El área de Manufactura se encarga de poner en marcha el flujo productivo de los diferentes muebles, se maneja un flujo de producción similar para cada familia de productos, con determinadas variaciones por modelo.

Y finalmente el área de Acabado, se encarga de realizar los retoques finales al mueble, es un proceso estándar para todos los muebles, solo varía en la fase del pintado de ser necesario, de acuerdo al requerimiento de los lotes a fabricar o del pedido.

El presente trabajo se va enfocar en la familia de productos “Camarotes” y su flujo productivo sigue las siguientes etapas:

- Compra de materia prima e insumos

Para comenzar con la producción de los muebles, primero se debe contar con la materia prima (madera) e insumos. Se realiza la compra de la materia prima en el Parque Industrial de Villa El Salvador en diferentes madereras, también se realiza la compra de

insumos como selladora, laca, tiner, retardador, cola, clavos, lija, huaipe, ocre, accesorios para los muebles, entre otros. Luego de contar con todas las medidas de la madera que sean necesarias, así como con los insumos, se procede con el traslado a la fábrica localizada en La Victoria.

- Habilitado

La madera viene en bloques de medidas estándares, por lo que es necesario realizar cortes previos para obtener las medidas del mueble a fabricar con la máquina Radial de Mesa y Radial de Mano.

En esta etapa del proceso productivo, se procede a cortar la madera, de modo que se obtengan las medidas aproximadas con las que se trabajará el mueble.

- Cepillado

Luego del habilitado, una vez que la madera ya se encuentra trozada, se procede a enderezarla, es decir, se retira los desperdicios y asperezas para que la madera quede lisa y derecha, de modo que el operario tenga mayor facilidad para trabajar las partes del mueble en el siguiente proceso. La máquina utilizada para dicho proceso es la Garlopa y la Cepilladora.

- Corte

Una vez que la madera se encuentre derecha y libre de asperezas pasa a la máquina Sierra Circular con el objetivo de darle el corte y las medidas exactas al mueble de acuerdo al modelo a producir, se obtiene el largo, el ancho y el espesor de las partes que formarán parte del mueble. Además, se utiliza la Sierra Cinta para darle forma a la madera cortada previamente con la Sierra Circular, esto para proporcionar a la madera formas curvas,

circulares y ovaladas.

- **Espigado**

Posterior al cuadrado de la madera en el proceso anterior, se procede a hacer los huecos con la broca, y luego se realiza el espigado con la Sierra Circular, con la finalidad de que ambas partes (hueco y espiga) encajen con precisión en procesos posteriores.

- **Lijado 1**

En esta etapa del proceso productivo, se procede con el alisado de las partes del mueble con la Lijadora de Disco, de modo que no queden asperezas. Para enseguida, proceder con el armado del mueble.

- **Ensamblado**

Al ya contar con las partes del mueble listas, se procede a ensamblarlas de acuerdo al modelo a fabricar esto con el objetivo de unificar todas las partes. El ensamblado se realiza con cola, clavos y tornillos, se van uniendo y prensando las partes del mueble de manera manual con la prensadora. Luego se deja secar para que quede compacto y así poder continuar con el siguiente proceso.

- **Ruteado**

El ruteado no es un proceso estándar para todos los muebles, sólo se aplica para determinados modelos. Este proceso se utiliza para diseñar figuras en el mueble o hacer determinadas curvas de acuerdo al modelo solicitado, la máquina utilizada en este proceso es la Ruteadora y la Tupi.

- **Lijado 2**

Cuando el mueble ya está ensamblado y ruteado, se procede a dar un último retoque de lijado con la máquina Amoladora para quitarle las asperezas producidas por el ensamblado.

- **Masillado**

Terminado el mueble en blanco (sin pintar) entra al proceso de masillado para rellenar los pequeños espacios vacíos que dejaron los clavos y los tornillos en el proceso de ensamblado, y se lija a mano los puntos masillados.

- **Sellado 1**

Sellado Natural 1: en este proceso se usa la laca selladora para cubrir todo el mueble, siendo esta la primera pasada de selladora para cubrir todos los poros de la madera. Una vez terminada esta primera pasada, se debe esperar tres horas en promedio para recién proceder con el lijado 3.

Sellado Duco 1: En este proceso se realiza la mezcla de la selladora con el talco americano con la finalidad de cubrir los poros de la madera y proporcionar a esta una primera base. Terminado el sellado al duco, se debe esperar tres horas en promedio para proceder con el primer lijado.

- **Lijado 3**

El objetivo de este proceso es quitar la aspereza del mueble dejada por la selladora con una lija fina (N°120) y la Vibradora de Mano para que el mueble vaya quedando mejor acabado.

- **Sellado 2**

Sellado Natural 2: en este proceso se usa la laca selladora para cubrir todo el mueble, siendo esta la segunda pasada de selladora para cubrir la totalidad de la madera con laca. Una vez terminada esta segunda pasada, se debe esperar dos horas en promedio para recién proceder con el lijado 4.

Sellado Duco 2: en este proceso se realiza la mezcla de la selladora con el talco americano con la finalidad de cubrir los poros de la madera y proporcionar a esta una

primera base. Terminado el sellado al duco, se debe esperar dos horas en promedio para proceder con el lijado 4.

- **Lijado 4**

El objetivo de este proceso es quitar la aspereza del mueble dejada por el segundo sellado con una lija fina (N°180) para que el mueble quede bien acabado.

- **Laqueado Natural**

En esta etapa se mezcla la laca brillante con tiner para proceder con el laqueado del mueble con ayuda de la Compresora y darle el acabado final. Este laqueado sólo aplica para el mueble natural, una vez finalizado este laqueado, el mueble pasa a la última actividad del proceso productivo, el armado.

- **Pintado**

En esta etapa se mezcla pintura al duco (de acuerdo al color elegido por el cliente) y tiner para proceder a pintar el mueble con la máquina Compresora. En el caso de que el cliente desee el mueble de diferentes colores, se tiene que empapelar el mueble por partes y pintarlo en el tono solicitado.

- **Laqueado Duco**

Finalmente, se procede con el laqueado duco, este tipo de laqueado sólo aplica para el mueble al duco, se mezcla la laca brillante con el tiner para darle el acabado final con brillo. En el caso, de que se requiera acabado mate, se usa el tiner y el sella mate satinado.

- **Armado**

En esta etapa, ya se cuenta con el mueble terminado, listo para ser presentado. Para proceder con el armado el mueble se necesitan accesorios como ángulos, jaladores, correderas telescópicas, garruchas, pernos, tirafones, tornillos, arandelas, cerrojos y

bisagras. Con estos accesorios, se procede al armado del mueble, dando como resultado el mueble terminado.

2.1.7 Maquinaria

Las máquinas utilizadas por la empresa son diversas, existen máquinas de corte (Radial de mesa, Radial de mano, Sierra Circular), máquinas para lijado (Lijadora de disco, Vibradora de mano, Amoladora), máquinas para diseñar (Sierra cinta, Ruteadora, Tupi), máquinas de cepillado (Garlopa, Cepilladora), máquinas de Pintado (Compresora), máquinas adicionales como el taladro y el atornillador. En la Tabla 15, se mencionarán las máquinas que posee la empresa actualmente y el detalle de cada una de ellas:



Tabla 15

Descripción de la maquinaria.

Máquina/Equipo	Proceso	Cantidad	Antigüedad (años)	Observaciones
Radial de Mesa	Habilitado	1	20	Se utiliza para trozar la madera y tener mayor facilidad para trabajar, es una máquina fija.
Radial de Mano	Habilitado	1	5	Se utiliza para trozar la madera y tener mayor facilidad para trabajar, se puede trasladar.
Sierra Circular	Corte/Espigado	3	20	Utilizada para cortar madera de forma lineal.
Lijadora de Disco	Lijado 1	1	20	Se utiliza para lijar cuando la madera está áspera.
Amoladora	Lijado 2	1	8	Se utiliza para lijar cuando la madera ya se encuentra pulida.
Vibradora de Mano	Lijado 3	2	8	Se utiliza en el último lijado para darle el acabado final con lija N°120.
Sierra Cinta	Corte	1	20	Utilizada para dar forma circular, ovalada y curva a la madera.
Ruteadora	Ruteado	1	8	Esta máquina sirve para rutear y hacer figuras, al ser manual se puede transportar.
Tupi	Ruteado	1	15	Esta máquina sirve para rutear y hacer figuras en serie, es una máquina fija.
Garlopa	Cepillado	2	20	Utilizada para enderezar la madera.
Cepilladora	Cepillado	1	15	Utilizada para dar espesor y limpiar la madera.
Compresora	Laqueado Natural y Duco/Pintado	1	10	Se utiliza para sopletear el mueble.
Prensadora	Ensamblado	10	10	Se utiliza para prensar y armar el mueble.
Taladro	Armado	2	8	Se utiliza para hacer huecos y atornillar el mueble.
Atornillador	Armado	2	8	Se utiliza para colocar los accesorios al mueble.

Nota: Descripción de la maquinaria de la empresa de muebles.

2.1.8 Problemática actual

A continuación, se mencionarán y describirán los problemas que vienen afectando actualmente a la empresa. Se evidencia que en la empresa existen problemas de orden y

limpieza en las diferentes áreas del proceso productivo de los muebles.

Se identificó en el área de Habilitado, la presencia de retazos de madera alrededor del área de trabajo producto de los desperdicios originados por trabajos de cortes anteriores. Lo cual genera que, al momento de realizar un nuevo corte, el operario no pueda movilizarse y pierda tiempo en mover los desperdicios para poder realizar el corte de la madera de forma adecuada, generándose así un cuello de botella en el flujo productivo.

Se elaboró la Figura 15, donde se evidencia lo mencionado:



Figura 15. Área de Habilitado con retazos de madera alrededor.

Se elaboró la Figura 16, en la cual se puede apreciar la materia prima en el suelo, la empresa no cuenta con un área exacta donde pueda almacenar la madera, por lo que esta es colocada en el espacio que quede libre entre las áreas de trabajo. Esto provoca que los trabajadores pasen esquivando la madera para realizar las diferentes operaciones que implica la producción de muebles.



Figura 16. Almacén de materia prima situado entre áreas de trabajo.

Se identificaron retazos de madera y productos en proceso en el área de Corte, como resultado del trozado de la materia prima y del poco espacio para almacenar, respectivamente. Para continuar con el habilitado de las siguientes piezas, el trabajador tiene que mover los desperdicios y productos en proceso hacia otro lado para que pueda operar correctamente y logre realizar los cortes exactos. Lo mencionado se evidencia en la Figura 17 tomada en la empresa, donde se muestra que no hay espacio suficiente para movilizarse y operar de manera correcta.



Figura 17. Zona de corte con retazos de madera y productos en proceso alrededor

Se elaboró la Figura 18, donde se muestran los cables que salen de la máquina Radial, estos se encuentran ubicados en el suelo sin ninguna señalización que muestre a los trabajadores que no deben manipularlos sin las medidas de seguridad necesarias. Asimismo,

los cables al estar sueltos dificultan el tránsito de los trabajadores, impidiendo la continuidad del flujo productivo.



Figura 18. Máquina radial con cables sueltos en mala posición

El área de Corte está ubicada cerca al área de Pintado, en esta última se encuentran los muebles en blanco (ensamblados) en espera para ser pintados y laqueados. Al estar cerca ambas áreas, el polvo, producto de los cortes previos realizados al mueble, interfiere con la pintura aplicada al mismo, provocando así reprocesos en determinados casos para que el producto terminado quede bien acabado y sin partículas en su superficie. Se elaboró la Figura 19, donde se muestra lo indicado.



Figura 19. Trabajador pintando mueble cerca al área de Corte

Se elaboró la Figura 20, donde se observa el área de Lijado, no hay el alumbrado suficiente para que los trabajadores puedan lijar de manera correcta, y logren quitarle todas las asperezas al mueble. Asimismo, se puede notar que es un lugar muy reducido y con poca ventilación para el desarrollo adecuado de esta actividad, no es un lugar con condiciones adecuadas para trabajar.



Figura 20. Zona de lijado no iluminada y con poca ventilación.

En el área de pintado, existe un problema recurrente con los diferentes insumos utilizados en esta etapa del proceso. Se elaboró la Figura 21, donde se muestran los galones de pintura, selladora y laca situados en el suelo, ya que para el pintor es más sencillo tener todos los materiales a su alcance. El problema surge cuando pinta el mueble, se puede tropezar con alguno de los insumos mencionados y sufrir algún accidente o derramar alguno de estos originando pérdida de material.



Figura 21. Insumos situados en diferentes partes del taller sin ningún orden.

Se elaboró la Figura 22, donde se observan las herramientas en diferentes partes del taller, sin ningún orden o código para identificarlos de manera rápida, por este motivo los trabajadores invierten tiempo en buscar cada herramienta o insumo, generando así tiempos muertos innecesarios.



Figura 22. Herramientas situadas en diferentes partes del taller sin códigos de identificación

Se elaboró la Figura 23, donde se observan las conexiones eléctricas con un inadecuado cableado y algunas de ellas se encuentran en mal estado, evidenciando la falta de mantenimiento a las instalaciones, lo cual puede originar cortocircuitos y peligro para las personas que se encuentren trabajando en el taller, así como pérdida de activo fijo.



Figura 23. Conexiones eléctricas sueltas y en mal estado.

2.2 Diagnóstico de la situación actual

Se llevará a cabo el diagnóstico de la situación actual de la empresa a partir del mapeo y selección de procesos, matriz de Comparaciones pareadas y la matriz de Priorización de macroprocesos.

2.2.1 Mapeo y selección de procesos

Con la finalidad de seleccionar el proceso crítico de la empresa, se realizará la evaluación con el Mapa de macroprocesos. Con esta herramienta se evidenciarán los procesos estratégicos, operativos y de apoyo de la empresa, los cuales servirán para identificar el enfoque estratégico de la misma. Se elaboró la Figura 24, donde se muestra el mapa de macroprocesos, elaborado con información proporcionada por la empresa productora de muebles.



Figura 24. Mapa de Macro procesos de empresa de muebles de madera

Este mapa será detallado a continuación:

a. Procesos estratégicos:

Son aquellos que enuncian las estrategias a los demás procesos y actividades:

- **Gestión Financiera:** se encarga de administrar los recursos de la empresa para lograr cubrir los gastos para que esta funcione de manera adecuada.
- **Medición de Satisfacción del cliente:** se realizan encuestas para recabar información de los clientes y evaluarlas con la finalidad de medir el nivel de satisfacción o insatisfacción de los clientes.
- **Gestión del Personal:** planifica y gestiona el desarrollo de los trabajadores para que realicen bien sus funciones.
- **Gestión Comercial:** hace referencia a la promoción de la marca enfocándose en la calidad y el valor agregado de los muebles con la finalidad de llegar a más personas y generar ventas.

b. Procesos Operativos:

Aquellas actividades que realiza la empresa para satisfacer las necesidades de sus clientes.

- **Requerimiento:** se emite la orden de producción de un determinado tipo de mueble.
- **Planificación:** se lleva a cabo el orden en el que se realizará la producción del mueble, así como los insumos y materia prima que se requerirán para proceder de manera correcta.
- **Producción:** se lleva a cabo el flujo productivo establecido para determinado tipo de mueble.
- **Entrega:** se realiza la entrega del mueble al cliente.

c. Procesos de Apoyo:

Son aquellos que complementan los procesos estratégicos y operativos mencionados

anteriormente.

- **Logística:** se enfoca en el abastecimiento de la materia prima e insumos para la producción de los muebles. También se encargan del despacho del mueble hacia el domicilio del cliente, de acuerdo al requerimiento del mismo.
- **Mantenimiento:** cuando se realiza la compra de un mueble, se ofrece el servicio de armado, así como también se dan casos que se realiza el servicio post venta para darle mantenimiento al mueble, como por ejemplo retoques con pintura o laqueado.
- **Administración y Contabilidad:** se encarga de llevar las cuentas de la empresa en orden, de administrar la contabilidad de los ingresos y egresos, así como de los financiamientos que requiere la empresa y su capacidad de endeudamiento de acuerdo a su flujo de caja.
- **Recursos Humanos:** se encarga de la selección y capacitación de los colaboradores, de modo que esta cuente con los mejores talentos para contribuir con la empresa.
- **Infraestructura:** hace referencia al local donde operan y a la tienda donde se realiza la venta al público.
- **Marketing:** se encarga de la publicidad de los productos ofrecidos por el canal comercial, de modo que la empresa tenga mayor alcance, considerando como primer eje el foco en el cliente.

Con la finalidad de llevar a cabo una gestión adecuada de la empresa, esta ha establecido sus objetivos estratégicos a nivel financiero, de clientes y de procesos, los cuales se presentan en la Tabla 16. Los procesos mencionados anteriormente se relacionarán con los objetivos planteados por la empresa, esto con el propósito de obtener

el macroproceso más crítico.

Tabla 16

Objetivos de planeación estratégica.

NIVEL FINANCIERO	- Incremento del margen financiero - Reducción de costos
NIVEL CLIENTES	- Mejorar el nivel de calidad de los productos de calidad - Generar productos diferenciados - Incrementar la participación de mercado
NIVEL PROCESOS	- Crear flujo continuo de los procesos - Mejorar la calidad de los procesos - Incrementar la productividad
NIVEL APRENDIZAJE	- Mejorar la interacción entre las diferentes áreas de la empresa - Incrementar la cultura de participación de los colaboradores

Nota: La tabla expone los objetivos de planeación estratégica. Elaboración de la autora, 2023.

El proceso crítico se obtendrá de la Matriz de Priorización mostrada en la Figura 26 para esto se realizará el análisis respectivo en base a la Tabla 17 y Figura 25, basado en este análisis se seleccionará el macro proceso con mayor ponderación.

Tabla 17 Cuadro de puntajes para asignación de impactos

Cuadro de puntajes para asignación de impactos.

Tipos de impacto	Puntaje
Alto impacto	5
Impacto medio	3
Bajo impacto	1

Nota: La tabla expone el cuadro de puntajes para asignación de impactos.

Se elaboró la Figura 25, la cual muestra la comparación de pares de los objetivos estratégicos planteados por la empresa, tomando en cuenta los puntajes de la Tabla 18. Esta comparación se realiza con la finalidad de definir el nivel de importancia de cada objetivo estratégico.

Las puntuaciones otorgadas en la matriz de comparaciones pareadas fueron dadas en base a lo conversado con el gerente general de la empresa respecto a los datos del año 2019.

Cabe resaltar que la Tabla 18 muestra el impacto de cada objetivo en cada macro proceso.

Tabla 18

Cuadro de puntajes para la asignación de impactos.

Intensidad	Definición
1	Igual importancia
2	Importancia leve
3 y 4	Valores intermedios
5	Gran importancia
6	Extrema importancia

Nota: La tabla expone el cuadro de puntajes para la asignación de impactos.

Luego de asignar los pesos correspondientes a los objetivos estratégicos en la Figura 25, se evidencia que el incremento del margen financiero es el objetivo con mayor relevancia con el peso de 17%, seguido por la reducción de costos con un peso de 16%.

Objetivo Estratégicos	Incremento del margen financiero	Reducción de costos	Mejorar el nivel de calidad de los productos	Generar productos diferenciados	Incrementar la participación de mercado	Crear flujo continuo de los procesos	Mejorar la calidad de los procesos	Incrementar la productividad	Mejorar la interacción entre las diferentes áreas de la empresa	Incrementar la cultura de participación de los colaboradores	Puntaje	Porcentaje
Incremento del margen financiero		1	3	5	1	4	3	3	4	5	30	17%
Reducción de costos	1		3	4	2	3	3	2	4	5	28	16%
Mejorar el nivel de calidad de los productos	0.33333	0.33333		2	0.25	0.33333	1	0.2	5	3	13.45	8%
Generar productos diferenciados	0.2	0.25	0.5		0.5	0.25	0.25	0.2	2	0.33333	5.48333	3%
Incrementar la participación de mercado	1	0.5	4	2		5	3	1	4	5	26.5	15%
Crear flujo continuo de los procesos	0.25	0.33333	3	4	0.2		2	1	3	4	18.7833	11%
Mejorar la calidad de los procesos	0.33333	0.33333	1	4	0.33333	0.5		0.5	4	5	17	10%
Incrementar la productividad	0.33333	0.5	5	5	1	1	2		3	4	22.8333	13%
Mejorar la interacción entre las diferentes áreas de la empresa	0.25	0.25	0.2	0.5	0.25	0.33333	0.25	0.33333		2	5.36667	3%
Incrementar la cultura de participación de los colaboradores	0.2	0.2	0.33333	3	0.2	0.25	0.2	0.25	0.5		6.13333	4%
											173.55	100%

Figura 25. Matriz de comparaciones pareadas de objetivos

Los pesos obtenidos en la Matriz de Comparaciones pareadas serán utilizados en la Figura 26, ya que se deben relacionar los objetivos estratégicos con los macro procesos de la empresa con la finalidad de obtener el macro proceso más crítico. En la Figura 26, se muestra la Matriz de Priorización, donde se puede apreciar que Producción es el macro proceso que obtuvo el mayor ponderado, por lo que es el más crítico y por ende el que se debe trabajar con mayor esfuerzo.

Macroprocesos	Nivel de importancia	Gestión Financiera	Medición de Satisfacción del cliente	Gestión del personal	Gestión Comercial	Requerimiento	Planificación	Producción	Entrega	Logística	Mantenimiento	Administración y Contabilidad	Recursos Humanos	Infraestructura	Marketing
Objetivos Estratégicos	Puntaje														
Incremento del margen financiero	17%	5			5		1	5		3		3			
Reducción de costos	16%	3					1	5		5	1	3			
Mejorar el nivel de calidad de los productos	8%			3			1	5		5	1			1	
Generar productos diferenciados	3%	3	1	1		1		5		3					
Incrementar la participación de mercado	15%		1		5	1		3		3					5
Crear flujo continuo de los procesos	11%			1		1	3	5						5	
Mejorar la calidad de los procesos	10%			1			1	5		1	1			1	
Incrementar la productividad	13%			5			3	5		5	3			1	
Mejorar la interacción entre las diferentes áreas de la empresa	3%			5									5	1	
Incrementar la cultura de participación de los colaboradores	4%			5					1				5		
Total ponderado		1.443	0.184	1.459	1.628	0.293	1.229	4.363	0.035	3.021	0.731	1.003	0.331	0.879	0.763

Figura 26. Matriz de priorización de macro procesos

Por ello, se elaboró la Figura 27, la cual muestra el Diagrama de Flujo del proceso crítico de la empresa

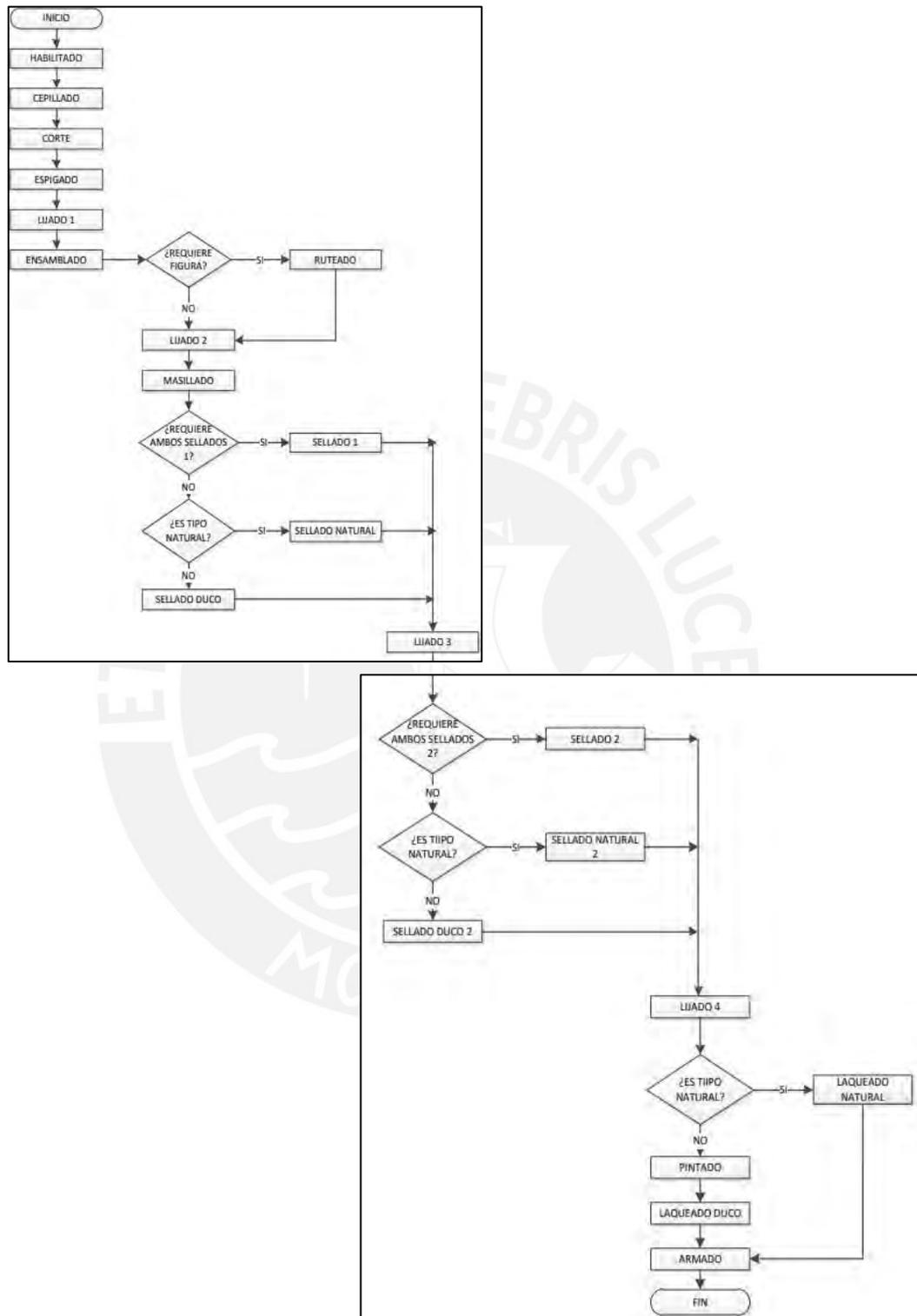


Figura 27. Diagrama del Flujo productivo de muebles

Se elaboró la Figura 28, donde se muestra la Matriz de comparaciones pareadas de los factores que el cliente valora de la empresa, esta matriz ayudará a relacionar los factores valorados por el cliente con los sub procesos y obtener un análisis valioso, de modo que la empresa se enfoque en aquellos sub procesos más críticos, ya que mejorándolos el cliente obtendrá mayor beneficio.

	Corto tiempo de entrega de muebles a pedido	Tipo de madera utilizada	Buen acabado de los muebles	Productos de calidad	Servicio de entrega correcto	Total	Porcentaje
Corto tiempo de entrega de muebles a pedido		0.333333333	0.333333333	0.333333333	1	3	8%
Tipo de madera utilizada	3		1	1	5	11	28%
Buen acabado de los muebles	3	1		1	5	11	28%
Productos de calidad	3	1	1		5	11	28%
Servicio de entrega correcto	1	0.2	0.2	0.2		2.6	7%
						38.6	100%

Figura 28. Matriz de comparaciones pareadas.

Finalmente, se elaboró la Figura 29, en la cual se puede notar que los sub procesos críticos son el Acabado, este cuenta con mayor puntaje (2.4) y el segundo proceso crítico es el Ensamblado (2.2). Estos procesos se deben priorizar con el objetivo de mejorarlos y brindarle valor agregado a lo requerido por el cliente.

Valor para el cliente	Factores de evaluación					Totales
	Corto tiempo de entrega de muebles a pedido	Tipo de madera utilizada	Buen acabado de los muebles	Productos de calidad	Servicio de entrega correcto	
Alta oportunidad de mejora=5, Media oportunidad de mejora=3, Baja oportunidad de mejora= 2, No presenta condiciones para mejora= 1	8%	28%	28%	28%	7%	
Habilitado y cepillado	2	1	1	1	1	1.078
Corte y espigado	1	1	1	2	1	1.285
Ruteado	2	1	1	1	1	1.078
Lijado y masillado	5	1	2	1	1	1.596
Ensamblado	3	1	3	3	1	2.295
Acabado	5	1	3	3	1	2.451
Armado	1	1	1	1	1	1

Figura 29. Matriz de priorización de Sub - procesos

Se elaboró la Figura 30 y 31, las cuales muestran el diagrama de flujo de los sub procesos críticos Acabado y Ensamblado obtenidos de la Matriz de priorización de Sub procesos.

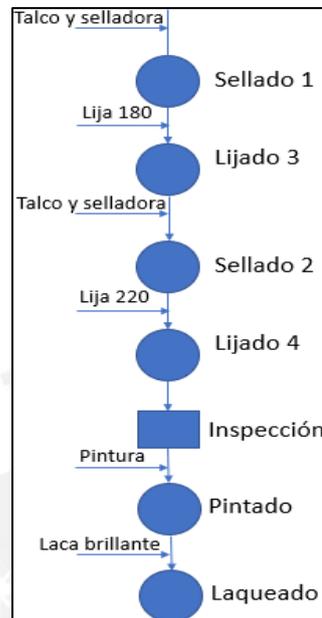


Figura 30. Diagrama de Acabado

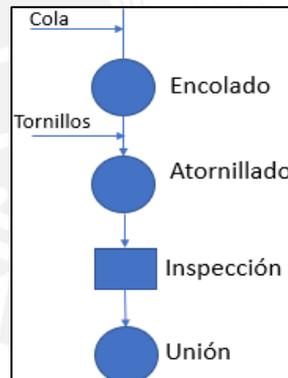


Figura 31. Diagrama de Ensamblado

2.2.2 Gestión de Indicadores

Según la información proporcionada por la Gerencia General de la empresa, se elaboraron diferentes indicadores que forman parte del flujo productivo de muebles, realizando este estudio con la finalidad de tener mapeada cuál es la situación actual de los diferentes procesos que forman parte del flujo de producción. En la Tabla 19, se mostrarán

los subprocesos que forman parte del macroproceso crítico (Producción) obtenido anteriormente.

Tabla 19

Subprocesos del macroproceso de Producción.

N.º	Subprocesos
1	Habilitado y cepillado
2	Corte y espigado
3	Ruteado
4	Lijado y masillado
5	Ensamblado
6	Acabado
7	Armado

Nota: La tabla expone los subprocesos del macroproceso de producción.

En la Figura 32, se mostrará la Matriz de Indicadores, la misma que se analizó junto con las fichas de cada indicador, dando como resultado los principales problemas del flujo productivo de muebles, los mismos que se relacionan con las actividades Habilitado y cepillado, Corte y Espigado, Ruteado, Ensamblado y Acabado.

Cabe resaltar que, para proceder con la semaforización, se tomó en cuenta la variación porcentual entre la meta 2020 y lo real, se consideró para valores menores del 20% asignar el color verde, para valores mayores al 20% y menores a 45% asignar el color ámbar y para valores mayores a 45% asignar el color rojo.

Es importante indicar que, del total de indicadores, 11 de ellos presentan la semaforización roja, lo cual indica que las actividades relacionadas a estos indicadores presentan prioridad para ser mejoradas.

Actividad	Intención	Indicador	Fórmula	Meta Indicador 2020	Meta Indicador 2020	Semaforización	Indicador promedio
Habilitado y cepillado	El habilitado y cepillado son unas de las primeras actividades para comenzar con el proceso productivo, el habilitado consiste en cortar la madera para obtener las medidas aproximadas con las que se trabajará el mueble. Luego del habilitado, se procede a realizar el Cepillado, el cual consiste en enderezar la madera, se retiran los desperdicios y asperezas para que esta quede lisa y derecha.	Eficiencia en el habilitado de un mueble	Mínutos promedio en el habilitado/mueble	51.5 minutos/mueble	51.50	●	75.22 minutos/mueble
		Eficiencia en el cepillado de un mueble	Mínutos promedio en el cepillado/mueble	40 minutos/mueble	40.00	●	62 minutos/mueble
Corte y espigado	El corte se realiza con la máquina Sierra Circular para obtener las medidas exactas del mueble de acuerdo al modelo a producir, se obtiene el largo, el ancho y el espesor de las partes que formarán parte del mueble.	Calidad de corte	$\frac{\sum \text{Cortes errados totales}}{\sum \text{Cortes totales por mes}}$	1.5%	1.50	●	2.57%
		Eficiencia en el cortado de un mueble	Mínutos promedio de corte/mueble	56 minutos/mueble	56.00	●	66.12 minutos/mueble
	El Espigado consiste en hacer los huecos con la broca, y luego se realiza el espigado con la Sierra Circular, con la finalidad de que ambas partes (hueco y espigo) encajen con precisión en procesos posteriores.	Calidad de espigado	$\frac{\sum \text{espigos errados totales}}{\sum \text{Espigos totales por mes}}$	1.00%	1.00	●	1.57%
		Eficiencia en el espigado de un mueble	Mínutos promedio de espigado/mueble	44 minutos/mueble	44.00	●	52.06 minutos/mueble
Ruteado	Proceso utilizado para realizar diseños en el mueble o hacer determinadas curvas de acuerdo al modelo requerido. No es un proceso estándar para todos los muebles, solo se utiliza en determinados modelos.	Eficiencia en el ruteado de un mueble	Mínutos promedio en el ruteado/mueble	25 minutos/mueble	25.00	●	34.98 minutos/mueble
	Al realizar los ruteos a las tablas de madera, producto del mal ajuste de la máquina y la cuchilla poco afilada, la madera se desliza y no se realice el ruteo correctamente.	Calidad del ruteado	$\frac{\sum \text{Ruteos errados totales}}{\sum \text{Ruteos totales por mes}}$	5%	5.00	●	7.43%
Lijado y masillado	El lijado se realiza 4 veces, el primero hace referencia al alisado de las piezas del mueble con Lijadora de Disco para eliminar las asperezas. Cuando el mueble ya está ensamblado y ruteado, se realiza el Lijado 2 que consiste en retocar el mueble con la máquina Amoladora para eliminar las asperezas producidas por el ensamblado.	Eficiencia en el lijado de un mueble	Horas promedio de lijado/mueble	3.5 H.H/mueble	3.50	●	3.89 H.H/mueble
	Posteriormente, se realiza el masillado para rellenar los pequeños espacios vacíos que dejaron los clavos y tornillos durante el ensamblado, luego se deja secar el mueble masillado y una vez seco, se lija a mano los puntos masillados. Después, se lleva a cabo el lijado 3 y 4 con lija fina (N°120 y 180) y la Vibradora de Mano para eliminar las asperezas del mueble dejada por la selladora y se logre un buen acabado.	Tiempo de espera promedio de un mueble masillado	Mínutos de espera promedio en el masillado/mueble	50 minutos/mueble	50.00	●	60.1 minutos/mueble
Ensamblado	Este proceso consiste en unificar todas las partes que forman parte del mueble, las mismas que fueron previamente trabajadas de acuerdo al modelo requerido. El ensamblado se realiza con cola, clavos y tornillos.	Eficiencia en el ensamblado de un mueble	Mínutos promedio de ensamblado/mueble	134 minutos/mueble	134.00	●	195 horas/mueble

Figura 32. Matriz de indicadores/ Indicadores del Área de Producción

Actividad	Intención	Indicador	Fórmula	Meta Indicador 2020	Meta Indicador 2020	Semaforización	Indicador promedio
Acabado	<p>El sellado consiste en cubrir todo el mueble con laca selladora (mueble natural) y con talco(mueble duco), se llevan a cabo 2 sellados, el primero para cubrir todos los poros de la madera y en el segundo sellado se usa laca para cubrir todo el mueble de manera uniforme.</p> <p>Para el Laqueado Natural se mezcla laca brillante con tiner para proceder con el laqueado del mueble con la Compresora, el objetivo es darle el acabado final, este es el último paso para un mueble natural.</p> <p>Para un mueble al duco, se procede con el Pintado, para el cual se mezcla la pintura al duco y tiner para proceder a pintar el mueble con la máquina Compresora.</p>	Eficiencia en el sellado de un mueble	Minutos promedio de sellado/mueble	148 minutos/mueble	148.00	●	215 minutos/mueble
		Eficiencia en el pintado de un mueble	Minutos promedio de pintado/mueble	4 H.H/mueble	4.00	●	4.97 H.H/mueble
		Eficiencia en el laqueado de un mueble	Minutos promedio de laqueado/mueble	62 minutos/mueble	62.00	●	90 min/mueble
		Tiempo de espera promedio de un mueble sellado	Minutos de espera promedio en el Sellado/mueble	15 minutos/mueble	15.00	●	19.93 minutos/mueble
		Tiempo de espera promedio de un mueble pintado	Minutos de espera promedio en el Pintado/mueble	26 minutos/mueble	26.00	●	29.95 minutos/mueble
		Tiempo de espera promedio de un mueble laqueado	Minutos de espera promedio en el Laqueado/mueble	20 minutos/mueble	20.00	●	24.9 minutos/mueble
		Eficiencia en la preparación de insumos de acabado	Minutos promedio de preparación de insumos/mueble	15 minutos/mueble	15.00	●	33.69 minutos/mueble
		Eficiencia del recurso pintura	$\frac{\sum \text{galones de pintura utilizados}}{\sum \text{Número de muebles}}$	1 galón/mueble	1.00	●	1.52 galones /mueble
		Eficiencia del recurso laca	$\frac{\sum \text{galones de laca utilizados}}{\sum \text{Número de muebles}}$	0.3 galones/mueble	0.30	●	0.32 galones /mueble
		Eficiencia del recurso tiner	$\frac{\sum \text{galones de tiner utilizados}}{\sum \text{Número de muebles}}$	2.5 galones/mueble	2.50	●	5.14 galones/mueble
Armado	Consiste en presentar el mueble, para ello se necesitan accesorios (ángulos, jaladores, correderas telescópicas, garuchas, pernos, etc). Con estos accesorios, se procede al armado del mueble, dando como resultado el mueble terminado.	Eficiencia en el armado de un mueble	Horas promedio de armado/mueble	3.2 H.H/mueble	3.20	●	3.72 H.H/mueble

Figura 32. Matriz de indicadores/ Indicadores del Área de Producción

Se elaboraron fichas indicador relacionadas a los subprocesos, se realizará la descripción de los indicadores relacionados a los subprocesos críticos. Los demás indicadores se muestran en el **Anexo A** tomados de las Bases de Producción de la empresa.

Se elaboró la Figura 33, la cual muestra el indicador “Eficiencia en el proceso de Laqueado”, el cual muestra el flujo que siguen los tiempos de laqueado durante el año 2019, el indicador promedio asciende a 89,8 minutos/mueble, es un tiempo elevado para completar el laqueado de un mueble. Los tiempos son altos, ya que un solo trabajador se encarga de laquear las diferentes tablas de madera, las mismas que son de largas dimensiones, dificultando su traslado y manipulación en el área de trabajo. Además, el problema se intensifica, producto del poco espacio para realizar esta actividad, ocasionando así inevitablemente los tiempos altos de laqueado y la demora para pasar a la siguiente estación. Cabe resaltar, que el tiempo óptimo fijado por la Gerencia General es de 62 min/mueble, con el objetivo de no retrasar el flujo productivo de un mueble y lograr las entregas a los clientes en el tiempo adecuado.

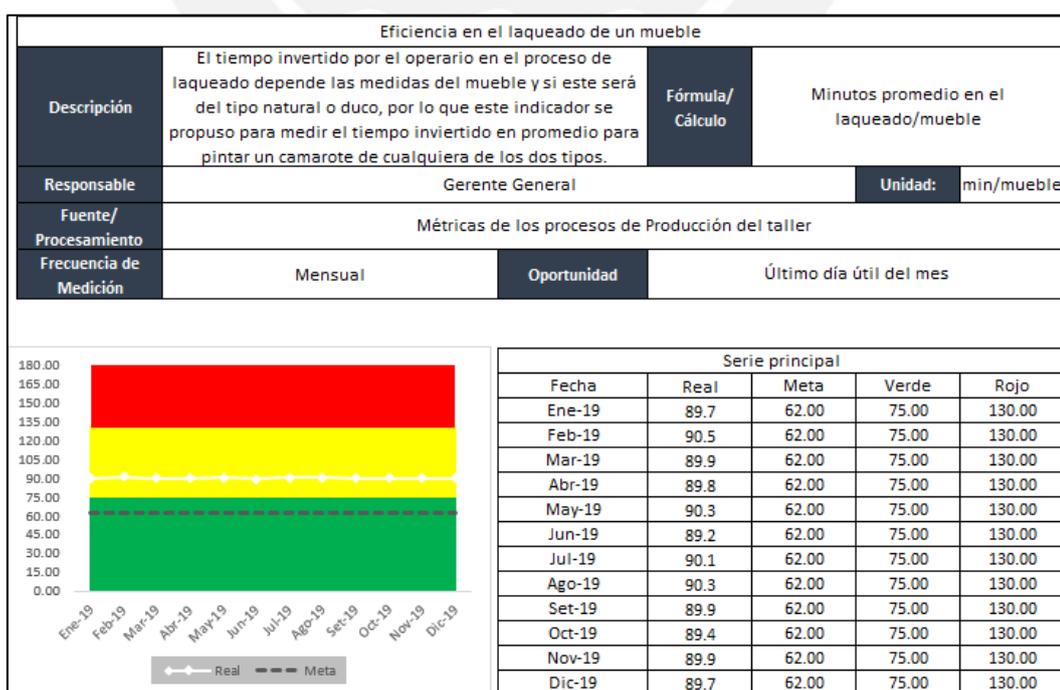


Figura 33. Eficiencia en el laqueado de un mueble

Se elaboró la Figura 34, la cual muestra el indicador “Eficiencia en el sellado de un mueble”, que muestra el tiempo de duración del subproceso de Sellado, se cuenta con un indicador promedio de 215,7 minutos/mueble, el cual es muy elevado producto del lugar no acondicionado para que el trabajador proceda con el sellado de las piezas del mueble, actualmente el trabajador debe adecuarse al espacio proporcionado y sostener manualmente las piezas del mueble mientras procede con el sellado. Asimismo, se utiliza mayor cantidad de selladora de la necesaria, esta mala práctica la realizan, ya que no se lleva un control adecuado de la cantidad de selladora que se requiere para cada modelo de mueble, considerando los factores como el tamaño del mueble y el acabado que se requiera. El trabajador debe ir a comprar la selladora faltante produciendo que el tiempo de sellado se dilate, al culminar el sellado se tiene la mala práctica de dejar los galones de selladora en la zona de trabajo.

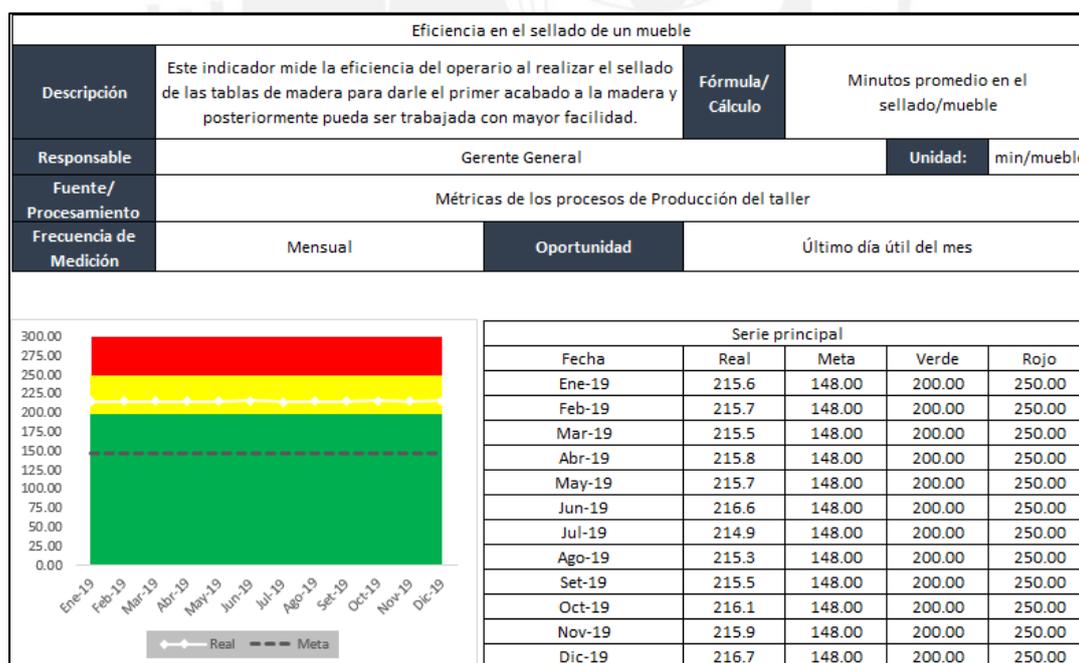


Figura 34. Eficiencia en el sellado de un mueble

Es importante la mejora de este indicador, ya que no se han tomado medidas correctivas para mejorar la distribución del lugar y tampoco para levantar estas malas

prácticas empleadas. Según la Gerencia General, la meta es de 148 minutos/mueble, este valor permitirá mejorar los costos productivos y ser eficiente en el sellado.

Se elaboró la Figura 35, la cual muestra el indicador “Eficiencia en el ensamblado de un mueble”, este indicador mantiene un comportamiento regular, es decir, los tiempos de dicha operación durante el año 2019 siguen una tendencia casi constante, esto dado que los problemas que originan retrasos al momento de realizar los respectivos ensambles para formar el producto final unificado no han sido solucionados y se mantienen las malas prácticas en el lugar de trabajo. Es importante mencionar que para el ensamble se requiere una zona de trabajo despejada de objetos que perjudiquen el correcto flujo continuo, así como una zona acondicionada para manipular las piezas a unificar.

Actualmente, existe una brecha alta entre el indicador promedio de ensamblado es de 195 minutos/mueble con respecto a la meta fijada por la Gerencia General de 134 minutos/mueble. Para lograr la meta fijada se tendrían que solucionar la falta de orden en el lugar de trabajo, ya que los insumos utilizados para proceder con el Ensamblado se encuentran en diferentes partes del taller. Asimismo, el otro problema presentado es la falta de señalización de los instrumentos a utilizar, lo cual no permite que los operarios se desempeñen con la eficiencia correcta, ya que tienen que invertir tiempo en la búsqueda de los materiales e instrumentos mencionados.

Estos problemas no se han venido solucionado y se continúa trabajando de esta forma, lo cual se evidencia en el flujo constante del indicador en el tiempo.

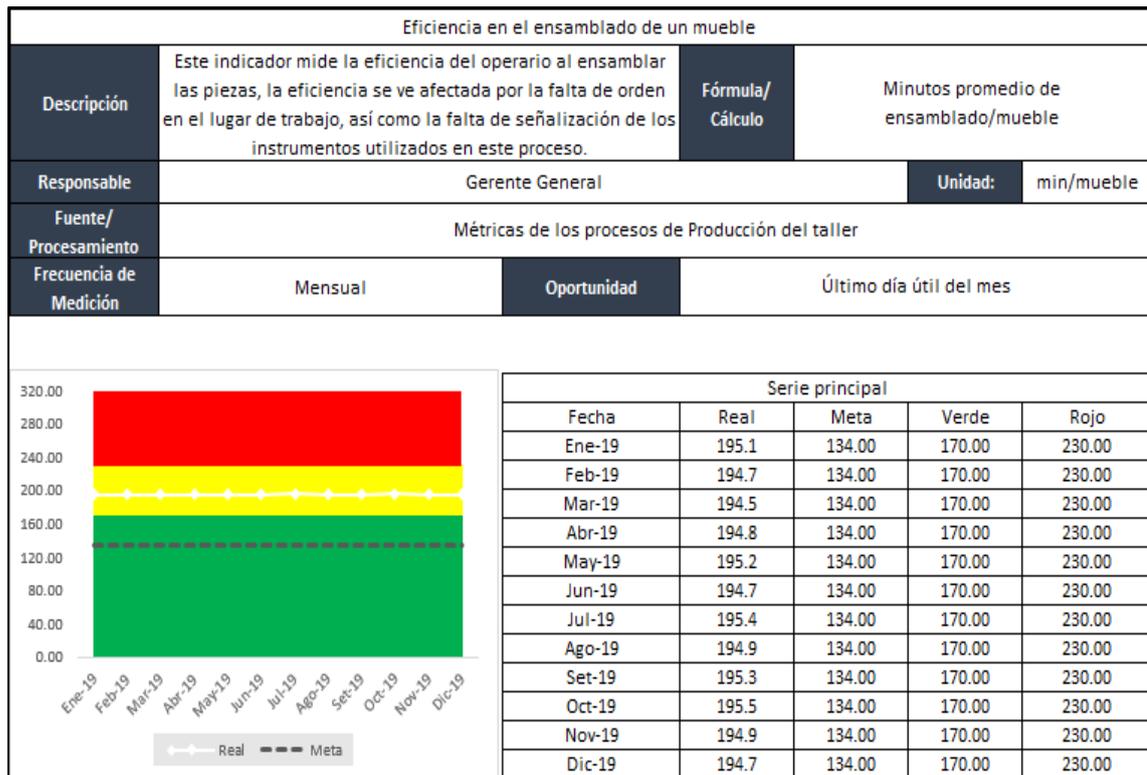


Figura 35. Eficiencia en el ensamblado de un mueble

En la Tabla 20, se muestra la identificación de problemas por actividad e indicador. A continuación, se detallarán los problemas identificados de acuerdo a los puntajes más críticos obtenidos de la Figura 32, Matriz de Indicadores, ya que es importante tener identificados los problemas para poder solucionarlos.

Tabla 20

Identificación de problemas provenientes de los indicadores de urgencia.

Actividad	Indicador	Problema identificado
Habilitado y cepillado	Eficiencia de horas hombre en el habilitado de un mueble	<p>Al realizar el habilitado de las tablas de madera, el trabajador debe llevar las tablas del almacén de materia prima hacia el área de Habilitado y tiene que movilizarse por pasadizos interrumpidos por desperdicios o producto en proceso. Asimismo, cabe indicar que en el área de Habilitado hay restos de madera que no le permite al trabajador movilizarse para realizar los cortes, por lo mencionado, el trabajador no logra ser eficiente.</p>
	Eficiencia de horas hombre en el cepillado de un mueble	<p>Las tablas trabajadas en el Habilitado deben pasar al área de Cepillado, por lo que el trabajador debe trasladar las tablas de manera manual y cruza por el área de Diseño y el almacén de materia prima, lo cual genera que el trabajador invierta mayor tiempo en traslado que podría ser utilizado en el cepillado de las tablas de madera. Asimismo, una vez en el área de Ensamblado, el trabajador limpia la zona de trabajo, ya que producto de cepillados anteriores, la máquina se llena de viruta dificultando que se realice la operación de manera más rápida.</p>
Corte y espigado	Calidad de corte	<p>Para fabricar los muebles, se realizan cortes de acuerdo a la medida del mueble que se desea producir, estas deben de ser exactas para que el producto final cumpla con las especificaciones requeridas. Existen oportunidades donde el operario no calcula de manera adecuada las medidas del mueble y realiza cortes errados, generando reprocesos y pérdida de materia prima, en algunos casos. Este error de corte se da principalmente en muebles a pedido.</p>
	Calidad de espigado	<p>Los espigos errados se producen por dos razones, la primera es porque la máquina con la que se realiza el espigado no fue calibrada correctamente antes de iniciar el proceso y tiene como resultado un espigo con medidas no adecuadas, en la mayoría de los casos las medidas son menores. Y la segunda razón es por error humano, el operario maniobra mal la máquina y corta la madera haciéndola más delgada de lo que se requiere.</p>

<p>Ensamblado</p>	<p>Eficiencia de horas hombre en el ensamblado de un mueble</p>	<p>Al unificar todas las partes del mueble se requieren de insumos como clavos, cola y tornillos; los mismos que se encuentran dispersos en diferentes estaciones del taller, lo cual origina que el trabajador deba trasladarse a buscar dichos insumos originando que el proceso de Ensamblado de prolongue más tiempo. Asimismo, para el ensamblado se requiere instrumentos, los mismos que no se encuentran en un determinado sitio y sin etiquetado para su identificación, por lo que, al momento de llevar a cabo el ensamble, los trabajadores deben de buscar en el taller lo requerido, desperdiciando el tiempo, en lugar de llevar a cabo el proceso en sí.</p>
<p>Sellado, pintado y laqueado</p>	<p>Eficiencia de horas hombre en el sellado de un mueble</p>	<p>El sellado es un proceso que se aplica para todos los muebles, el trabajador prepara la mezcla de tiner con selladora, por lo que debe de buscar dichos insumos en el taller, dado que no tienen una ubicación exacta, generando así que el sellado del mueble dure más tiempo del que debería. Cabe indicar que, para completar el sellado de un mueble, generalmente faltan insumos y el trabajador se dirige a la ferretería a comprar los materiales para continuar con la actividad de Sellado, estos tiempos invertidos en la compra de insumos faltantes generan que el trabajador no pueda ser totalmente eficiente.</p>
	<p>Eficiencia de horas hombre en el laqueado de un mueble</p>	<p>El proceso de laqueado al igual que el sellado aplica para todos los muebles. El área destinada para el laqueado no es lo suficientemente amplia para llevar a cabo esta actividad, el trabajador no puede movilizarse libremente para laquear las piezas del mueble, generando que se invierta un tiempo mayor del que se debería. Asimismo, al terminar de laquear una pieza del mueble, el trabajador coloca en la pared la pieza trabajada y al ser el espacio reducido, debe acomodar todas las piezas terminadas de laquear una contigua de otra y buscar el espacio le genera retraso.</p>

	<p>Eficiencia de horas hombre en la preparación de insumos de acabado</p>	<p>El sellado, laqueado y pintado son actividades de acabado, para proceder con estas, es necesario que el operario cuente con insumos preparados, esta preparación demanda mayor tiempo del que debería, ya que los insumos se encuentran ubicados en diferentes lugares del taller, no se cuenta con un orden adecuado, por lo que para realizar la mezcla de tiner, selladora, laca, ocre y pintura es difícil ubicar los materiales. También, se dan casos en los que falta algún insumo para la mezcla y el operario se dirige a comprarlo, generando así demoras en la preparación de insumos, lo cual afecta al flujo productivo.</p>
	<p>Eficiencia del recurso tiner</p>	<p>El tiner es uno de los insumos que se utiliza en mayor medida para las actividades de acabado, el problema se genera cuando los trabajadores utilizan mayor cantidad de la que requieren, haciendo mal uso del material y no siendo eficientes, incurriendo así en costos más altos. Esto se produce porque no se lleva un control adecuado de los galones de tiner requeridos por cada modelo de mueble.</p>
	<p>Eficiencia del recurso pintura</p>	<p>La pintura es uno de los insumos utilizados para darle color a la madera para la obtención de un mueble al duco. Se procede con el pintado con ayuda de la máquina Compresora. El problema que se presenta durante el Pintado es que el pintor utiliza mayor cantidad de este insumo del que debería, lo cual ocurre ya que los galones de pintura se encuentran a libre disposición del trabajador sin ningún control.</p>
<p>Armado</p>	<p>Eficiencia de horas hombre en el armado</p>	<p>El armado consiste en presentar el mueble, para ello se necesitan accesorios (ángulos, jaladores, correderas telescópicas, garuchas, pernos, etc). Con estos accesorios, se procede al armado del mueble, dando como resultado el mueble terminado.</p>

Nota: La tabla expone la identificación de problemas y su descripción

2.2.3 Priorización y selección de problemas

Con la finalidad de realizar un análisis más detallado de los problemas críticos mencionados en la Tabla 21, se realizará el coste de cada uno de ellos para dar a conocer cuál es el costo incurrido por cada problema durante el año 2019. Es importante resaltar que se realizó el costeo en base a la remuneración de los trabajadores, de las pérdidas

generadas por la no producción de una determinada cantidad de muebles y costos por pérdida de materia prima.

Tabla 21

Costo por retrasos y errores en la producción.

Problema	Impacto Económico (S/)	Frecuencia	% Acumulado
a. Ineficiencia en el proceso de Laqueado, ya que la zona de trabajo no es lo suficientemente amplia y el trabajador no puede movilizarse libremente. Asimismo, al ser el espacio reducido, se invierte tiempo en acomodar las piezas terminadas en un espacio reducido.	64 047,00	25,03%	25,03%
b. Ineficiencia en el proceso de Sellado, ya que el trabajador busca insumos en el taller porque no cuentan con ubicación exacta. Asimismo, debido a la falta de insumos durante el laqueado, el trabajador invierte tiempo al dirigirse a la ferretería a comprar insumos faltantes.	60 568,00	23,67%	48,70%
c. Ineficiencia en el proceso de ensamblado producto de la falta de orden de los insumos e instrumentos utilizados en esta actividad, así como la falta de etiquetado para la identificación de estos últimos.	57 120,00	22,32%	71,02%
d. Ineficiencia en el proceso de Cepillado, debido al traslado de las tablas de manera manual y el cruce por diferentes áreas. Asimismo, el cepillado se retrasa porque el trabajador limpia la zona de trabajo antes de proceder, ya que producto de cepillados anteriores la máquina queda llena de viruta.	25 080,00	9,80%	80,83%
e. Ineficiencia en el uso del recurso tiner por falta de control adecuado de los galones de tiner requeridos por cada modelo de mueble.	20 090,00	7,85%	88,68%
f. Ineficiencia en el proceso de Habilitado, ya que el trabajador traslada de manera manual las tablas del almacén de materia prima hacia el área de Habilitado y tiene que movilizarse por pasadizos con desperdicios o producto en proceso. Asimismo, en la zona de trabajo, hay restos de madera que dificultan la operación.	14 403,32	5,63%	94,31%

g. Cortes errados producto del mal cálculo de las medidas del mueble por parte del operario produciendo reprocesos y pérdida de materia prima, en algunos casos. Se da principalmente en muebles a pedido.	4 319,53	1,69%	95,99%
h. El problema que se presenta durante el Pintado es que el pintor utiliza mayor cantidad de este insumo del que debería, lo cual ocurre ya que los galones de pintura se encuentran a libre disposición del trabajador sin ningún control.	4 180,00	1,63%	97,63%
i. Ruteos errados producto del mal ajuste de la máquina y la cuchilla poco afilada, lo cual produce que la madera se deslice y no se realice el ruteo correctamente.	3 514,22	1,37%	99,00%
j. Espigos errados producto de la mala calibración de la máquina con la que se realiza el espigado y por error humano, dejando como resultado un espigo con medidas inadecuadas.	1 882,60	0,74%	99,74%
k. Tiempo elevado de preparación de insumos para las actividades de acabado, ya que no se cuenta con un orden adecuado generando demoras en ubicar los materiales y afectando al flujo productivo.	672,78	0,26%	100,00%
TOTAL	255 877,46		

Nota: La tabla expone el costo de cada problema de la línea productiva.

Se elaboró la Figura 36, donde se muestran los 4 problemas que representan el 80,83% de los costos son el “Ineficiencia en el proceso de Laqueado”, la “Ineficiencia en el proceso de Sellado”, la “Ineficiencia en el proceso de Ensamblado”, así como la “Ineficiencia en el proceso de Cepillado”, los mismos que se analizarán posteriormente para la identificación de las causas que los originan, con la finalidad de encontrar soluciones

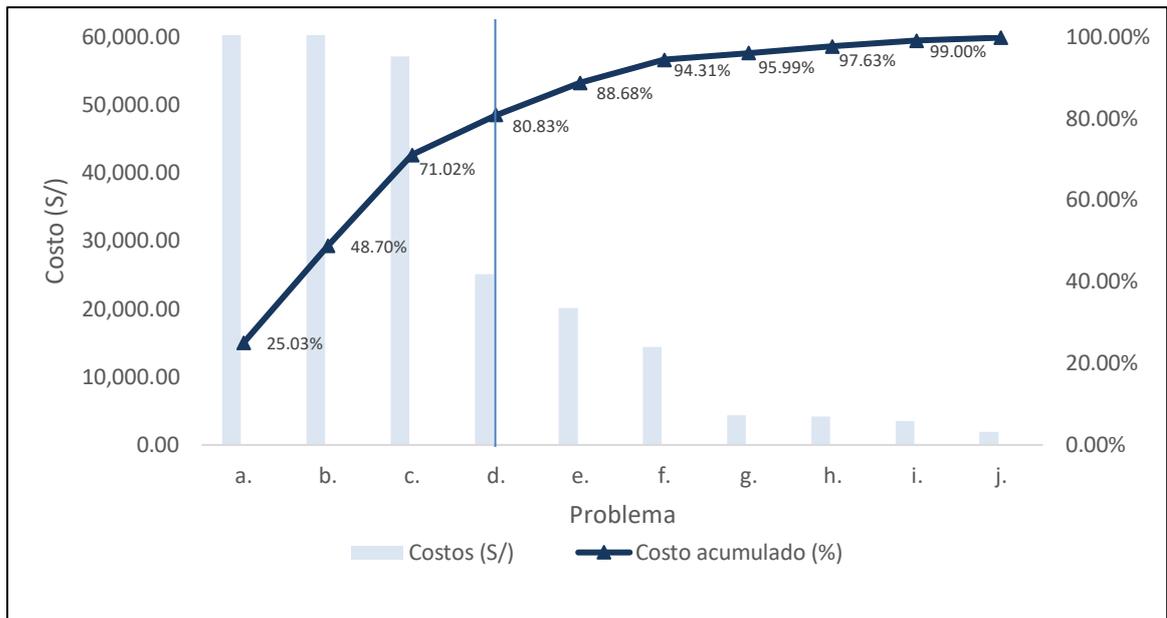


Figura 36. Diagrama de Pareto de costos

2.2.4 Análisis de Causas

Para el análisis de los problemas se utilizará el diagrama de Ishikawa, será aplicado a los 4 problemas principales que representan el 80% de los costos, los problemas a analizar son la ineficiencia en el proceso de Laqueado, Sellado, Ensamblado y Cepillado.

Se elaboró la Figura 37, Figura 38, Figura 39 y Figura 40, las cuales muestran los Diagramas de Ishikawa de los problemas de “Ineficiencia en el proceso de Laqueado”, “Ineficiencia en el proceso de Sellado”, “Ineficiencia en el proceso de Ensamblado” y la “Ineficiencia en el proceso de Cepillado” respectivamente.

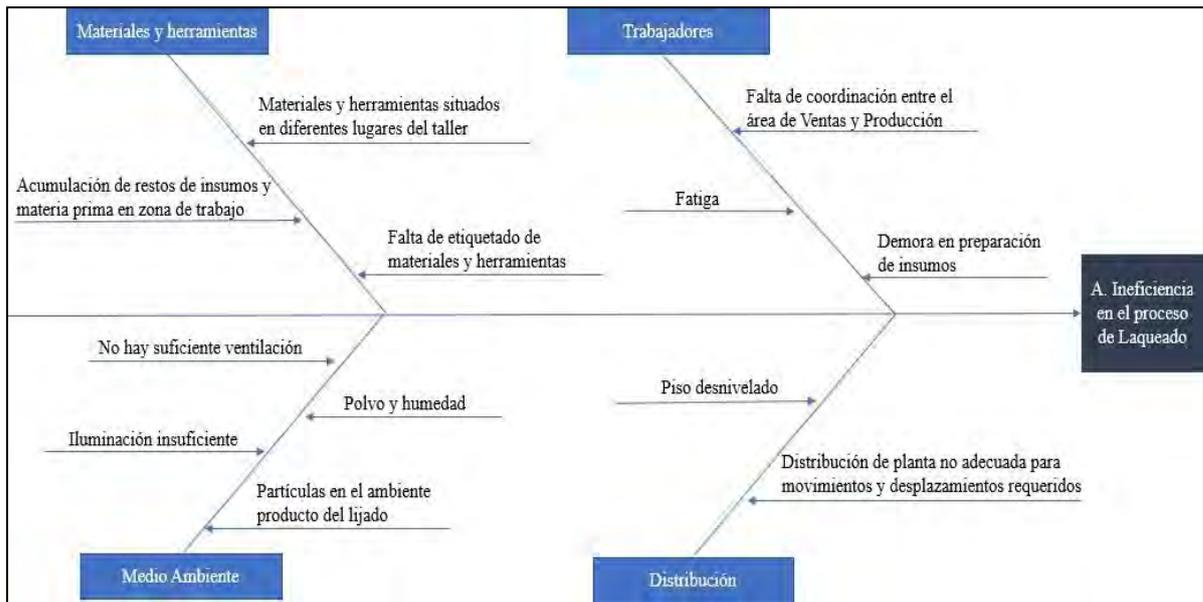


Figura 37. Diagrama de Ishikawa del problema A

Nota: El problema A hace referencia a la Ineficiencia en el proceso de Laqueado

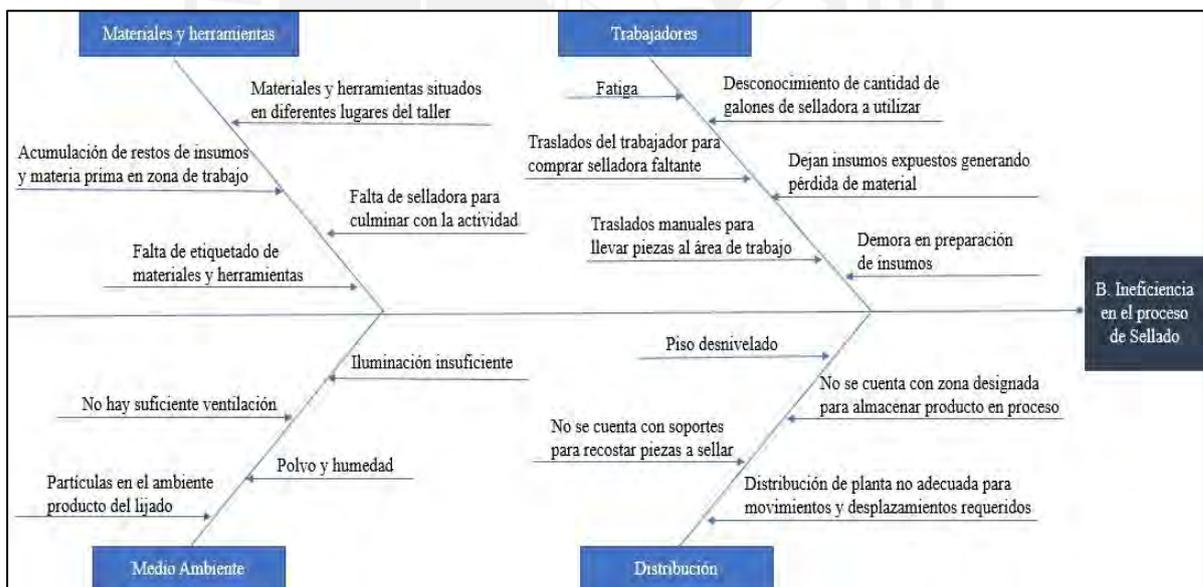


Figura 38. Diagrama de Ishikawa del problema B

Nota: El problema A hace referencia a la Ineficiencia en el proceso de Sellado

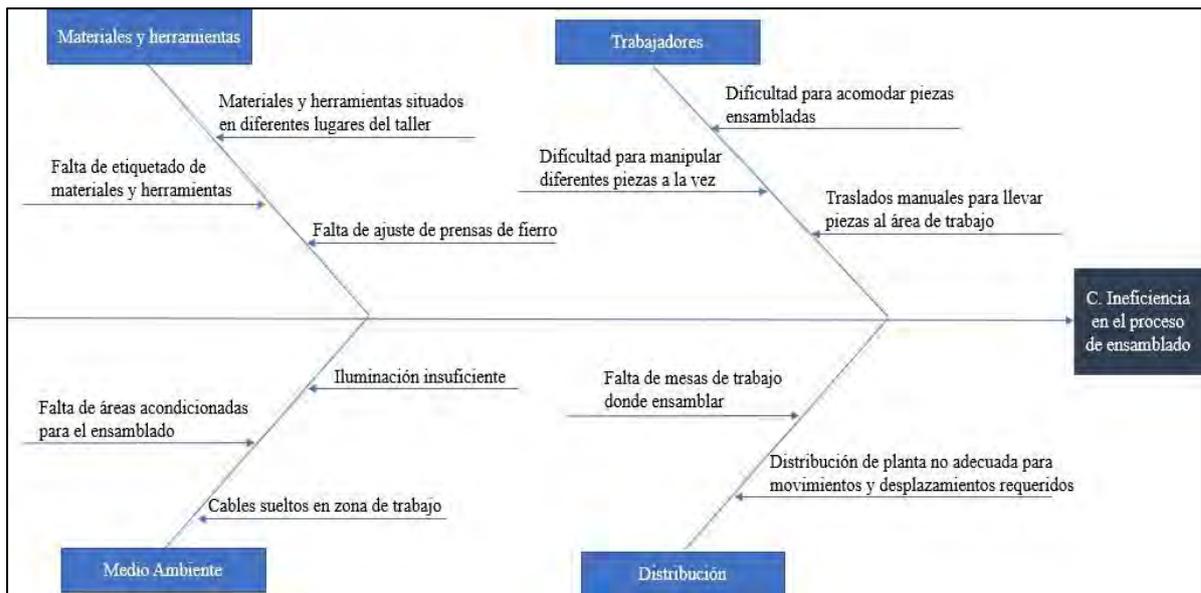


Figura 39. Diagrama de Ishikawa del problema C

Nota: El problema A hace referencia a la Ineficiencia en el proceso de Ensamblado

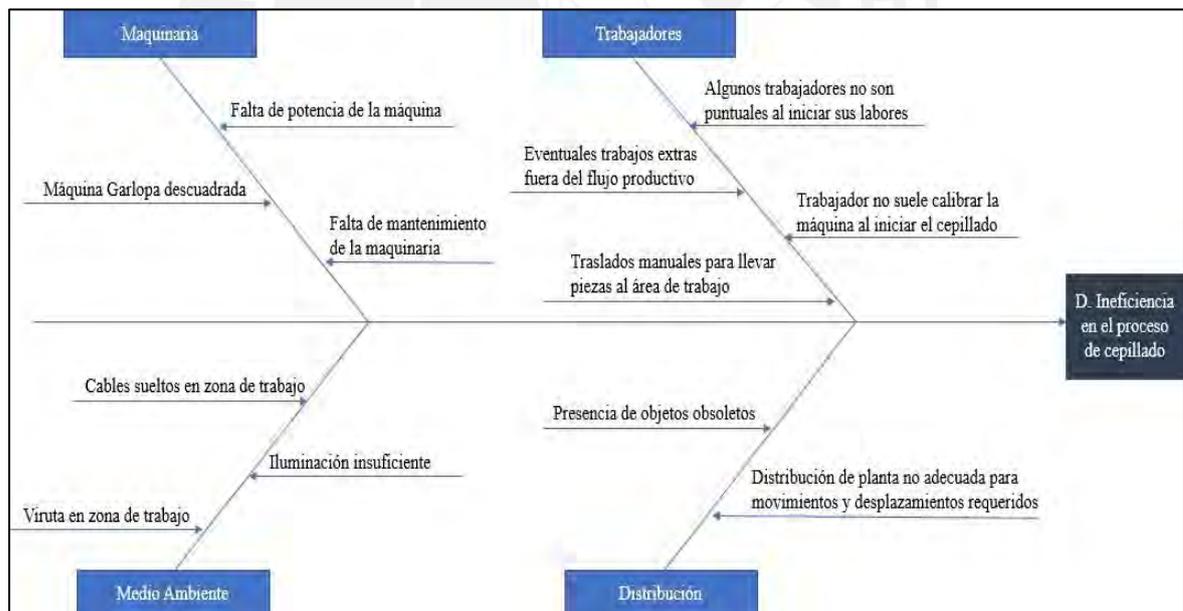


Figura 40. Diagrama de Ishikawa del problema D

Nota: El problema D hace referencia a la Ineficiencia en el proceso de Cepillado.

Se elaboró la Figura 41, la cual muestra las tres causas principales de los problemas críticos obtenidos a partir de la Figura 32, “Matriz de indicadores”, la primera causa “Acumulación de restos de insumos y materia prima en zona de trabajo” hace referencia al

problema A y B, la causa 2 “Materiales y herramientas situados en diferentes lugares del taller” hace referencia al problema A, B y C y la causa 12 “Distribución de planta no adecuada para movimientos y desplazamientos requeridos” hace referencia a los problemas A, B, C y D. En el **Anexo B** se muestra la totalidad de causas de los problemas.

Las 3 causas obtuvieron un puntaje total de 25, calculado en base a la probabilidad de ocurrencia y el impacto que genera al materializarse.

Nº	Causa	Problema	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Total
1	Acumulación de restos de insumos y materia prima en zona de trabajo	A y B	5	5	25
2	Materiales y herramientas situados en diferentes lugares del taller	A, B y C	5	5	25
12	Distribución de planta no adecuada para movimientos y desplazamientos requeridos	A, B, C y D	5	5	25
15	Traslados manuales para llevar piezas al área de trabajo	B, C y D	5	4	20
16	Desconocimiento de cantidad de galones de selladora a utilizar	B	5	4	20
25	Falta de mesas de trabajo donde ensamblar	C	5	4	20
9	Polvo y humedad	A y B	4	4	16
10	Partículas en el ambiente producto del lijado	A y B	4	4	16
13	Falta de selladora para culminar con la actividad	B	4	4	16
14	Traslados del trabajador para comprar selladora faltante	B	4	4	16

Figura 41. Resumen de causas principales de los problemas identificados

Se aplicó la herramienta 5 Por qué's con la finalidad de identificar causas raíz de los problemas más críticos, este análisis se realizó para las causas de los problemas mencionados anteriormente, se elaboró la Figura 42, donde se muestran dichas causas.

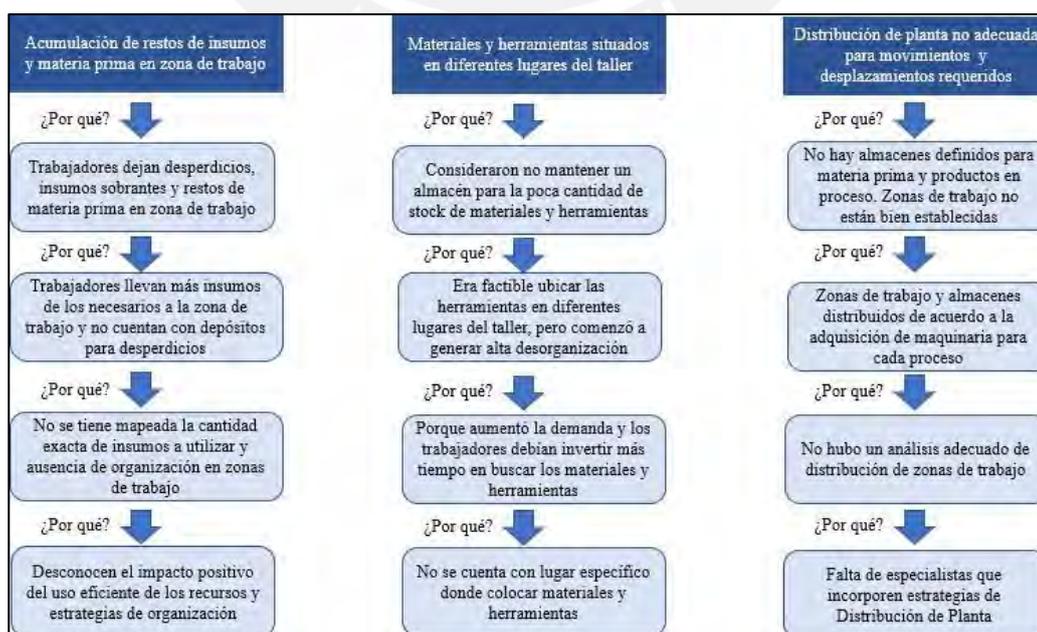


Figura 42. Aplicación herramienta 5 Por qué's para los problemas A, B y C

2.2.5 Factores que afectan a la Distribución

Se analizaron los factores que se tendrán en cuenta para la distribución de planta.

- Factor Material

A continuación, se mencionará el detalle de los materiales, productos y mermas.

a. Materia prima

La materia prima principal es la madera, se utiliza la madera pino radiata, la cual viene en tablas de 13 pies de largo, con anchos y espesores variados. También, se utiliza el MDP, vienen en planchas de 2.14 m de ancho y 2.44 m de largo. La materia prima (madera y MDP) se compra en madereras ubicadas en Villa El Salvador. Es importante indicar que la empresa mantiene las tablas de madera y planchas de MDP apiladas bajo techo para que no se vean afectas por factores climáticos.

b. Insumos

Los insumos utilizados son variados, selladora, tiner, laca, pintura, huaípe, lija, pintura, entre otros. Se dividen en materiales no peligrosos e inflamantes, es importante indicar que los materiales inflamantes se mantienen en lugares ventilados y los materiales no peligrosos no reciben un tratamiento diferenciado para el almacenamiento. Dichos insumos se compran en Representaciones Martín SAC ubicado en Villa El Salvador.

c. Productos terminados

Los productos que comercializa la empresa son muebles de madera, posee como línea principal los camarotes con ventas al por mayor y menor, se elaboró la Tabla 22, la cual muestra los modelos principales.

Tabla 22

Productos que produce la empresa objeto del estudio.

Productos	Modelos	Tipos de materia prima
Camarote	10	Madera y MDP

Nota: El producto camarote está dividido en 10 modelos.

Los productos terminados requieren ser almacenados en una zona libre de polvo y desperdicios para evitar las rayaduras en los muebles y así mantener los estándares de calidad del producto; sin embargo, actualmente no se cuenta con un almacén de producto terminado y los muebles se almacenan en zonas libres del taller.

a) Desechos

Por la naturaleza del proceso productivo de muebles se producen los desechos producto de los subprocesos de Habilitado, Cepillado y Cortado, el detalle se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23

Desechos generados

Descripción	Cantidad generada(Kg por año)	% Generado por año		
		Habilitado	Cepillado	Cortado
Leña	150	65%	20%	15%
Viruta	15 000	70%		30%
Aserrín	15 000	2%	98%	

Nota: Los desechos generados son la leña, viruta y aserrín

Cabe indicar que la viruta y el aserrín se mantienen en el taller, almacenados en bolsas a un lado de las máquinas y la leña se almacena al lado de la materia prima, los tres tipos de desechos mencionados se encuentran bajo techo, ya que así se evita que se esparzan por todo el taller y no se humedecen por las condiciones climáticas. Asimismo, otros desechos que se generan son los retazos de huaipe, los galones de tiner, selladora, laca y pintura.

Mermas

En el sub proceso de Acabado, se utiliza el tiner para diluir la selladora, por lo que se producen mermas por la evaporación del tiner, ello se produce durante el proceso productivo y también porque no se cierran correctamente los galones de tiner. Asimismo, en menor medida, se presentan mermas al dejar los galones de laca abiertos con sobrantes de dicho insumo, originando que la laca se seque y ya no sea útil para siguientes laqueados.

Defectuosos

La empresa mantiene estándares de calidad altos, cuentan con un 0.2% de defectuosos en productos terminados. Cabe indicar que se producen defectos en los muebles durante el almacenamiento, ya que al acomodarlos se producen rayaduras, sobre todo en los muebles pintados al duco. Sin embargo, esto no es muy frecuente, ya que hay espacio suficiente para que cada mueble cuente con un espacio adecuado.

Análisis P-Q (Producto vs cantidad)

Se elaboró la Tabla 24, la cual muestra las ventas actuales y proyectadas para los productos que fabrica la empresa, la proyección de las ventas está calculada hasta el año 2023. El detalle del cálculo de la proyección se detalla en el capítulo 3.

Tabla 24

Ventas Actuales vs Ventas Proyectada por Familia

Productos	Ventas actuales (UND)	Ventas proyectadas (UND)
Normal	34	45
Lumingo	34	45
Mixto económico	31	41
Master dos plazas abajo	24	31
Camarote escritorio	24	31
Master dos plazas abajo c/pasos	22	29
Multiuso	17	22
Master plaza y media	16	21
Robinson	15	20
Master plaza y media c/pasos	15	20
Total	232	304

Nota: Ventas Actuales vs Ventas Proyectada de los 10 modelos de camarotes.

Se elaboró la Figura 43, donde se muestra el análisis P-Q:

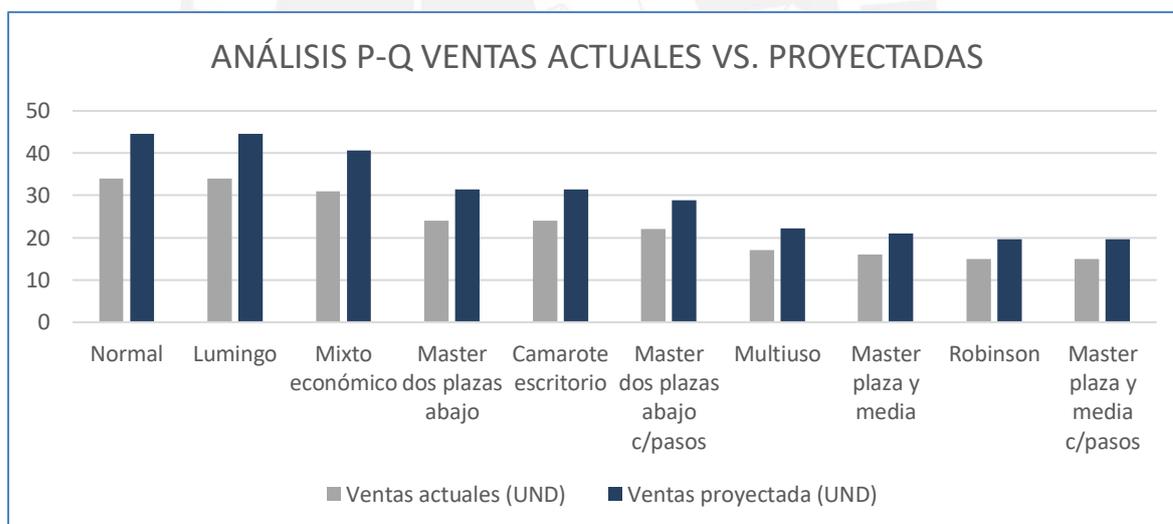


Figura 43. Análisis P-Q

De acuerdo a lo obtenido del análisis PQ el tipo de distribución recomendada para la línea Normal, Lumingo, Mixto, Master y Escritorio es en línea y las demás por proceso.

- Factor Maquinaria

La empresa de manufactura de muebles cuenta con diferentes tipos de máquinas, por lo que este factor es muy importante para determinar la distribución de la planta adecuada.

En la Tabla 25 se muestran las máquinas y el área total que ocupan.

Tabla 25

Descripción y tipo de maquinarias

Máquina	ÁreaSS(m2)	Cantidad	Área total(m2)
Máquina radial	4,40	1	4,40
Garlopa	1,05	2	2,10
Máquina Circular o Espigadora	1,21	3	3,63
Máquina Cinta	0,61	1	0,61
Lijadora de disco	0,86	2	1,72

Nota: La tabla muestra las máquinas, la cantidad y el área que ocupan.

Es importante indicar que además de la maquinaria, la empresa también cuenta con herramientas esenciales para la producción de muebles, las cuales son fundamentales para llevar a cabo tareas diversas con eficiencia y calidad, los equipos y herramientas con los que cuenta la empresa son la radial de mano, la amoladora, la vibradora de mano, la ruteadora, el tupi, la compresora, la prensadora, el taladro y el atornillador.

- **Factor Persona**

Con el objetivo de mostrar la proyección de la cantidad de personas en cada área tanto en el presente como en el futuro, a continuación, se presenta en la Tabla 26 los datos correspondientes:

Tabla 26

Condiciones de los puestos de trabajo.

Área	N.º personas actual	N.º personas futuro
Gerente general	1	1
Administración y finanzas	1	1
Marketing y ventas	2	2
Producción	3	5
Mejora continua	0	1

Nota: La tabla muestra los trabajadores de la empresa antes y luego de la mejora.

- **Iluminación**

Es importante que los puestos de trabajo cuenten con una iluminación adecuada para evitar la fatiga visual y mejorar la productividad de los trabajadores. El taller cuenta con fluorescentes distribuidos en las zonas que requieren mayor iluminación (p.e Zona de Corte y Acabado), también es importante aprovechar las fuentes de luz natural.

- **Ventilación**

La ventilación adecuada en los espacios de trabajo es fundamental para mantener un ambiente saludable, en el área de Corte, Lijado y Acabado es necesario asegurar un flujo constante de aire fresco para evitar problemas respiratorios y se mantenga un lugar propicio de trabajo.

- **Orden y limpieza**

Mantener un entorno de trabajo limpio y ordenado es esencial para garantizar la eficiencia y la seguridad. La empresa no cuenta con medidas de orden y limpieza.

No se cuentan con prácticas que promuevan la organización y limpieza regular de los espacios de trabajo. No se cuenta con la disposición adecuada de materia prima, materiales y desechos. La materia prima se encuentra interrumpiendo pasadizos. No se cuenta con señalización de pasillos

- **Condiciones de seguridad**

La seguridad en el lugar de trabajo es de suma importancia. Se deben implementar medidas de seguridad, como el uso de equipos de protección personal (mascarilla, guantes, casco), señalización de áreas de riesgo y además, es importante mantener los equipos y maquinarias en buen estado y realizar inspecciones periódicas.

Factor Edificio

Se cuenta con un terreno total de 19 por 17 metros cuadrados. Asimismo, se dispone de un techo de calamina que abarca la totalidad del local industrial.

Factor Movimiento y Factor Espera

En la propuesta de redistribución de planta, se buscará minimizar los movimientos innecesarios y establecer un flujo continuo en el proceso productivo. Esto implica organizar las zonas de trabajo de manera que estén distribuidas en el orden adecuado del proceso y el producto en proceso pueda pasar de estación en avance de manera más fluida y se reduzcan los tiempos de producción mejorando la productividad y reduciendo la fatiga laboral.

Factor Servicio

Se requiere mejoras en las instalaciones para brindar un ambiente de trabajo óptimo y cómodo para los empleados. Es necesario garantizar una buena iluminación, ventilación adecuada, espacios amplios y servicios higiénicos en buen estado. Estas mejoras contribuirán al desempeño eficiente de los trabajadores y su comodidad en el entorno laboral.

Factor de Cambio

El factor cambio implica la posibilidad de adquirir máquinas y equipos nuevos para optimizar el flujo de producción de muebles. La actualización de la maquinaria utilizada a lo largo del tiempo puede resultar en mejoras significativas en la eficiencia y calidad del proceso de fabricación. Al incorporar tecnologías más avanzadas, se logra una mayor precisión y rapidez en la producción, lo que contribuye a una mejora general en la eficiencia y productividad de la empresa.

2.2.6 Priorización y selección de contramedidas

Se utilizará la Matriz Factis con el objetivo de identificar cuáles son las contramedidas más acertadas para hacer frente a las causas raíz de los principales problemas encontrados en la empresa. La primera y segunda causa raíz se relaciona con la gestión adecuada de los materiales, herramientas, insumos y materia prima. La tercera causa raíz se relaciona con la distribución de planta de la empresa. A continuación, se detallan las contramedidas propuestas:

Contramedidas

- Contramedida 1: Utilizar las herramientas Lean Manufacturing para brindar solución al problema, de manera que el área de trabajo se mantenga ordenado y limpio, logrando así un escenario óptimo para trabajar.
- Contramedida 2: Crear un programa de capacitación para instruir a los trabajadores sobre la importancia de mantener ordenado y limpio el área de trabajo, mostrándoles que, al ejecutar dicho programa, se generará mayor utilidad y los miembros de la empresa se beneficiarán.
- Contramedida 3: Capacitar al gerente con la finalidad de que tome en cuenta la importancia de tener un flujo productivo óptimo, de modo que se disminuyan los tiempos del proceso que se aplica actualmente para la fabricación de las diferentes familias de productos.
- Contramedida 4: Contratar a un especialista que se encargue de la redistribución de planta junto con el equipo de Producción, con el objetivo de que este último le brinde información relevante a considerar del flujo productivo de los muebles para lograr así una distribución acertada y se generen resultados óptimos. Los trabajadores deben ser capacitados para que una vez implementada dicha distribución se mantenga el orden en el

tiempo.

En la Tabla 27, se muestran los criterios y factores de ponderación para la selección de las contramedidas convenientes para los problemas existentes.

Tabla 27

Criterios y factores de ponderación para la selección FACTIS.

	CRITERIOS DE SELECCIÓN	FACTOR DE PONDERACIÓN
F	Facilidad para solucionarlo 1.Muy difícil 2.Difícil 3.Fácil	3
A	Afecta a otra área su implementación 1.Si 3.Algo 5. Nada	5
C	Mejora la calidad 1.Poco 3.Medio 5. Mucho	6
T	Tiempo que implica solucionarlo 1.Largo 2.Medio 3.Corto	3
I	Requiere inversión 1.Alto 3.Medio 5.Poco	4
S	Mejora la seguridad 1.Poco 3.Medio 5.Mucho	2

Los factores de ponderación se determinaron en función de las prioridades establecidas por la empresa de muebles a principios de 2020. La Tabla 28 muestra la Matriz Factis, con el puntaje total por cada contramedida relacionada a los cuatro principales problemas críticos (A, B, C y D).

Para los problemas A, B y C causados por “Acumulación de restos de insumos y materia prima” y “Materiales y herramientas situados en diferentes lugares del taller” la contramedida elegida es la 1, ya que cuenta con un puntaje mayor de 61. En el caso de los problemas A, B, C y D causados por la “Distribución de planta no adecuada” la contramedida elegida es la 4, ya que cuenta con un puntaje de 68.

Tabla 28

Matriz FACTIS para las contramedidas

Criterio de selección		Determinación del problema					
		Contramedida 1			Contramedida 2		
		Criterio	Puntaje	Total	Criterio	Puntaje	Total
F	3	Difícil	2	6	Difícil	2	6
A	5	Si	1	5	Si	1	5
C	6	Mucho	5	30	Medio	3	18
T	3	Medio	2	6	Corto	3	9
I	4	Alto	1	4	Medio	3	12
S	2	Mucho	5	10	Medio	2	4
				61			54

Criterio de selección		Determinación del problema					
		Contramedida 3			Contramedida 4		
		Criterio	Puntaje	Total	Criterio	Puntaje	Total
F	3	Fácil	3	9	Difícil	2	6
A	5	Nada	5	25	Algo	3	15
C	6	Poco	1	6	Mucho	5	30
T	3	Medio	2	6	Largo	1	3
I	4	Medio	3	12	Alto	1	4
S	2	Poco	1	1	Mucho	5	10
				59			68

Nota: Puntajes obtenidos por cada contramedida.

De acuerdo con los puntajes obtenidos, se elaboró la Tabla 29, la cual muestra los problemas identificados con la contramedida seleccionada.

Tabla 29

Contramedidas seleccionadas por problema.

Problema	Causa raíz	Contramedidas
A. Ineficiencia en el proceso de Laqueado	-Acumulación de restos de insumos y materia prima en zona de trabajo	1.Utilizar herramientas Lean Manufacturing para brindar solución al problema, de manera que el área de trabajo se mantenga ordenada y limpia, logrando así un escenario óptimo para trabajar.
B. Ineficiencia en el proceso de Sellado		
C. Ineficiencia en el proceso de Ensamblado	-Materiales y herramientas situados en diferentes lugares del taller	
A. Ineficiencia en el proceso de Laqueado	-Distribución de planta no adecuada para movimientos y desplazamientos requeridos	4.Contratar a un especialista que se encargue de la redistribución de planta junto con el equipo de Producción, con el objetivo de que este último le brinde información relevante a considerar del flujo productivo de los muebles para lograr así una distribución acertada y se generen resultados óptimos. Los trabajadores deben ser capacitados para que una vez implementada dicha distribución se mantenga el orden en el tiempo.
B. Ineficiencia en el proceso de Sellado		
C. Ineficiencia en el proceso de Ensamblado		
D. Ineficiencia en el proceso de Cepillado		

Nota: La tabla muestra los cuatro problemas con sus causas raíz y la contramedida seleccionada

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA

En el presente capítulo, se desarrollará a detalle el proceso productivo de muebles, identificando los desperdicios y las propuestas de mejoras con el objetivo de resolver los distintos problemas que afectan la operatividad de la empresa. Asimismo, se enfocará la propuesta de mejora en los sub procesos críticos: Ensamblado y dos actividades de Acabado (Sellado y Laqueado), de modo que se logre disminuir/eliminar los desperdicios y que los trabajadores sean eficientes y efectivos en sus labores.

Es importante resaltar que a partir de la matriz de elección se escogerán las herramientas más pertinentes para llevar a cabo la mejora.

3.1 Descripción

A continuación, se describirán los procesos críticos de Cepillado, Ensamblado, Sellado y Laqueado. El proceso de Ensamblado hace referencia a las uniones a llevar a cabo para unificar las piezas de un mueble, de modo que al culminar este proceso se obtenga el mueble en blanco, es decir el mueble listo para que ingrese al área de Acabado. En el subproceso de ensamblado se utilizan insumos como clavos, tornillos y cola.

Con respecto al proceso de Acabado, este consta de tres subprocesos, Sellado, Pintado y Laqueado. En el caso del sellado, este se aplica para proporcionar al mueble una base inicial para que luego se facilite el pintado y/o laqueado del mueble. Es importante resaltar que existen dos tipos de muebles, al duco y naturales, para el primer tipo se utiliza pintura y laca y para el segundo, solo se utiliza laca, ya que este tipo de muebles mantienen el color original de la madera. El pintado consiste en proporcionar al mueble un color en específico en diferentes partes del mueble o en su totalidad y finalmente el Laqueado es el último subproceso del Acabado, el cual sirve para darle brillo al mueble y el acabado final.

A continuación, se mencionarán las causas de la falta de eficiencia en los subprocesos críticos (Cepillado, Ensamblado, Sellado y Laqueado) implicados en la producción de muebles, se mencionarán las causas de los problemas que representan mayor impacto a nivel de costos.

Desde el frente de los materiales:

- Se tiene como principal causa la demora en la búsqueda de insumos ubicados en diferentes lugares del taller, cabe indicar que los insumos y herramientas utilizadas en el flujo productivo no cuentan con una ubicación fija en el taller, lo cual dificulta su localización.
- La otra causa principal es la acumulación de restos de insumos y materia prima en zona de trabajo, esta acumulación se produce, ya que el trabajador al culminar con la actividad de Sellado y Laqueado deja en la zona de trabajo restos de guaipe y galones de laca y selladora dificultando el trabajo del siguiente mueble, ya que la zona de trabajo no se encuentra libre para realizar dichas actividades. Es importante resaltar que al no tener mapeado la cantidad exacta de insumos requeridos, al realizar la segunda compra de insumos generalmente compran más de lo requerido y al culminar con ambas actividades se dejan galones abiertos con material sobrante, desperdiciando laca y selladora.
- Falta de insumos para culminar con el sellado y laqueado de un mueble, por lo que el trabajador debe ir a comprar los insumos faltantes a una ferretería ubicada lo cual demora 15 minutos en promedio. Posterior a esto, nuevamente debe realizar las mezclas correspondientes para cada actividad, invirtiendo más tiempo que si hubiera contado con los materiales completos inicialmente. Finalmente, cabe mencionar que en el caso del Sellado se genera utilización excesiva de selladora, ya que no se lleva a cabo un control adecuado de los galones requeridos por cada mueble.

Desde el frente de la distribución de planta:

- Las actividades de Sellado y Laqueado no cuentan con una disposición adecuada para que el trabajador pueda desplazarse y realice los movimientos requeridos para proceder a sellar y laquear un mueble, generando que se invierta mayor tiempo del que se debería. Una vez que se culmina, las tablas selladas son colocadas en la misma zona de trabajo para el secado y luego se procede con el laqueado, es importante resaltar que no se cuenta con un almacén de producto en proceso, y mantener dichas piezas en la zona de trabajo ocupa espacio para continuar trabajando los siguientes muebles.
- Se presentan traslados innecesarios para llevar las piezas del mueble a zona de trabajo, el trabajador debe ir y regresar varias veces para llevar de manera manual las piezas del mueble de la zona de Ensamblado hacia la zona de Acabado ya que, por la distribución de planta no adecuada, dichas zonas no se encuentran cercanas.
- Distribución de planta no adecuada para movimientos requeridos, lo cual se evidencia en el área de Ensamblado, para unir piezas que forman un mueble, el trabajador debe hacer giros y acomodar el mueble de manera que las piezas encajen entre sí, pero al no contar con espacio suficiente dichos movimientos se dificultan.
- La distribución de la planta en general no es óptima, en determinadas áreas no se ha considerado un espacio adecuado para que existan condiciones óptimas de trabajo, asimismo, la producción de un mueble no sigue un flujo continuo, existen diferentes cruces entre áreas, lo cual incrementa el tiempo productivo, ya que el trabajador debe ir y regresar varias veces para llevar manualmente las piezas de la zona Lijado a la zona de Ensamblado, generando transportes innecesarios.
- Falta de etiquetado de instrumentos y herramientas utilizadas en esta actividad, cabe indicar que esta falta de etiquetado no solo se presenta en el área de Ensamblado, sino

también en el Lijado y los subprocesos de Acabado. Al no contar con los instrumentos y herramientas etiquetados es más difícil identificarlos, asimismo, no se cuenta con ubicación específica de los mismos, se encuentran en diferentes áreas del taller, por lo que el trabajador se demora en ubicarlos.

- Presencia de cables sueltos en zona de trabajo, lo cual es inseguro para los trabajadores y no permite la libre movilización en la zona de trabajo.

3.2 Identificación de desperdicios

Se identificarán los desperdicios de la empresa presentadas en las actividades críticas del proceso productivo, con la finalidad de tenerlos mapeados y tomar acciones correctivas, logrando así eliminar los desperdicios o en su defecto disminuir el impacto que ocasionan fijando parámetros (rangos) mínimos y/o máximos de acuerdo a las operaciones realizadas para la producción de los muebles.

A continuación, se mencionarán los tipos de desperdicios identificados en el proceso productivo del canal comercial:

a) Inventarios

Respecto a las actividades de Sellado y Laqueado, al no tenerse mapeada la cantidad de galones de selladora y laca a utilizar, generalmente faltan dichos insumos, por lo que el trabajador se dirige a la ferretería a comprarlos, al comprar sin un cálculo previo suele sobrar material, el cual se desperdicia dado que, no se cuenta con un lugar específico para almacenarlos. Al culminar con las actividades de Sellado y Laqueado, el trabajador deja los restos de insumos en zona de trabajo, se identificaron restos de guaipe, guantes, galones vacíos y con resto de material, lo cual genera pérdida de material y desperdicios en la zona de trabajo.

Actualmente, el trabajador que procederá con el sellado y posterior laqueado debe limpiar la zona de trabajo para comenzar con sus actividades.

b) Transporte y movimientos innecesarios

La planta no se encuentra bien distribuida de acuerdo al flujo que sigue el proceso productivo, esto dificulta el traslado de los trabajadores para realizar correctamente sus actividades, ya que el trabajador no sigue un flujo continuo, sino que cruza varias áreas para llegar al lugar donde trabajará, realizando movimientos innecesarios, los mismos que pueden ser evitados con una distribución de planta adecuada. En el caso de las actividades críticas de Cepillado, Ensamblado y Sellado, el trabajador debe trasladar todas las piezas que componen un mueble de la zona de trabajo anterior hacia la siguiente estación, por lo que realiza varios transportes innecesarios hasta trasladar la totalidad de piezas a ser trabajadas.

Es importante mencionar que en el caso del subproceso de Laqueado no se generan traslados, ya que tanto el sellado, pintado y laqueado son realizadas en la misma zona de trabajo (Zona de Acabado), ya que los tres subprocesos se llevan a cabo uno después del otro.

c) Defectos

La zona de Acabado se encuentra contigua a la zona de Habilitado, por lo que el aserrín producto del habilitado de las tablas de madera, se adhiere al mueble mientras el trabajador se encuentra realizando las actividades de sellado y laqueado, lo cual origina un mueble con acabado áspero. Para obtener un mueble de calidad, el trabajador debe lijar nuevamente para proceder con el sellado y laqueado adecuado, generando inversión de tiempo innecesario.

Al contar con los desperdicios identificados, se elaboró la Figura 44, la matriz de herramientas Lean Manufacturing, en la cual se muestran las herramientas con los puntajes obtenidos en cada una, las herramientas con puntajes más altos serán utilizadas para optimizar el flujo productivo de los muebles.

Las herramientas de Lean Manufacturing seleccionadas son 5S, Gestión visual y Poka Yoke.



			5S	SMED	TPM	TRABAJO ESTANDARIZADO	GESTIÓN VISUAL	POKAYOKE	KAIZEN	JIT	KANBAN	JIDOKA	ENF. SOCIOTÉCNICO
Nº	Descripción	Categoría											
1	Producción excesiva por lote de camarotes exclusivos y camas sin considerar su poca demanda	Sobreproducción									X		X
2	Determinados muebles, producto de la sobreproducción, permanecen en el almacén de la fábrica de 20 a 60 días	Inventarios	X				X				X		
3	Cuando se trasladan varias veces las diferentes piezas del mueble entre las diferentes estaciones de trabajo	Transportes y movimientos innecesarios	X			X							
4	Cuando un mueble a pedido demora en salir del área de Ensamblado para entrar al área de Pintado	Esperas	X				X						
5	Cuando las piezas del mueble ensamblado tienen que esperar mucho tiempo a que el pintor termine con la pieza anterior	Esperas	X				X	X					
6	Cuando los trabajadores realizan cortes errados de un mueble a pedido	Defectos						X					
7	Cuando el mueble es pintado de un color distinto al solicitado por el cliente o le falta alguna pieza adicional por la falta de sinergia de las áreas involucradas	Defectos					X	X					X
8	Dado los defectos que se producen en la etapa de Corte, se deben corregir para obtener los cortes correctos	Reprocesos				X	X	X					
9	Dado los defectos que se producen en la etapa de Pintado, se debe pintar nuevamente el mueble en el color solicitado por el cliente	Reprocesos				X	X	X					
			4	0	0	3	6	5	0	0	2	0	2

Figura 44. Matriz de elección de herramientas Lean Manufacturing.

3.3 Pasos para incorporación de herramientas de mejora: 5'S, Gestión

Visual, Poka-Yoke

A continuación, se mencionarán los pasos a seguir para incorporar el desarrollo de las herramientas de mejora identificadas en el acápite anterior.

3.3.1 Pasos previos 5'S

A continuación, se mostrarán las zonas a trabajar con Lean Manufacturing.

a. Zonas 5'S a trabajar

Se mencionarán los problemas actuales que se presentan en los subprocesos críticos con el objetivo de dar a conocer la situación actual de dichos subprocesos y las áreas donde se desarrollan para luego proponer mejoras enfocadas en la herramienta 5S.

Se mencionarán las causas que afectan la eficiencia del subproceso de Ensamblado.

- No se cuenta con una mesa de trabajo donde colocar las tablas de madera para proceder con las uniones respectivas.
- Falta de etiquetado de instrumentos y herramientas presentado en el subproceso de Ensamblado, lo cual no permite identificar fácilmente dichos objetos.
- Insumos y herramientas situados en diferentes lugares del taller, el trabajador busca en todo el taller lo requerido para el ensamble, invirtiendo tiempo innecesario.
- Restos de madera en la zona de trabajo producto de las actividades de corte y habilitación de las tablas de madera, las mismas que no son removidas.
- Baja iluminación para realizar las uniones correspondientes de las piezas que forman parte del mueble.

A continuación, se mencionarán las causas que afectan la eficiencia de los subprocesos Sellado y Laqueado.

- Restos de insumos (laca, selladora, tiner y guaipe) y materia prima se encuentran dispersos en diferentes partes del área de Acabado, dificultando el tránsito de los trabajadores y perjudicando la manipulación de las diferentes partes de los muebles a ser trabajados.
- Derrames de insumo tiner producto de que se dejan galones de tiner abiertos en la zona de trabajo.
- Zona de trabajo reducida para la manipulación de las piezas de madera a sellar y laquear, ya que para proceder con estas actividades se requiere de determinados espacios para que los trabajadores lleven a cabo sus operaciones de manera adecuada.

A continuación, se mencionarán las causas que afectan la eficiencia del subproceso de Cepillado.

- Falta de potencia (HP) de las máquinas originan que el cepillado sea más lento.
- Máquina sierra circular descuadrada no permite obtener piezas cepilladas de calidad en el primer cepillado, se incurren en reprocesos.
- Falta de mantenimiento de la maquinaria perjudica el inicio del cepillado, el trabajador debe calibrar la máquina antes de operar las tablas de madera.
- Trabajadores realizan trabajos extras fuera del flujo productivo, retrasando el cepillado.
- Cables sueltos en zona de trabajo dificultan el traslado de piezas.
- Restos de madera situada en la zona de trabajo impiden el libre tránsito de trabajadores.

b. Zonas a trabajar con Redistribución de planta

En este acápite, se mencionarán los problemas enfocados con la distribución de planta.

A continuación, se mencionarán los problemas que se presentan de manera usual y afecta la eficiencia de la actividad de Ensamblado.

- Reducido espacio de la zona de trabajo impide que el trabajador se movilice de manera adecuada para que realice las uniones de las piezas de un mueble.
- El reducido espacio en la zona de Ensamblado no permite tener mesa de trabajo, donde ensamblar.
- Distribución de planta no adecuada hace que el trabajador deba invertir tiempo en el traslado de las piezas de madera de la estación anterior a la zona de Ensamblado.

A continuación, se mencionarán los problemas que se presentan de manera usual y afecta la eficiencia de las actividades de Sellado y Laqueado.

- El reducido espacio no permite el libre tránsito de los trabajadores, perjudicando la manipulación de las tablas de madera a ser ensambladas.
- El trabajador debe cruzar varias estaciones hasta llegar al área de Acabado, lo cual se presenta debido a la distribución actual de la planta.
- Se cuenta con espacio reducido para almacenar piezas laqueadas dificultando el almacenamiento de las mismas para esperar a que sequen.
- El almacén de materia prima se encuentra ubicado en los pasillos, lo cual Dificulta el traslado de piezas a la zona de Acabado.

A continuación, se mencionarán los problemas que se presentan de manera usual y afectan

la eficiencia de la actividad de Cepillado:

- Reducido espacio de la zona de trabajo no permite que el trabajador movilice las tablas a través de la máquina Garlopa.
- Distribución de planta no adecuada hace que el trabajador deba invertir tiempo en el traslado de las piezas de madera de la estación anterior al área de Cepillado.

c. Formación de equipos 5'S

El equipo de 5'S de la empresa se conformará por los siguientes trabajadores, se elaboró la Figura 45, la cual muestra la distribución de las áreas.

- Gerente general: el rol que cumple es ser apoyo de los trabajadores y agente de impulsar el cambio en la empresa. Asimismo, verifica la incorporación de la mejora propuesta por el líder de mejora continua.
- Líder de mejora continua: encargada de capacitación de las mejoras propuestas para la empresa y encargada de evaluar el desarrollo de incorporación de la mejora.
- Operario Líder de producción: encargado de las auditorías diarias, de modo que verifique que sus compañeros operarios se encuentren alineados con las mejoras que el líder de mejora continua propuso, cuando vea alguna desviación su labor es ayudar a sus compañeros a realizar las actividades de manera correcta.
- Operarios de producción: encargados del desarrollo de mejora continua a diario, con el objetivo de mantener las mejoras en el tiempo.

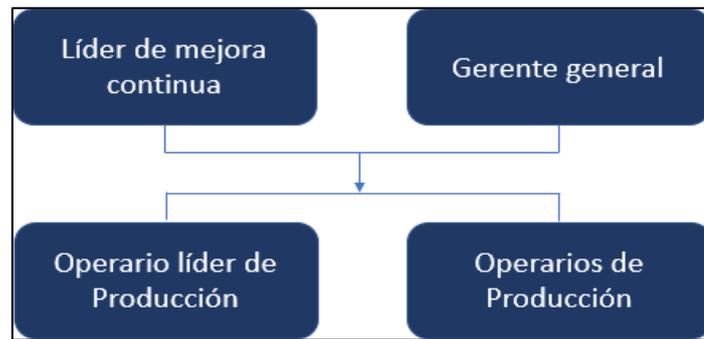


Figura 45. Organigrama de equipo 5S's

3.3.2 Implementación de herramientas Lean: Aplicación de 5'S, gestión visual y estandarizar

Se detallará cómo se procederá a la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa de manufactura de muebles.

a. Seiri (Clasificar)

▪ Objetivo

Mantener solo lo necesario en las zonas de trabajo, eliminando los retazos de madera sobrantes producto de las actividades de Corte y Habilitado, de modo que no perjudique las operaciones en las zonas de Ensamblado, Acabado y Cepillado. Asimismo, es fundamental mantener un ambiente de trabajo adecuado para que el trabajador desarrolle de manera eficiente los procesos productivos para la fabricación de los diferentes muebles del canal comercial y no invierta tiempo en actividades extras a las operaciones productivas.

▪ Estado actual

Se muestra la Figura 46, donde se evidencia la presencia de insumos como los clavos, tornillos de medidas que no son necesarios para el ensamblado de las piezas de madera, asimismo, el trabajador lleva más galones de cola del requerido para realizar las uniones de las partes del mueble. El trabajador invierte tiempo en buscar los tornillos y clavos de

las medidas requeridas dentro de una caja donde se encuentran tuercas, pernos, tornillos y clavos de diferentes medidas, lo cual dificulta al trabajador ubicar los materiales requeridos. Es importante mencionar que, en la zona de Ensamblado, permanece una máquina Tupi, la misma que no funciona, asimismo hay una silla antigua que era utilizada como asiento para operar en la máquina Circular.



Figura 46. Problemas en área de Ensamblado

Se elaboró la Figura 47, donde se muestra el área de Acabado, en este lugar se encuentran instrumentos que no son utilizados para las actividades de Laqueado y Sellado, como la Amoladora y el Taladro. La presencia de dichos instrumentos perjudica el libre tránsito en la zona de Acabado, por lo que el trabajador los retira de la zona y los coloca donde encuentre lugar disponible. En adición a lo mencionado, una parte de la zona de Acabado es utilizada como almacén de insumos, lo cual resta espacio al trabajador para realizar los movimientos requeridos para proceder con el sellado y laqueado de las piezas del mueble. En el área de Acabado, se encuentran almacenados 3 prensas de mano, 2 discos de Circular y baldes de pintura y tiner usados, los cuales no agregan valor al flujo productivo.



Figura 47. Problemas en área de Acabado.

Se elaboró la Figura 48, donde se muestra el área de Cepillado, en este lugar se encuentran retazos de madera acumulados a un lado de la máquina, se encuentran allí de manera permanente, algunos de los retazos de madera son desperdicios y otros pueden ser utilizados para producción de nuevos muebles.



Figura 48. Problemas en área de Cepillado

- **Proceso de clasificación**

Se han clasificado los objetos de la empresa en “objetos de más”, dentro de los cuales se han considerado a sillas antiguas, las cuales fueron utilizadas anteriormente como asientos para operar las diferentes máquinas de producción. Asimismo, dentro de este grupo se consideraron los casilleros de los trabajadores, los cuales eran utilizados para que guarden sus pertenencias; sin embargo, con el transcurrir de los años, estos se fueron deteriorando y ahora son inservibles. Los objetos mencionados están de más y deben

desecharse.

Con respecto a los objetos obsoletos se cuenta con 3 prensas de mano, con 2 discos de Circular y un taladro antiguo que ya no cumple con los requerimientos mínimos para ser utilizado. Estos objetos deben ser separados, ya que no suman al flujo productivo y no agregan valor al producto final, por lo que se les etiquetarán con tarjetas rojas para venderlos y desechar aquellos que ya no tengan uso alguno.

Dentro de los objetos dañados, se cuenta con la máquina Tupi y Circular, las mismas que presentan pequeñas fallas y pueden ser reparadas para que vuelvan a funcionar de manera correcta, de modo que se clasifiquen y ordenen junto con los objetos necesarios como las máquinas que se encuentren en buen estado, las herramientas e insumos necesarios.

Se elaboró la Figura 49, se muestra el detalle del proceso de clasificación de los objetos de la empresa.

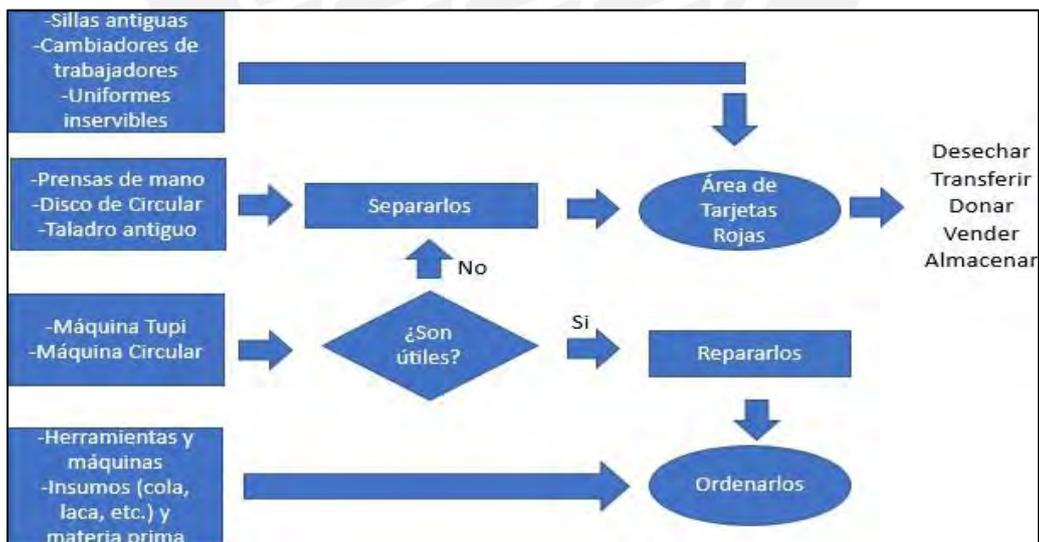


Figura 49. Proceso de clasificación de empresa de muebles de madera.

En la zona de Corte, se cuenta con restos de madera inservible, las cuales pueden ser seleccionadas para la fabricación de nuevos muebles, por lo que se propone separar

aquellas tablas de madera que puedan ser utilizadas de las que son desperdicios. En el caso de estas últimas, deben ser desechadas y aquellas tablas que pueden ser utilizadas deben ser colocadas en el almacén de materia prima.

- **Plan de clasificación**

Tomando como premisa “mantener solo lo necesario”, se conversó con los trabajadores de la empresa para determinar el uso de los diferentes objetos con los que se cuenta en la empresa.

Se identificó que la maquinaria, herramientas, insumos y materia prima (madera) utilizados en el proceso productivo son necesarios para la obtención del producto final. En el caso de la maquinaria, se cuenta con la máquina Radial (1), Cepilladora (1), Lijadora (1), Circular (3), Sierra Cinta (1). Con respecto a las herramientas, se cuenta con martillos (3), prensas (9), lijadora de mano (2), taladros (2), caladora (1), ruteadora (1), mazo (1), radial de mano (1), atornillador (1). Los insumos se dividen en insumos de ensamblado, los mismo que son la lija, cola, tornillos, clavos, los insumos de acabado son selladora, tiner, retardador, laca brillante, pintura, sellamate, huaipe, algodón, ocre, gasolina, cinta y papel. Los insumos de armado son los accesorios, tornillos, pernos, arandelas y tuercas.

Por el contrario, se identificaron aquellos objetos innecesarios, como lo son las sillas antiguas, cambiadores de trabajadores, uniformes inservibles, prensas de mano, disco circular y taladro antiguo, estos objetos no poseen ninguna utilidad, por lo que deben ser eliminados.

- Estado mejorado

A continuación, se mostrará la mejora implementada en la empresa buscando “mantener solo lo necesario”. Se colocó tarjetas rojas a aquellos objetos innecesarios identificados en el punto anterior, ya que estas permitirán marcar que en la zona de trabajo existe determinados objetos innecesarios y se deben tomar medidas para eliminarlos. Se elaboró la Figura 50, donde se muestra el camión cargado de todos aquellos elementos innecesarios.



Figura 50. Eliminación de objetos

b. Seiton (Ordenar)

- Objetivo

Ordenar los objetos que se encuentran en la empresa, estableciendo una ubicación y disposición para los objetos de acuerdo a su utilización, con el objetivo de que las cosas se encuentren disponibles para ser utilizados por las personas que lo requieran en un determinado momento y optimizar el trabajo de producción de un mueble.

- Estado actual

Actualmente, los objetos se encuentran en las diferentes zonas de trabajo del taller, sin contar con un orden establecido de acuerdo a la utilización de cada objeto. Por lo que el trabajador al momento de buscar los insumos y herramientas para hacer uso de ellos

durante las actividades de Ensamblado, Sellado y Laqueado debe buscar en todo el taller, ya que no se cuenta con un espacio específico donde se encuentren los diferentes insumos y herramientas. Por lo indicado, el trabajador demora más tiempo del que debería, en culminar con las actividades mencionadas.

- **Diagrama Spaguetti actual**

Se elaboró la Figura 51, donde se muestra el diagrama Spaguetti de la distribución actual de la empresa, en el cual se puede apreciar que existen traslados innecesarios en el flujo productivo.

El flujo productivo actual comienza en el almacén de materia prima cuando el trabajador escoge la cantidad de tablas de madera de determinada medida que utilizará para fabricar un mueble, luego pasa a la zona de habilitado, donde se corta la madera a medidas aproximadas según el mueble requerido. La siguiente estación es la zona de cepillado, donde se endereza la madera retirándose las asperezas, posterior a esto el trabajador proceder con el corte y espigado, cabe indicar que ambas actividades se llevan a cabo en una misma estación, lo cual dificulta que el trabajador manipule la madera de manera adecuada. Luego, el trabajador pasa a la estación de diseño. Es importante indicar, que solo en determinados modelos de muebles se pasará por la estación de diseño, en el caso el mueble no requiera un dibujo/diseño en específico, no se pasará por esta estación. La siguiente zona es la de lijado, donde se procede con el alisado de las partes del mueble, quitándole las asperezas. Posterior a lo indicado, se procede a la unión de las partes del mueble en la zona de ensamblado. Luego, el trabajador se dirige a la zona de acabado para masillar, sellar, pintar (de ser necesario) y laquear el mueble ya ensamblado. Finalmente, de la zona de acabado se pasa a la zona de armado, donde se procede con la presentación final del mueble con accesorios.

De acuerdo a la descripción dada del flujo productivo, se puede apreciar en el diagrama de Spagetti, se muestran varios cruces entre las zonas de trabajo, lo cual evidencia una mala distribución de planta, lo cual provoca retrasos en el flujo productivo.

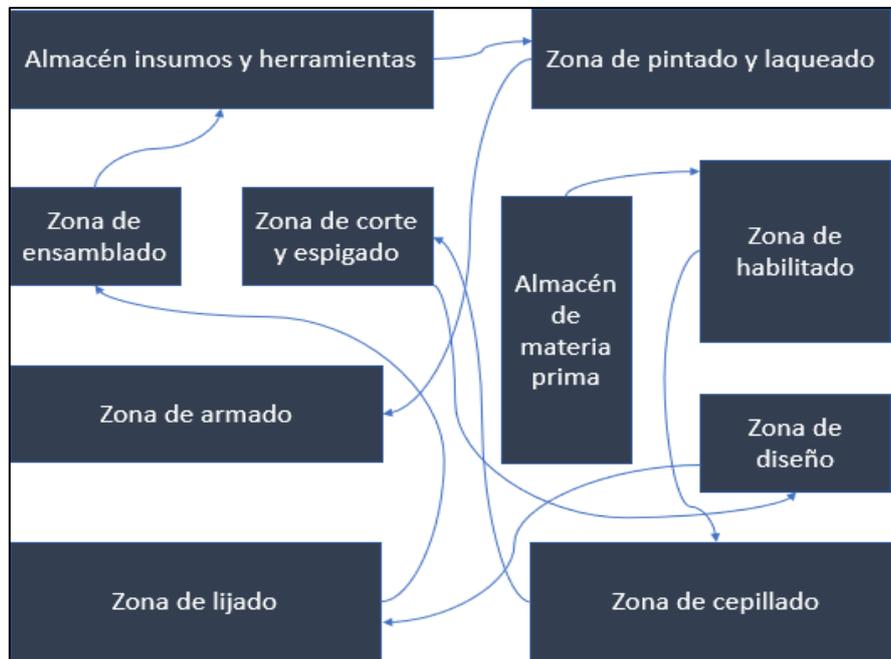


Figura 51. Diagrama Spaguetti actual

- Definición del orden

Se implementará un armario con tres divisiones con la finalidad de tener organizados los elementos que se utilizan en las dos áreas que presentan la mayor cantidad de problemas. Los insumos, herramientas e instrumentos utilizados en las actividades de Ensamblado, Laqueado y Sellado serán organizados en el armario considerando materiales principales, herramientas principales y materiales peligrosos.

En el armario 1, se colocarán todos los insumos sólidos no peligrosos y se colocará la cantidad que se requiere al mes de cada uno, cabe indicar que existen insumos que se repiten en las áreas de Ensamblado y Acabado.

En el armario 2, se colocarán las herramientas que se utilizarán en las dos actividades

mencionadas, con el objetivo de mantener en un solo lugar todas las herramientas requeridas por el trabajador para realizar las operaciones correspondientes.

Y en el armario 3, se colocarán los insumos peligrosos, distribuidos en galones y se mantendrá en el armario la cantidad de galones requeridos para las tres actividades.

Se elaboró la Figura 52, la cual muestra los insumos y herramientas distribuidos en los tres armarios, así como se ha dividido, de acuerdo a cada actividad. Cabe indicar que en el caso de que se el insumo o herramienta se repita en las actividades mencionadas, estos serán colocados juntos, con el objetivo de mantenerlos en un solo lugar del armario y sea más sencillo ubicarlos.

	Área de Ensamblado	Área de Acabado	
		Sellado	Laqueado
Verde (materiales principales)	<ul style="list-style-type: none"> - Tornillos - Clavos - Lija - Cola (3 galones) 	Armario 1	
		<ul style="list-style-type: none"> - Huiape (3kg) - Algodón (1kg) - Clavos (3kg) - Lija fina de 180 de grosor - Talco (5 kg) 	<ul style="list-style-type: none"> - Algodón (1kg) - Lija fina de 150 y 220 de grosor
Azul (herramientas principales)	<ul style="list-style-type: none"> - Martillo - Mazo - Sierra de mano - Prensa de mano 	Armario 2	
		-	-
Rojo (materiales peligrosos)	-	Armario 3	
		<ul style="list-style-type: none"> - Selladora (20 galones) - Tiner (40 galones) 	<ul style="list-style-type: none"> - Laca brillante (4 galones) - Sellamate (2 galones) - Tiner (12 galones) - Retardador (1 galón)

Figura 52. Distribución de armarios propuesta

Es importante indicar que no se ha considerado materiales en el subproceso Cepillado, ya que solo se requiere madera y la máquina.

- Organizadores en mesa de trabajo

Se plantea implementar una división en las mesas de trabajo del área de Ensamblado, esta división se colocará en una esquina de la mesa con el objetivo de tener cerca los insumos necesarios para el ensamblado, de modo que, el trabajador opere de manera más eficiente al tener una gestión visual apropiada de los insumos, sin desperdiciarlos. La mesa

a implementar se muestra en la Figura 53.



Figura 53. División en mesa de trabajo para colocar insumos.

- **Sistemas de etiquetas incorporadas**

Se plantea colocar nombres y etiquetas con colores a las herramientas e insumos, de modo que los trabajadores logren identificarlos rápidamente.

Cabe indicar, que se ha hecho la clasificación de accesorios y se les asignó etiqueta con borde verde para los insumos principales, con borde azul para las herramientas principales y para la familia de productos de materiales líquidos mantiene la etiqueta de color rojo, dado que son inflamables y los trabajadores deben tomar las precauciones del caso.

Se ha colocado una tabla de la representación de cada color de las etiquetas y la zona donde se ubica cada herramienta e insumo de acuerdo a su color, de modo que los trabajadores sepan el tipo de elemento que utilizarán. Se elaboró la Figura 54, la cual se colocará en una columna del taller para que los trabajadores cuenten con visibilidad de la misma.

Color	Significado	Descripción
Verde	Materiales principales	Materiales principales del flujo productivo
	Materiales no peligrosos	
Azul	Herramientas principales	Se colocan las herramientas principales del flujo productivo
	Herramientas seguras	
Rojo	Material inflamante	Materiales que son inflamantes y al tener contacto con el fuego pueden provocar un incendio
	Señal de peligro	

Figura 54. Hoja de representación de etiquetado.

- Diagrama Spaguetti mejorado - plantas mejorado

La distribución mejorada de la planta permitirá el óptimo flujo productivo, de modo que los muebles se fabriquen en los tiempos adecuados y se cumpla con la fecha de entrega al cliente. Se elaboró la Figura 55, en la cual se muestra la distribución mejorada de la planta, donde a diferencia de la distribución actual, se ha considerado que el trabajador se traslada de estación en estación siguiendo un flujo continuo, de modo que no haya cruces entre estaciones y se eviten traslados innecesarios, se realizó la disposición de la maquinaria e instrumentos de acuerdo a este flujo. Se tuvo como input la descripción del flujo productivo conversado con el gerente general y el operario experto con lo cual se logró redistribuir el lugar, mejorando así los tiempos de entrega de los muebles a los clientes.



Figura 55. Diagrama Spaguetti mejorado.

c. Seiso (Limpieza)

- Objetivo

Se utilizará la tercera S con la finalidad de limpiar las zonas de trabajo donde se llevan a cabo las actividades productivas más críticas y no se encuentran en un estado óptimo para que los trabajadores logren desenvolverse de manera adecuada, lo que a su vez no permite seguir el flujo productivo óptimo, por lo que el trabajador invierta tiempo en la limpieza de la zona donde trabajará, originando demoras en las operaciones a llevar a cabo.

- Estado actual

Actualmente, el taller donde se lleva a cabo el flujo productivo de los muebles, no se encuentra en condiciones óptimas para trabajar como lo son las áreas de Cepillado, Ensamblado y Acabado, generando que las operaciones que se lleven a cabo en cada estación no se realicen de manera óptima. En la zona de Ensamblado, debido a los desperdicios como los retazos de madera sobrantes en el lugar de trabajo, el operario no

puede realizar los traslados o movimientos de manera adecuada, lo cual genera que se invierta más tiempo del necesario en realizar las uniones de manera correcta. Los retazos de madera en la zona de Cepillado producto de otras actividades como el habilitado y corte de las tablas generan desperdicios que se dispersan en toda la zona perjudicando la actividad. Estos sobrantes se dejan en el área de trabajo y permanecen allí hasta que el trabajador requiera utilizar el área, generando así problemas al transitar por estos lugares, retrasando el proceso productivo y su flujo continuo. Asimismo, cabe indicar que existen cables sueltos en la zona de trabajo, lo cual es una condición de riesgos para los trabajadores y no permiten el libre tránsito.

Se elaboró la Figura 56, donde se muestra la zona de Acabado con polvo acumulado producto del proceso de Lijado, el polvo generado por este proceso perjudica al Sellado y Laqueado de los muebles, ya que el polvo que se genera cuando el trabajador comienza a lijar, se impregna en el mueble y no permite que se obtenga un mueble bien acabado, generando reprocesos, ya que el trabajador debe retocar el mueble para obtener el resultado deseado. Por lo mencionado el trabajador se demora más en culminar con el sellado y laqueado del mueble retrasando el flujo productivo. Asimismo, es importante resaltar que al momento de culminar con el sellado y laqueado, el trabajador deja en la zona de trabajo los galones vacíos y algunos galones con insumos sobrantes, también dejan restos de guaipe y algodón, los cuales originan un lugar con condiciones no óptimas para trabajar, lo que origina que cuando un trabajador deba llevar a cabo dichas actividades para un nuevo mueble, deba limpiar la zona de trabajo, generando retrasos.



Figura 56. Identificación de anomalías, fuente de suciedad y lugares de difícil acceso

Según lo observado en el taller de muebles y lo conversado con el gerente general, se identificaron las anomalías presentadas en la Tabla 30.

Respecto a las pequeñas deficiencias, se presentan los encajes inexactos durante la actividad de Ensamblado, al momento de unir las piezas, estas no encajan de manera exacta y se realizan esfuerzos adicionales para lograr el resultado esperado, lo cual se origina, ya que el trabajador hace uso de las máquinas de otras estaciones para ayudarse a sostener las piezas a ensamblar. Asimismo, en determinadas oportunidades se presentan derrames de cola al momento de proceder con el ensamblado de piezas, es decir, al momento de unir las piezas con cola, este insumo se derrama en la zona de la unión y al finalizar el ensamble el trabajador limpia dichos restos de cola. Estas deficiencias se presentan dado el reducido espacio en la zona de trabajo, así como la falta de soportes para proceder con las uniones, lo cual origina que el trabajador no manipule libremente las piezas a ensamblar y se produzcan dichos derrames. Asimismo, la presencia de desperdicios (polvo, viruta y restos de madera) en la estación de trabajo no permite que los trabajadores se movilen de manera adecuada para lograr ensambles exactos. Al momento de laquear o sellar un mueble, las partículas producto del Lijado se adhieren a las piezas, perjudicando el acabado del mueble. Otra deficiencia son los fuertes ruidos a los que son expuestos los trabajadores producto de

la falta de mantenimiento de algunas máquinas y también los olores fuertes de la selladora, tiner y laca utilizados en las actividades de Acabado. Es importante mencionar, que en las zonas de Ensamblado y Acabado existen cables sueltos de las máquinas contiguas a dichas áreas, esto dificulta el libre tránsito de los trabajadores. Respecto a la iluminación del taller, las zonas de trabajo no se encuentran iluminadas lo suficiente para que los trabajadores logren realizar sus operaciones de la mejor manera.

Para hacerle frente a estas deficiencias, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- Mantener limpias las zonas de trabajo, cada vez que se termine de cepillar y/o habilitar las tablas de madera, el trabajador debe limpiar la zona de trabajo, de modo que los restos de madera no queden en el suelo y se dispersen por las áreas contiguas. Por el contrario, dichos desperdicios deben ser eliminados de la zona de trabajo y no perjudicar el flujo continuo de producción. De modo que cuando deba realizar la siguiente actividad se encuentre la zona de trabajo libre de retazos de madera, polvo y desperdicios.
- En el caso de los olores fuertes producto de la actividad de Acabado, se propone contar con el espacio despejado, de modo que al momento que el trabajador realice sus operaciones de Acabado, los olores producto de los insumos utilizados no se acumulen en el espacio reducido, asimismo, los trabajadores deberán generar el hábito de cerrar los envases de selladora, pintura y laca para que los olores no se incrementen.
- Respecto a los fuertes ruidos de la maquinaria, se plantea mantener las máquinas en buen estado, con el objetivo de no perjudicar a los trabajadores con los fuertes ruidos, por lo que para mantener la maquinaria en óptimas condiciones se deberá realizar mantenimiento de las mismas. Asimismo, se debe proporcionar a los trabajadores tapones auditivos para que el ruido no afecte a los trabajadores. Al mantener las máquinas en buen estado funcionarán de forma óptima.

Para hacerle frente al incumplimiento de las condiciones básicas, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- En el caso de las zonas de trabajo no despejadas producto de los objetos utilizados en las diferentes actividades del flujo productivo, se propone que una vez el trabajador culmine sus actividades, regrese las herramientas a sus respectivos lugares, con la finalidad de mantener la zona de trabajo limpia y despejada.
- Con el objetivo de mantener las zonas de trabajos iluminadas y el trabajador pueda operar correctamente, se propone realizar una distribución correcta de los lugares que requieren mayor iluminación e implementar nuevas conexiones de luz que mantengan iluminadas las zonas de trabajo.

Para hacerle frente a los puntos inaccesibles, se plantea seguir con la siguiente mejora:

- En la actividad de Ensamblado, el trabajador realiza giros para obtener los resultados requeridos, pero no puede operar libremente, ya que el espacio se encuentra con materia prima a los lados, insumos o desperdicios de madera, por lo que se propone destinar un determinado lugar para almacenar la materia prima (madera) e insumos, de modo que estos elementos ya no sean colocados en las zonas de trabajo. Se implementará un almacén de materia prima, de producto en proceso y también se implementará un armario, donde se encuentren insumos, materiales y herramientas para las actividades de Acabado.

Cabe indicar que el sistema de alumbrado, debido a que no se puede segmentar, se está considerando en todo el taller y no solo en las áreas críticas.

Para hacerle frente a los focos de contaminación, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- Cada vez que se culminen con las actividades de Cepillado, Ensamblado y Acabado, se debe limpiar las estaciones de trabajo donde se llevan a cabo dichas actividades, de modo que los desperdicios de madera, así como el polvo o viruta producto de estas actividades, no perjudiquen el correcto flujo productivo y no contaminen las zonas de trabajo.
- En el caso de las actividades de Acabado, se propone llevar a la zona de trabajo solo los insumos necesarios, de modo que no existan mayor cantidad de tiner, laca, pintura, selladora en la zona, ya que al permanecer abiertos estos insumos en la zona de trabajo contamina el ambiente y a la vez se desperdicia el material.
- En el caso del Ensamblado, luego de culminar con esta actividad, quedan pernos, tornillos entre otros elementos en el suelo, se propone llevar la cantidad exacta que se destinara para ensamblar cada mueble para que no se generen excesos de insumos y queden en el suelo como desperdicios. De esta manera, se evitará la pérdida de insumos y mantener la zona de ensamble libre de elementos contaminantes.

Para hacerle frente a las fuentes de defectos de calidad, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- Se generan partículas de polvo y viruta producto del corte, habilitado y cepillado, estas se adhieren a los muebles que se encuentran en proceso de Acabado, lo cual genera que el mueble final tenga grumos, por lo que se propone, de modo que estas partículas no logren adherirse a los muebles.
- Se propone implementar una mesa de trabajo y soportes para que se coloquen las piezas a ser ensambladas y el trabajador pueda realizar las uniones de manera correcta, de esta forma los ensambles serán exactos y no se realizarán esfuerzos innecesarios. Asimismo, se plantea mantener el lugar libre de desperdicios para que el trabajador realice las uniones de

manera correcta.

- Respecto a las actividades de Acabado, en época de invierno, la humedad produce que los muebles contengan partes que no puedan ser trabajadas y al momento del sellado, pintado y laqueado se visualicen rayas en el mueble. Lo que se viene haciendo actualmente, es usar más material para rellenar estas partes, de modo que, a pesar de la humedad, este producto permita obtener un producto final de calidad.

Para hacerle frente a los elementos innecesarios, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- Los cables sueltos innecesarios deben ser eliminados, se propone solo mantener los cables requeridos por máquina y que estos se encuentren cubiertos, de modo que no representen riesgo para los trabajadores.
- Se tienen máquinas antiguas, se cuenta con máquina garlopa cepilladora porque se encuentra en mal estado. Asimismo, se cuenta con la máquina Tupi, la misma que ya no se utiliza y fue reemplazada por la máquina Ruteadora, se propone arreglar la máquina cepilladora para que sea utilizada cuando exista mayor demanda de muebles. En el caso de la máquina Tupi, esta deber ser vendida, ya que fue reemplazada por una máquina más práctica, facilitando el ruteado.

Para hacerle frente a los lugares inseguros, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- En el caso de los cables sueltos que salen de las máquinas, se propone el recubrimiento de estas conexiones con el objetivo de que los cables no se encuentren expuestos y puedan ocasionar accidentes. Asimismo, se propone colocar avisos de seguridad para mantener las zonas de trabajo seguras.

- En el caso de los desniveles del suelo, se plantea nivelar el suelo para que los trabajadores puedan movilizarse correctamente y no se generen caídas, poniéndolos en riesgo de accidentes.

Según lo observado en el taller de muebles y lo conversado con el gerente general, se identificaron las anomalías presentadas en la Tabla 30.



Tabla 30

Identificación de anomalías en la empresa.

Anormalidad	Ejemplos
1. Pequeñas deficiencias	
-Daños	Cuadros inexactos, cortes errados
-Contaminación	Polvo, viruta, suciedad, desperdicios
-Adhesión	Cúmulo de partículas (polvo y viruta) en producto en proceso
-Fenómenos anormales	Fuertes ruidos de la maquinaria, vibración, olores fuertes de la pintura, laca y selladora
2. Incumplimiento de condiciones básicas	
-Indicadores de nivel	Estaciones de trabajo con suciedad (polvo, retazos de madera)
-Lugar no despejado	No se tiene un lugar libre de objetos para operar correctamente
-Iluminación	Iluminación baja, no adecuada para realizar cortes y cepillar
3. Puntos inaccesibles	
-Limpieza	Zonas de trabajos con desperdicios y retazos de madera
-Ensamblado	Disposición inadecuada de mesas de trabajo para ensamble de las piezas de un mueble
-Área de corte	Acceso limitado para realizar los cortes con medidas adecuadas
-Habilitado y cepillado de madera	Poco espacio para que los trabajadores se posicionen de manera adecuada para habilitar, cepillar y cortar tablas de madera
4. Foco de contaminación	
-Materia prima	Retazos de madera en zonas de trabajo
-Líquidos	Derrames de laca, tiner y pintura
-Insumos	Pernos, tornillos, guaipe y algodón en el suelo
5. Fuentes de defectos de calidad	
-Partículas extrañas	Polvo y viruta se adhieren a productos en proceso de acabado
-Choques	Choque entre la madera y el trabajador en actividad de Corte
-Humedad	Acabado de muebles con estándares de calidad no adecuados
-Falta de espacio	No hay suficiente espacio para proceder con cortes que requieren mayor movilización del trabajador
6. Elementos innecesarios	
-Equipo eléctrico	Cables sueltos saliendo de determinadas máquinas
-Instrumentos	Instrumentos ubicados en el piso y zonas de trabajo, cuando no son requeridos para la operación que se lleva a cabo
-Maquinaria rotativa	Máquinas ubicadas en zona de trabajo cuando no se utilizan
7. Lugares inseguros	
-Maquinaria	Zonas de trabajos con maquinaria en diferentes posiciones, obstruyendo el tránsito de trabajadores y objetos
-Luces	Cableado de luz inadecuado, sin protección ni avisos de seguridad
-Suelos	Suelos desnivelados para el traslado seguro de los trabajadores
-Instalaciones eléctricas	Cableado eléctrico inadecuado, sin protección ni avisos de seguridad

En la tabla 31, se muestran las fuentes de suciedad presentadas en el taller de muebles.

Tabla 31

Identificación de Fuentes de suciedad/Contaminación.

Prevenir fugas y derrames
Prevenir fugas, derrames o dispersión de:
-Líquidos (laca, tiner, selladora)
-Polvo producto del cepillado, lijado y corte
-Viruta
-Materia prima (retazos de madera)
-Otros materiales en proceso (madera ya cortada)
-Materiales innecesarios (tornillos, clavos, etc)

Nota: Fuentes de suciedad identificadas en la empresa

En la Tabla 32, se muestran los lugares de difícil acceso en el taller de muebles.

Tabla 32

Identificación de Puntos/Lugares inaccesibles

Mejorar la accesibilidad
Mejorar la accesibilidad a lugares que son difíciles de:
-Limpiar
-Ubicarse para realizar cuadros exactos
-Movilizarse para realizar cortes correctos
-Inspeccionar
-Operar en las actividades de habilitado, cepillado y corte
-Realizar los ajustes necesarios a las maquinarias
-Realizar modificaciones pertinentes a las piezas del mueble en proceso

Para hacerle frente a eliminar y reemplazar las fuentes de suciedad (FS) y lugares de difícil acceso (LDA)

- Se propone que cada vez que se termine con las actividades de Sellado y Laqueado, el trabajador debe dedicar un tiempo de 6 minutos en promedio para limpiar los desperdicios generados producto de dichas actividades, se debe recoger los restos de guaipe y los galones

ya utilizados en su totalidad, posterior a esto se debe colocar estos desperdicios en una bolsa y ubicar la bolsa en zona de desperdicios para que al final del día sean recogidos por el personal de limpieza.

- Es importante que se elimine el polvo acumulado por trabajos anteriores, de modo que se cuente con un lugar de trabajo adecuado para el trabajador, así como para el flujo productivo. Al realizar la limpieza de la zona de trabajo antes de comenzar con el sellado y laqueado de los muebles, se podrá llevar a cabo dichas actividades de manera correcta obteniéndose un mueble de buena calidad.

3.3.3 Manual de funciones estandarizadas

A continuación, se muestra el manual de funciones estandarizadas para el proceso de Ensamblado, los manuales estandarizados de los subprocesos de Cepillado, Sellado y Laqueado se encuentran en el **Anexo C**.

- Manual de funciones para Subproceso Ensamblado

1. Objetivo

Establecer parámetros y funciones a realizar para llevar a cabo la actividad de Ensamblado, de modo que se garantice el cumplimiento de la cantidad de muebles a producir durante un mes. El procedimiento descrito en el manual debe ser aplicado por los trabajadores de la empresa para lograr los resultados deseados, manteniendo al mismo tiempo los estándares de calidad y eficiencia en el proceso de ensamblado de los muebles.

2. Alcance

Designar funciones al trabajador que realizará el ensamblado considerando las mejoras implementadas para lograr mayor eficiencia y eficacia en dicha actividad. Esto

incluirá la identificación de las tareas clave que deben realizarse durante el proceso de ensamblado.

3. Responsables

- Operario de producción: encargado de ensamblar las piezas que forman un mueble.
- Técnico de producción: encargado de monitorear el cumplimiento de condiciones y mejoras propuestas para el ensamblado.

4. Descripción

El manual de funciones es una guía práctica para que la actividad de Ensamblado se lleve a cabo de manera correcta y eficiente.

5. EPP

El trabajador para proceder con el ensamblado deberá contar con lo siguiente:

- Protección de cabeza: Casco de seguridad
- Protección Facial: Gafas y protectores faciales.
- Protectores Auditivos: Tapones y orejeras
- Protección Respiratoria: Respiradores y mascarillas
- Zapatos de seguridad
- Guantes de seguridad
- Ropa de trabajo

6. Funciones

6.1 Traslado de piezas de madera a zona de Ensamblaje

La actividad anterior al Ensamblado es el Lijado, el área de Ensamblado y Lijado se encuentran contiguas, por lo que el traslado a la zona de Ensamble se realizará en un promedio de 5 minutos.

6.2 Búsqueda de materiales y herramientas dentro del armario

Dado a que los materiales y herramientas se encontrarán en el armario, el trabajador se debe acercar al armario e ir a la zona de Ensamblado, donde encontrará lo necesario para proceder con el Ensamblado. La búsqueda de materiales y herramientas se realizará en un promedio de 2 minutos.

6.3 Traslado de materiales y herramientas a zona de trabajo

Una vez ya se cuente con los materiales y herramientas seleccionados, el trabajador debe trasladarse hacia la zona de Ensamblado, lo cual debe realizar en 1 minuto en promedio, ya que el armario se encuentra ubicado entre la zona de Presentación, Acabado y Ensamblado.

6.4 Colocación de piezas, materiales y herramientas en mesa de trabajo

El trabajador colocará las piezas a unir y los materiales que utilizará sobre la mesa de trabajo, de modo que pueda manipular libremente las piezas a ensamblar. Cabe indicar que en el caso de los clavos y tornillos, estos se colocarán en la división de la mesa, con el objetivo que no se pierda material y sea sencillo de manipular por el trabajador.

6.5 Unión total de piezas

Cuando el trabajador ya cuenta con las piezas acomodadas sobre la mesa, debe proceder a realizar las uniones con los clavos y/o tornillos de acuerdo al modelo del mueble. Asimismo, utilizará la cola para que las piezas a unir queden completamente juntas.

6.6 Colocación de partes unidas recostadas en pared

El trabajador debe recostar las piezas (parantes, escaleras y barandas) ya ensambladas en la pared antes de que pasen a la zona de acabado.

6.7 Regresar las herramientas a sus respectivos lugares

Al culminar con la actividad, el trabajador debe regresar las herramientas e insumos sobrantes a sus respectivos lugares.

d. Seiketsu (Estandarización)

Objetivo

Lograr la estandarización de los subprocesos productivos críticos, de modo que los trabajadores cuenten con un procedimiento a seguir para la producción de muebles. Se identificarán los diagramas de flujo actual y se implementarán mejoras para contar con un flujo productivo continuo y sin generar tiempos muertos. De esta forma, el trabajador tendrá mapeada la secuencia a seguir en cada subproceso.

Estado actual

Se elaboró la Figura 57, la cual muestra el diagrama de flujo actual del proceso de Ensamblado. Este proceso comienza con el traslado manual de piezas a ensamblar a la zona de trabajo, luego se procede a la búsqueda de materiales y herramientas requeridos para esta actividad, los mismo que se encuentran dispersos en el taller, sin una ubicación fija, por lo que el trabajador se demora en ubicarlos, generando retrasos en el flujo productivo. Una vez localizados los materiales y herramientas, estos se trasladan a la zona de trabajo. Luego de esto, las piezas a ensamblar son colocadas en la mesa de trabajo y se procede con la unión de piezas de manera parcial. Generalmente, faltan materiales para culminar con el ensamblado, por lo que el trabajador se dirige a la ferretería, compra los materiales faltantes y regresa al taller. Posterior a lo indicado, se procede con la unión total de las piezas y finalmente ya se colocan las partes ya ensambladas al lado de la mesa de trabajo.



Figura 57. Diagrama de flujo de Ensamblado actual.

La actividad de Acabado está compuesta por tres procesos, Sellado, Pintado y Laqueado. Solo se describirá el proceso actual de la actividad de Sellado y Laqueado, ya que ambas son actividades críticas.

Se elaboró la Figura 58, la cual muestra el diagrama de flujo actual del proceso de Sellado, el cual comienza con el traslado manual de las piezas de madera a la zona de Acabado, luego el trabajador busca los insumos necesarios en todo el taller, ya que no cuentan con ubicación fija y traslada los insumos a la zona de Acabado, una vez allí, se procede con la apertura los galones de selladora y tiner, estos insumos son mezclados y se procede con el sellado. Generalmente, faltan insumos (selladora, tiner y guaípe), para culminar con el sellado del mueble, por lo que el trabajador se traslada a la ferretería a comprar la cantidad faltante y luego regresa al taller, lo cual origina retraso en el término de la actividad. Una vez cuente con los insumos necesarios, se prepara la mezcla adicional para culminar con el proceso de Sellado y se termina el sellado del mueble. Es importante mencionar que, al terminar dicha actividad, se dejan abiertos los galones con resto de selladora, lo cual se da ya que no se lleva control de los galones requeridos por cada tipo de mueble. Cabe indicar que los desperdicios de la actividad de Acabado son dejados en la zona de trabajo perjudicando el libre tránsito, también se generan demoras, ya que, para

comenzar a trabajar un nuevo mueble, se debe limpiar la zona de trabajo.



Figura 58. Diagrama de flujo de Sellado actual.

Se elaboró la Figura 59, la cual muestra el diagrama de flujo actual del proceso de Laqueado, en esta actividad no se trasladan las piezas a laquear desde otra área, ya que las actividades de sellado, laqueado y pintado se llevan a cabo en la misma zona de Acabado, el trabajador solo debe coger las piezas ya pintadas e iniciar con la actividad de Laqueado. Esta actividad comienza con la búsqueda de insumos necesarios en todo el taller, ya que al igual que los insumos requeridos para el Sellado, los insumos requeridos para el Laqueado tampoco cuentan con ubicación fija, una vez que el trabajador los encuentre, los traslada a la zona de Acabado y procede con la apertura los galones de laca y tiner, los cuales son mezclados y se procede con el laqueado del mueble. En el laqueado del mueble, se presenta déficit de insumos como laca y tiner, por lo que, para culminar con el laqueado total del mueble, el trabajador se traslada a la ferretería a comprar la cantidad estimada faltante y luego regresa al taller, generando que el término del laqueado se prolongue. Al ya contar con los insumos necesarios, se prepara la mezcla adicional para culminar con el proceso de Sellado y se procede a dar el acabado final al mueble con el segundo laqueado. Es importante mencionar que, al culminar dicha actividad, se dejan abiertos los galones con resto de laca, esto se da ya que no se tiene un control de los galones requeridos por cada

tipo de mueble, los cuales son desperdiciados y perjudican el libre tránsito.



Figura 59. Diagrama de flujo de Laqueado actual.

Se elaboró la Figura 60, la cual muestra el diagrama de flujo actual del proceso de Cepillado. Este proceso comienza con el traslado manual de tablas a zona de trabajo, luego el operario limpia la máquina, ya que la máquina se encuentra con restos de viruta producto de anteriores cepillados. Una vez limpia la máquina, el operario ajusta la maquinaria para operar las tablas de madera, se procede a colocar la tabla sobre la máquina, el operario manipula dicha tabla con el objetivo de posicionarla de manera adecuada para cepillarla. De igual forma se procede con todas las tablas que conforman un mueble y se van colocando una a una al lado de la máquina Garlopa. Es importante mencionar que al tener la zona de trabajo sin un orden establecido y con desperdicios en la zona de trabajo, no se cuenta con un lugar exacto para colocar las tablas cepilladas, por lo que se colocan al lado de la máquina Garlopa, impidiendo el libre tránsito dentro de zona de trabajo.

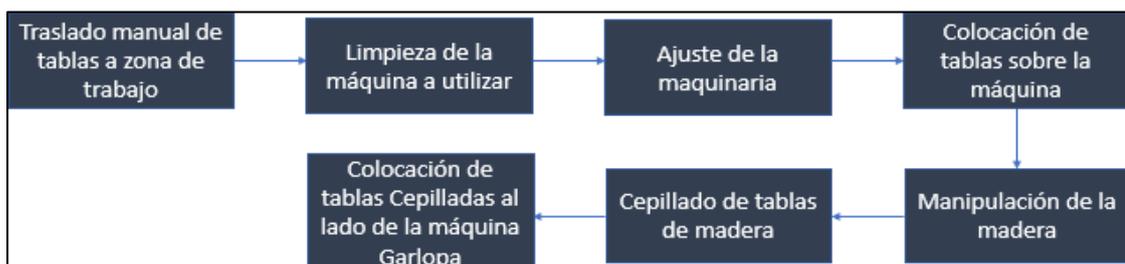


Figura 60. Diagrama de flujo de Cepillado actual.

Procesos estandarizados, estado mejorado

Luego de mostrar la situación actual de los procesos más críticos de la empresa, a continuación, se describirá como mejorar dichos procesos para optimizar el flujo productivo de obtención de un mueble. Cabe indicar que se propusieron mejoras por cada actividad crítica, de modo que el flujo de operaciones de cada actividad crítica sea estándar y cuando se deba realizar cualquiera de estas actividades (ensamblado, sellado, laqueado y cepillado) se sepa que flujo seguir, logrando operar de manera óptima.

Es importante indicar que se ha resaltado en color celeste las etapas de los sub procesos donde se han implementado mejoras, pero también es importante señalar que estas mejoras han tenido un impacto positivo en las etapas no resaltadas, reduciendo tiempos de ejecución de algunas etapas en comparación con el período anterior a la implementación de las mejoras, así como la eliminación de algunas partes de los sub procesos.

Se presentarán y describirán a detalle las mejoras propuestas para abordar los aspectos identificados previamente. A continuación, se detallan las mejoras propuestas y posteriormente, en la Tabla 33 se mostrarán los indicadores mejorados.

Las mejoras presentadas en la Figura 61 hacen referencia a la actividad de Cepillado. Con la aplicación de la S “Orden”, se logra obtener un lugar específico para colocar las tablas cepilladas, de modo que no se interrumpe el tránsito en la zona de trabajo y de como resultado una mejora en los tiempos de realización de esta actividad. Se elaboró la Figura 62, la cual muestra el ahorro luego de la mejora.

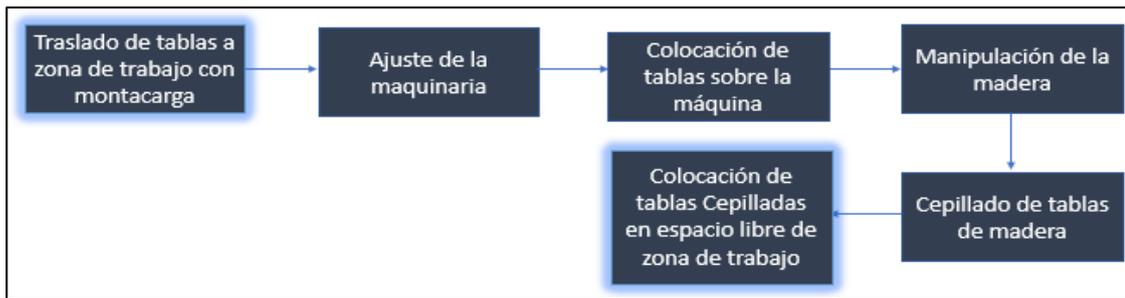


Figura 61. Diagrama de flujo de Cepillado mejorado.

Cepillado	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Actividades		
Total	62	44
Ahorro		-29%

Figura 62. Ahorro en el Cepillado.

Con la implementación de la redistribución de planta, la misma que se desarrolló en el acápite 3.4, el trabajador logrará trasladar las piezas de la estación de Lijado a la estación de Ensamblado en menor tiempo que en la actualidad ya que, en la nueva distribución, ambas áreas se encuentran contiguas. Además, se plantea la implementación de armarios en los cuales se colocarán los instrumentos, insumos y elementos necesarios para la producción de los diferentes muebles, de modo que cuando se requiera hacer uso de ellos para el ensamble de las piezas de madera, estos sean localizados fácilmente por los trabajadores. En adición a lo mencionado, se plantea colocar una división en una esquina de la mesa de trabajo, donde se colocarán los clavos y tornillos requeridos para el ensamble, de modo que no se encuentren dispersos en la mesa y se evite el desperdicio de dichos insumos, utilizándolos de manera efectiva. Es importante mencionar, que se realizará un mapeo de la cantidad de insumos requeridos por tipo de mueble con la finalidad de estandarizar el uso de dichos insumos y no se genere utilización mayor a la requerida, al tener mapeado la cantidad que se requerirá por mueble, se abastecerá de insumos para un mes, así no tendrán que trasladarse a comprar insumos faltantes a la ferretería y se procederá con el ensamblado total del mueble. Al finalizar el proceso, gracias a la redistribución de

planta se otorgó mayor espacio al área de Ensamblado, por lo que el trabajador cuenta con espacio suficiente para manipular las piezas a unir, asimismo, otro punto que se logrará mejorar con dicha redistribución es lograr espacio para colocar los productos en proceso en una zona destinada únicamente para recostar las piezas ensambladas en la pared, lo cual permite el libre tránsito y que la zona de trabajo no sea interrumpida por piezas ya trabajadas. Se elaboró la Figura 63, la cual muestra el proceso mejorado y en la Figura 64 se muestra el ahorro luego de la mejora.

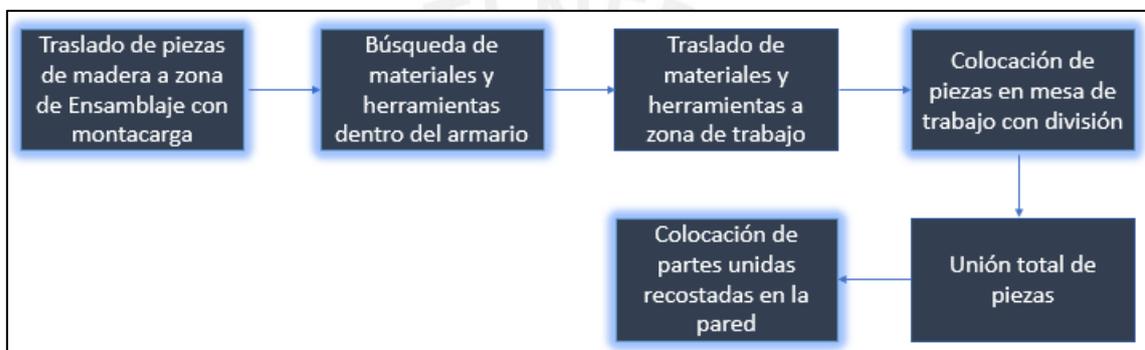


Figura 63. Diagrama de flujo de Ensamblado mejorado

Ensamblado	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Total	195	150
Ahorro		-23%

Figura 64. Ahorro por Ensamblado.

Las mejoras presentadas a continuación hacen referencia a la actividad de Sellado.

Con la implementación de la redistribución de planta, el tiempo en trasladar las partes del mueble ensamblado a la zona de Acabado será menor, ya que actualmente para llegar a la zona de Acabado el trabajador cruza varias estaciones y demora más en llegar a la zona de trabajo. Se implementará un armario para que el trabajador se dirija directamente donde se encuentran los insumos (selladora, tiner y guaipe) y pueda localizarlos rápidamente, cabe indicar que en el armario se tendrán insumos necesarios para la cantidad de muebles que

se fabricarán durante un mes, ya que así los trabajadores tendrán los insumos disponibles para ser utilizados, en lugar de ir a comprar cuando estos falten. Se clasificarán los insumos con etiquetas, donde indiquen qué tipo de material es, así el trabajador sabrá si son elementos principales, seguros o inflamantes.

Respecto a los galones con restos de material (selladora) dejados en la zona de Acabado, se propone que se mapee la cantidad de galones de selladora requeridos para cada tipo de mueble, con el objetivo de que se tenga la cantidad necesaria y no sobre ni falte dicho insumo, de esta forma también se evitará que queden galones con restos de material en el lugar y no se perderán insumos importantes para la fabricación de nuevos muebles, siendo así más eficientes. Asimismo, se plantea implementar zona de productos en proceso, por lo que cuando se culmine el Sellado de un mueble, se coloque en dicha zona para que las piezas sequen y se encuentre listas para la siguiente actividad (laqueado), lo cual ya no interrumpe el libre tránsito por dicha área y permite que se continúe con el sellado de otro mueble. Finalmente, se propone que el trabajador deseche los desperdicios, de modo que la zona de trabajo se encuentre libre para proceder a operar un nuevo mueble. Con las implementaciones mencionadas se ahorrará tiempo y no se perjudicará el correcto flujo de los procesos.

Se elaboró la Figura 65, en la cual se muestra el diagrama de flujo de la actividad del Sellado mejorado y en la Figura 66 se muestra el ahorro luego de la mejora.

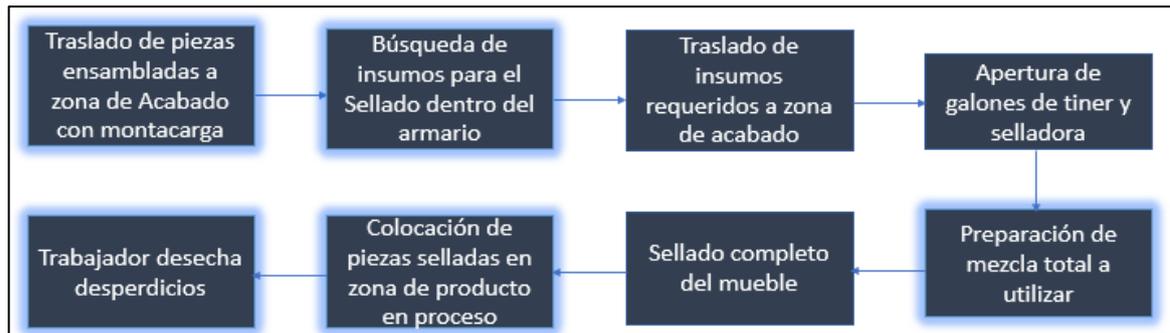


Figura 65. Diagrama de flujo del Sellado mejorado.

Sellado	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Actividades		
Total	215	153
Ahorro		-29%

Figura 66. Ahorro en el sellado.

Las mejoras presentadas a continuación hacen referencia a la actividad de Laqueado.

La actividad de Laqueado es similar al Sellado, por lo que las mejoras presentadas para el Laqueado serán las mismas que las del área de Laqueado. La diferencia entre ambas actividades es que el sellado sirve para darle una base al mueble en blanco (madera) y el laqueado es para darle el acabado final al mueble, cabe indicar que tanto el sellado y laqueado de un mueble corresponden a las actividades de Acabado. Una de las mejoras a implementar será contar con un armario, donde se encontrarán los insumos requeridos para el laqueado (laca, tiner y guaipe), el armario estará situado entre la zona de Acabado y Ensamblado, por lo que el trabajador evitará el traslado por todo el taller para encontrar los insumos, invirtiendo ese tiempo de búsqueda en el laqueado del mueble. Asimismo, se mapeará la cantidad de galones de laca requeridos para completar el laqueado de muebles fabricados durante un mes. Se plantea la implementación de un lugar para colocar los productos en proceso, y no se encuentren dispersos en la zona de trabajo, de modo que cuando el trabajador culmine el laqueado de las tablas de madera, se sitúen en este espacio. Finalmente, se propone realizar la limpieza de la zona con el objetivo de que la zona de

trabajo permanezca despejada para siguientes operaciones. Se elaboró la Figura 67, en la cual se muestra el diagrama de flujo de la actividad de Laqueado mejorado y en la Figura 68 se muestra el ahorro luego de la mejora.

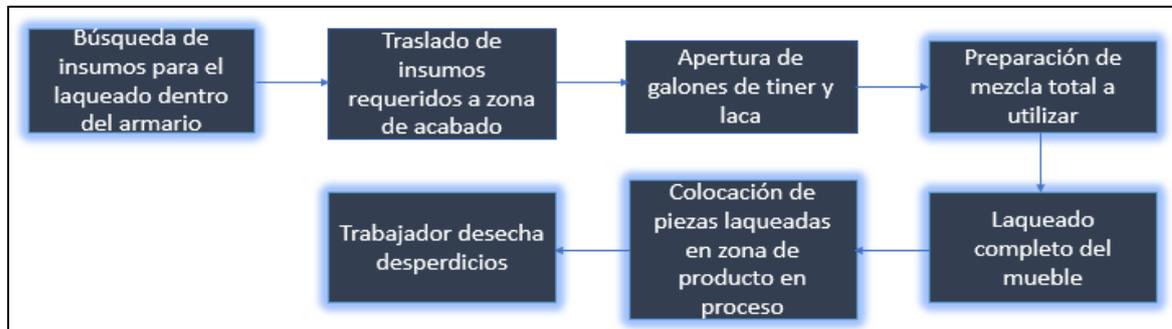


Figura 67. Diagrama de flujo del Laqueado mejorado.

Laqueado Actividades	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Total	90	63
Ahorro		-30%

Figura 68. Ahorro por Laqueado

Se elaboró la Tabla 33, en la cual se detallan los indicadores de los 4 problemas más representativos, la variación (%) se ha calculado respecto a la meta fijada para el año 2020, se puede ver que la variación mejorada disminuyó considerablemente como resultado de las mejoras propuestas.

Tabla 33

Indicadores mejorados.

Actividad	Indicador	Meta Indicador 2020	Indicador promedio	Variación Actual (%)	Indicador Mejorado	Variación Mejorada (%)
Habilitado y cepillado	Eficiencia en el cepillado de un mueble	40 min/mueble	62 min/mueble	55,00	44 min/mueble	10,00
Ensamblado	Eficiencia en el ensamblado de un mueble	134 min/mueble	195 horas/mueble	45,52	150 min/mueble	11,94
Acabado	Eficiencia en el sellado de un mueble	148 min/mueble	215 min/mueble	45,27	153 min/mueble	3,38
	Eficiencia en el laqueado de un mueble	62 min/mueble	90 min/mueble	45,16	63 min/mueble	1,61

Nota: La tabla muestra el indicador 2020, indicador promedio, indicador mejorado y la variación luego de la mejora.

e. Shitsuke (Disciplina)

Objetivo:

Dar continuidad a las 4S y mantenerlas en el tiempo en todos los niveles de la empresa, brindar capacitación respecto a lo implementado en cada “S” y luego realizar capacitaciones temporales de las mejoras aplicadas en los procesos.

Encargados de mantener las 4’S anteriores

1. Líder de mejora continua: se encargará de monitorear el cumplimiento de las mejoras implementadas en cada “S”, en el caso de que no se cumpla alguna durante su proceso de revisión, corregirá enseñándoles cómo se debe realizar. Asimismo, se encargará de calificar a los trabajadores con el check-list por cada actividad mejorada para conocer si están cumpliendo con los requerimientos. También, apoyará de manera cercana al técnico de producción durante los dos primeros meses.
2. Técnico de producción: Él se encargará de monitorear que se cumplan aquellas condiciones y mejoras propuestas en el día a día, ayudará a sus compañeros a realizar de

manera correcta y eficientes sus actividades, esta tarea la realizará con el seguimiento cercano del líder de mejora continua, para que este último le brinde soporte durante el proceso de incorporación de las mejoras.

3. Operario líder: El operario líder se encargará de monitorear las 4S incorporadas en el proceso de acabado, de modo que se logre obtener un producto óptimo. Los 3 primeros meses son funcionales para capacitar a los operarios, 3 capacitaciones en un mes, los 3 primeros meses. Los siguientes meses, cada mes se realizarán reuniones de revisión de indicadores para conocer el cumplimiento de cada uno.
4. Analista de mejora de procesos: El analista se encargará de tomar los tiempos en los que los trabajadores llevarán a cabo cada actividad mejorada y realizará el análisis de los datos para comprobar que se cumplan con que cada actividad se realice en los tiempos establecidos.
5. Líder de producción: se encarga de monitorear, dar el feedback a los operarios e impulsar las mejoras respectivas a los operarios.
6. Operarios: los trabajadores cuentan con 20 años en la empresa, tienen habilidades como la proactividad, son observadores, se propone trabajar la comunicación efectiva e incentivar el trabajo en equipo de manera más intensiva, con el objetivo de lograr los resultados esperado.

A continuación, se mencionarán las acciones a seguir para mantener en el tiempo las mejoras implementadas de las 4S anteriores.

a. Buenas prácticas en el taller

Se brindarán charlas respecto a la seguridad en el trabajo y la importancia de mantener un ambiente seguro. También, se brindarán charlas de la importancia de ser

eficientes con la utilización de los insumos, así como la importancia de colocar cada cosa en su lugar. Este programa de charlas se llevará a cabo los días lunes y jueves de todas las semanas durante los tres primeros meses, la líder de mejora continua.

b. Importancia de ser agente de cambio

Se realizarán capacitaciones que incentiven a los trabajadores a mantener las mejoras implementadas y aportar con los diferentes cambios planteados, de modo que, si algunos de ellos tienen dudas de cómo realizar las mejoras planteadas o no cumple con lo establecido, los demás puedan ayudarlo y ser agente de cambio.

c. Capacitación de procesos nuevos estandarizados

Se plantearon mejoras en tres actividades críticas las cuales son el Habilitado, Laqueado y Ensamblado, estas fueron mejoradas con la finalidad de que el proceso sea más eficiente. Para incorporar estos nuevos procesos estandarizados, se brindarán capacitaciones a los trabajadores, en las cuales se mostrará de manera teórica y práctica, cómo se debe llevar a cabo cada actividad y debe mantenerse en el tiempo.

d. Auditoría

Durante el primer mes posterior a la implementación de las mejoras, el operario líder, en colaboración con el líder de mejora continua, llevará a cabo la auditoría. En el mes siguiente, el operario líder de mejora continua realizará la auditoría de manera independiente, haciendo uso del formato proporcionado. Este formato de auditoría tiene como propósito verificar la efectiva implementación y sostenibilidad de las mejoras de Lean Manufacturing y la Redistribución de Planta.

A través dicho formato, se evalúan elementos cruciales como la reducción de desperdicios, la continuidad del flujo de trabajo y la organización de equipos. Es importante

indicar la relevancia del seguimiento a través de indicadores clave de desempeño (KPIs), inspecciones internas, formación de empleados y asignación de responsabilidades. El formato de auditoría se muestra en el **Anexo D**, y su implementación asegura la eficiencia operativa y un constante proceso de mejora en toda la organización.

e. Programa de charlas

Los lunes de cada semana durante el periodo de tres meses consecutivos se llevarán a cabo charlas, donde los trabajadores compartirán sus experiencias sobre la realización de sus actividades y la líder de mejora continua recibirá feedback sobre la puesta en marcha de las mejoras implementadas.

f. Programa de seguimiento:

Se realizó diagrama de Gantt para llevar a cabo el seguimiento del plan de mejora propuesta, de modo que se cumplan con las fechas propuestas para implementar cada mejora. El diagrama de Gantt (ver **Anexo E**), el cual incluye la implementación de 5S y distribución de planta, mostrará las fechas en las que cada mejora debe ser implementada, el líder de mejora continua realizará la revisión de las 4S, esto será una vez a la semana durante 4 meses y luego una vez por mes, ya que para este momento ya se habrán incorporado las mejoras y se mantendrán constantes en el tiempo.

g. Matrices de evaluación:

Se contarán con hojas de evaluación, las cuales tendrán preguntas respecto al cumplimiento de las cuatro primeras S, el líder de mejora continua realizará las evaluaciones dos veces por semana, los días martes y jueves, con el objetivo de tener mapeado cómo van avanzando los trabajadores respecto a las mejoras planteadas. En el caso, que el líder de mejora continua identifique que los puntajes evaluados no se encuentren dentro del rango permitido, se tomarán acciones correctivas para lograr los

resultados deseados. En el **Anexo F**, se muestran las matrices de evaluación a los trabajadores.

Para hacerle frente a las demoras y cruces entre estaciones en los procesos productivos, se plantea seguir con las siguientes mejoras:

- Se requiere tener un lugar libre de partículas que pueden afectar al acabado del mueble, lo cual se solucionará con la redistribución de planta, donde la zona de Acabado ya no se encontrará al lado del área de Lijado, por lo que las partículas de polvo no perjudicarán el acabado del mueble.
- Redistribuir la planta con la finalidad de mantener el flujo continuo para la producción de los muebles.
- Contratar al analista de mejora de procesos para que mapee la situación actual y plantee mejoras de distribución de planta con el objetivo de que no se presenten cruces innecesarios para optimizar los tiempos productivos.
- Poner en marcha las mejoras de Redistribución de planta.
- Se propone ubicar la maquinaria en zonas adecuadas para el libre tránsito de los trabajadores y de los productos en proceso, con el objetivo de que se permita el flujo continuo de las operaciones.

3.4 Distribución de planta

En este capítulo, se presentan los procedimientos a seguir para determinar la nueva distribución de planta con el objetivo de que la materia prima, maquinaria, insumos y herramientas se distribuyan de una forma óptima, de modo que el proceso de producción de un mueble siga un flujo continuo y evitar cruces innecesarios.

3.4.1 Diagrama de Operaciones Múltiple (DOPm)

Producto de las mejoras implementadas, se producirán 72 camarotes adicionales respecto a la situación actual (232 camarotes al año). Al incrementar en 31% la capacidad de producción, la empresa logrará fabricar y vender una mayor cantidad de muebles, alcanzando un total de 304 unidades al año y con la variación de los precios, los cuales se detallan en la Tabla 25, se muestra en la Tabla 34 el monto total de ventas anuales en el escenario actual y proyectado. Como resultado de lo indicado el total de ingresos asciende a S/586 778. Este incremento refleja el impacto positivo de la capacidad de producción ampliada en el éxito comercial de la empresa.

Tabla 34 Capacidad proyectada en base a ventas

Productos	Actual		Futuro	
	Ventas anuales (S/)	Porcentaje	Ventas anuales (S/)	Porcentaje
Master dos plazas abajo	51 600	12%	71 010	14.00%
Mixto económico	29 450	7%	40 539	7.00%
Normal	32 300	8%	44 463	6.00%
Lumingo	56 100	13%	77 208	15.00%
Multiuso	42 500	10%	58 474	10.00%
Camarote escritorio	62 160	15%	85 539	20.00%
Robinson	22 500	5%	30 957	4.00%
Master dos plazas abajo c/pasos	57 200	13%	78 699	10.00%
Master plaza y media	33 600	8%	46 229	5.00%
Master plaza y media c/pasos	39 000	9%	53 659	9.00%
Total	426 410	100%	586 778	100%

Nota: Se muestra ventas de los diez productos de la familia camarotes antes y luego de la mejora.

En la Tabla 34, se puede notar que los productos en los que se espera contar con mayor venta en el año 2023 es el camarote “Master de dos plazas abajo”, el camarote “Lumingo” y el camarote “Escritorio”, los cuales se proyectan vender en 14%, 15% y 20%, respectivamente.

Cabe indicar que se cuenta con las cotizaciones del año 2020 y 2021, en la Tabla 35

se muestra el detalle por año; sin embargo, no se logra cubrir la demanda, en la Tabla 36 se muestra el detalle de los muebles producidos y la demanda insatisfecha. Es importante indicar que con las mejoras propuestas de Lean Manufacturing y Distribución de planta, se logra cubrir la demanda insatisfecha, gracias al incremento en 31% de la capacidad de planta, con lo cual se producen al año, 72 muebles adicionales.

Tabla 35

Cantidad de muebles cotizados en el año 2021 y 2022.

Número de muebles cotizados					
ene-20	26	ene-21	26	ene-22	27
feb-20	26	feb-21	26	feb-22	27
mar-20	28	mar-21	27	mar-22	28
abr-20	24	abr-21	23	abr-22	24
may-20	25	may-21	25	may-22	25
jun-20	25	jun-21	25	jun-22	25
jul-20	33	jul-21	32	jul-22	33
ago-20	21	ago-21	21	ago-22	21
sep-20	22	sep-21	22	sep-22	23
oct-20	22	oct-21	22	oct-22	23
nov-20	24	nov-21	23	nov-22	24
dic-20	29	dic-21	28	dic-22	29
Total	306	Total	299	Total	309

Nota: La tabla expone la información brindada por la empresa respecto a camarotes cotizados en el año 2021 y 2022

Tabla 36

Muebles producidos y demanda insatisfecha 2021 y 2022

Número de muebles producidos					
2020	232	2021	230	2022	235
Demanda insatisfecha					
2020	74	2021	69	2022	74

Se elaboró la Figura 69, la cual muestra el diagrama múltiple de operaciones para la producción de un mueble de madera, se han considerado las estaciones de trabajo que forman parte del flujo productivo. Cabe resaltar, que se ha realizado el diagrama múltiple de los productos más demandados por los clientes. La unidad de carga de la madera es de

60 kg.

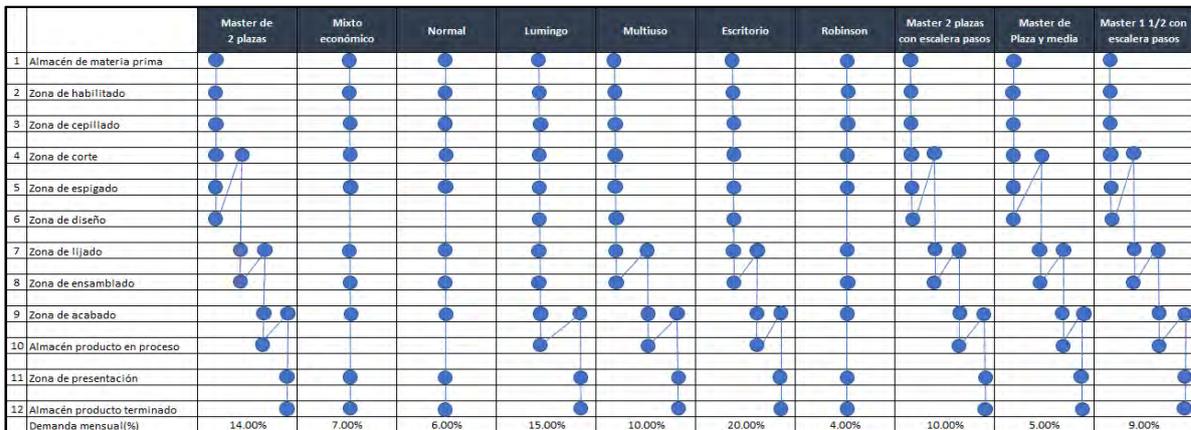


Figura 69. Análisis y propuesta de la Distribución Lógico – Funcional

3.4.2 Gráfica de Trayectorias (GT) de la empresa

Con la finalidad de evidenciar la proximidad existente entre las áreas de la empresa, a continuación, se mostrará la gráfica de trayectorias (GT), elaborado a partir de la Tabla 34. Se elaboró la Figura 70, la cual muestra el gráfico de trayectorias.

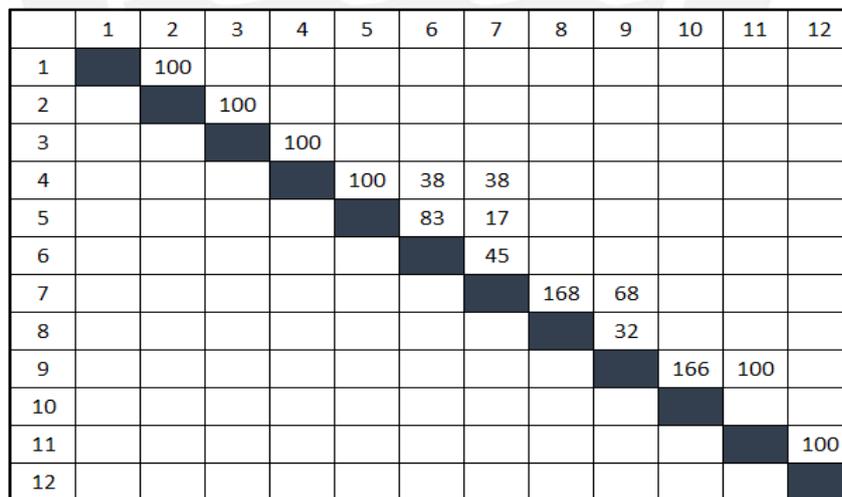


Figura 70. Gráfica de trayectorias

3.4.3 Diagrama de Recorrido (DR) de la Empresa

Se elaboró la Figura 71, donde se muestra el diagrama de recorrido, el cual se elaboró con el objetivo demostrar el flujo que se debe seguir para la producción de un mueble.



Figura 71. Diagrama de Recorrido actual.

3.4.4 Tabla Relacional de Actividades (TRA)

Se elaboró la Figura 72, la cual muestra el TRA de números en base de las ventas anuales de la Tabla 34.

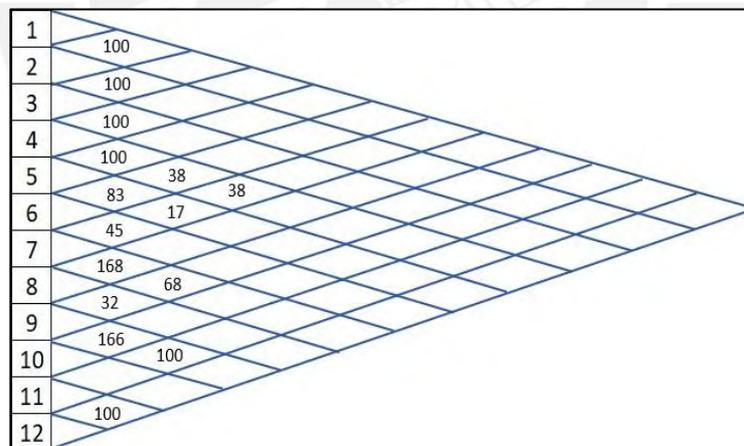


Figura 72. Tabla Relacional de Actividades - cuantitativa.

Se elaboró la Figura 73, la cual muestra el TRA de letras.

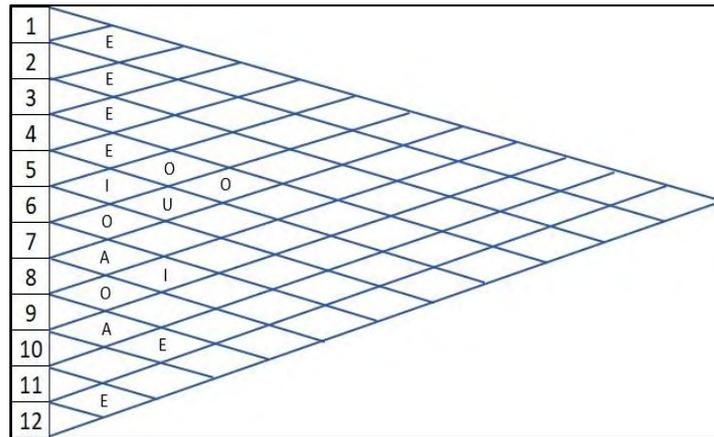


Figura 73. Tabla Relacional de Actividades - cualitativa.

Donde:

A: Absolutamente Necesarias

E: Especialmente Necesarias

I: Importante

O: Ordinaria o Secundaria

U: Innecesaria

3.4.5 Layout de Bloques Unitarios (LBU) de la Empresa

Como resultado del TRA, se obtuvo el layout de Bloques Unitarios de la empresa, ver Figura 74.

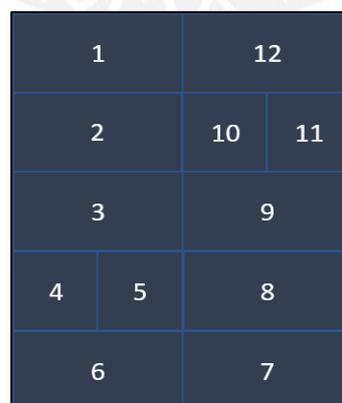


Figura 74. Layout de bloques unitarios de la empresa.

En el diagrama, se evidencia la cercanía que debe existir entre las zonas de Lijado y Ensamblado, así como la Zona de presentación y Almacén de Producto terminado, lo cual es correcto, ya que dichas zonas deben estar relacionadas entre sí porque los muebles en su mayoría deben pasar por las zonas mencionadas.

3.4.6 Método de Francis

Se utilizó el Método de Francis para asignar el orden en el cuál deben ubicarse las diferentes áreas. En la Tabla 37, se muestran los puntajes a emplear para el cálculo del ratio de cercanía total y en la Tabla 38 se muestra el cálculo del RCT. Asimismo, es importante indicar que no existe relación X entre ninguna combinación de áreas, ya que la empresa indicó que en su modelo de trabajo no hay justificación para que ello ocurra.

Tabla 37 Puntajes - Francis

Escala de puntajes - Francis

A	E	I	O	U	X
10 000	1 000	100	10	0	- 10 000

Tabla 38

Ratios de cercanía total

Áreas												Tipo de relación						Ratio de cercanía total (RCT)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	E	I	O	U	X		
1		E	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	0	1	0	0	10	0	1 000
2	E		E	U	U	U	U	U	U	U	U	U	0	2	0	0	9	0	2 000
3	U	E		E	U	U	U	U	U	U	U	U	0	2	0	0	9	0	2 000
4	U	U	E		E	O	O	U	U	U	U	U	0	2	0	2	7	0	2 020
5	U	U	U	E		I	U	U	U	U	U	U	0	1	1	0	9	0	1 100
6	U	U	U	O	I		O	U	U	U	U	U	0	0	1	2	8	0	120
7	U	U	U	O	U	O		A	I	U	U	U	1	0	1	2	7	0	10 120
8	U	U	U	U	U	U	A		O	U	U	U	1	0	0	1	9	0	10 010
9	U	U	U	U	U	U	I	O		A	E	U	1	1	1	1	7	0	11 110
10	U	U	U	U	U	U	U	U	A		U	U	1	0	0	0	10	0	10 000
11	U	U	U	U	U	U	U	U	E	U		E	0	2	0	0	9	0	2 000
12	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	E		0	1	0	0	10	0	1 000

A partir de lo indicado, con el cálculo de los valores de posición ponderados y considerando las relaciones entre áreas, se construye el diagrama de bloques, el cual se muestra en la Figura 75. El desarrollo del Método de Francis detallado se muestra en el **Anexo G.**

1	2
4	3
5	6
8	7
10	9
11	12

Figura 75. Diagrama de bloques

Se propone un Layout de bloques unitarios (Ver Figura 74) basado en el DRA, como el ordenamiento más favorable. Este diseño sigue un flujo continuo y coloca las estaciones de trabajo de manera contigua, evitando que los trabajadores crucen al frente de cada estación. Esto agiliza el traslado de materia prima y materiales en proceso entre estaciones, mejorando la manipulación de productos y optimizando la eficiencia del proceso. En contraste, el Método de Francis requiere cruzar al frente de cada estación, lo que dificulta la manipulación y puede afectar la eficiencia general del proceso.

Por tanto, se recomienda el primer ordenamiento para mejorar la productividad y el flujo del trabajo.

3.4.7 Requerimiento de Espacios – Taller

Se elaboró la Figura 76, la cual muestra los requerimientos de espacios de la situación actual de la empresa, así como los requerimientos de espacios de la nueva distribución del taller aplicando las mejoras mencionadas

Equipos	Actual			Propuesto		
	Cantidad	Área SS (m ²)	Área Total (m ²)	Cantidad	Área SS (m ²)	Área Total (m ²)
Máquina radial	1.00	4.40	4.40	1.00	4.40	4.40
Garlopa o cepilladora	1.00	1.05	1.05	2.00	1.05	2.10
Máquina Circular o Espigadora	2.00	1.21	2.42	3.00	1.21	3.63
Máquina Cinta	1.00	0.61	0.61	1.00	0.61	0.61
Lijadora de Disco	1.00	0.86	0.86	2.00	0.86	1.72
Áreas						
Área de ensamblado	0.00	0.00	0.00	1.00	7.56	7.56
Área de presentación	1.00	9.00	9.00	1.00	4.00	4.00
Área de Acabado	1.00	6.00	6.00	1.00	8.75	8.75
Almacenes						
Álmacen de materia prima	1.00	8.00	8.00	1.00	8.00	8.00
Álmacen de productos en proceso	0.00	0.00	0.00	1.00	3.61	3.61
Álmacen de producto terminado	1.00	7.50	7.50	1.00	8.41	8.41
Operarios	4.00	0.50	2.00	4.00	0.50	2.00
Armario de insumos y herramientas	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	1.50
Baños	1.00	2.72	2.72	1.00	2.72	2.72
Total			44.56			59.01

Figura 76. Cuadro de Comparación de Áreas

3.4.8 Cálculo de los espacios requeridos – Taller

Se utilizó el método de Guerchett para obtener los espacios requeridos, en la Figura 77 se muestran los resultados.

Actividad	Área SS(m ²)	n	Área total	N	SG (Área*N)	Altura	Área total* altura	SS+SG	k	SE	St por estación	ST Final
Máquina radial	4.40	1.00	4.40	1.00	4.40	1.30	5.72	8.80	0.30	2.62	11.42	11.42
Garlopa	1.05	2.00	2.10	2.00	2.10	1.00	2.10	3.15	0.30	0.94	4.09	8.17
Máquina Circular o Espigadora	1.21	3.00	3.63	2.00	2.42	0.90	3.27	3.63	0.30	1.08	4.71	14.13
Máquina Cinta	0.61	1.00	0.61	2.00	1.21	1.90	1.15	1.82	0.30	0.54	2.35	2.35
Lijadora de disco	0.86	2.00	1.72	2.00	1.72	1.00	1.72	2.58	0.30	0.77	3.35	6.69
Área de ensamblado	7.56	1.00	7.56	4.00	30.24	4.00	30.24	37.80	0.30	11.23	49.03	49.03
Área de presentación	4.00	1.00	4.00	3.00	12.00	4.00	16.00	16.00	0.30	4.75	20.75	20.75
Área de acabado	8.75	1.00	8.75	4.00	35.00	4.00	35.00	43.75	0.30	13.00	56.75	56.75
Almacén de materia prima	8.00	1.00	8.00	2.00	16.00	4.00	32.00	24.00	0.30	7.13	31.13	31.13
Almacén de productos en proceso	3.61	1.00	3.61	2.00	7.22	4.00	14.44	10.83	0.30	3.22	14.05	14.05
Almacén de producto terminado	8.41	1.00	8.41	2.00	16.82	4.00	33.64	25.23	0.30	7.50	32.73	32.73
Armario de insumos e instrumentos	1.50	1.00	1.50	1.00	1.50	1.90	2.85	3.00	0.30	0.89	3.89	3.89
Baño	2.72	1.00	2.72	1.00	2.72	4.00	10.88	5.44	0.30	1.62	7.06	7.06
Personas móviles	0.50	4.00	2.00	-	-	1.65	3.30	-	-	-	-	258.16

Figura 77. Requerimientos de espacio del Taller

Se elaboró la Tabla 39, la cual muestra el detalle del cálculo de K.

Tabla 39

Cálculo de K

Área*altura*n	189,01	Área*altura*n	3,30
Área*n	68,09	Área*n	2,00
Hfijo	2,78	Hmovil	1,65
K		= 0,30	

Nota: Detalle cálculo de K. Elaboración de la autora, 2023.

- Para el operario se ha considerado una altura promedio de 1,65 m y el área ocupada del operario sería de 0,5 M².
- Se considerará el 25% de área adicional (pasillos), aplicado sobre el resultado de la Figura 77, resulta igual a 323 M².

Cabe indicar que antes de las mejoras propuestas, el producto seguía un flujo productivo con diversos cruces entre estaciones, los trabajadores muchas veces se cruzaban para operar en las estaciones productivas. Lo indicado, se logró solucionar con la

redistribución de planta propuesta.

Se elaboró la Figura 78, la cual muestra la distribución de planta actual, se evidencian los cruces entre estaciones y en el **Anexo H** se muestran las diferentes áreas con las mejoras implementadas.

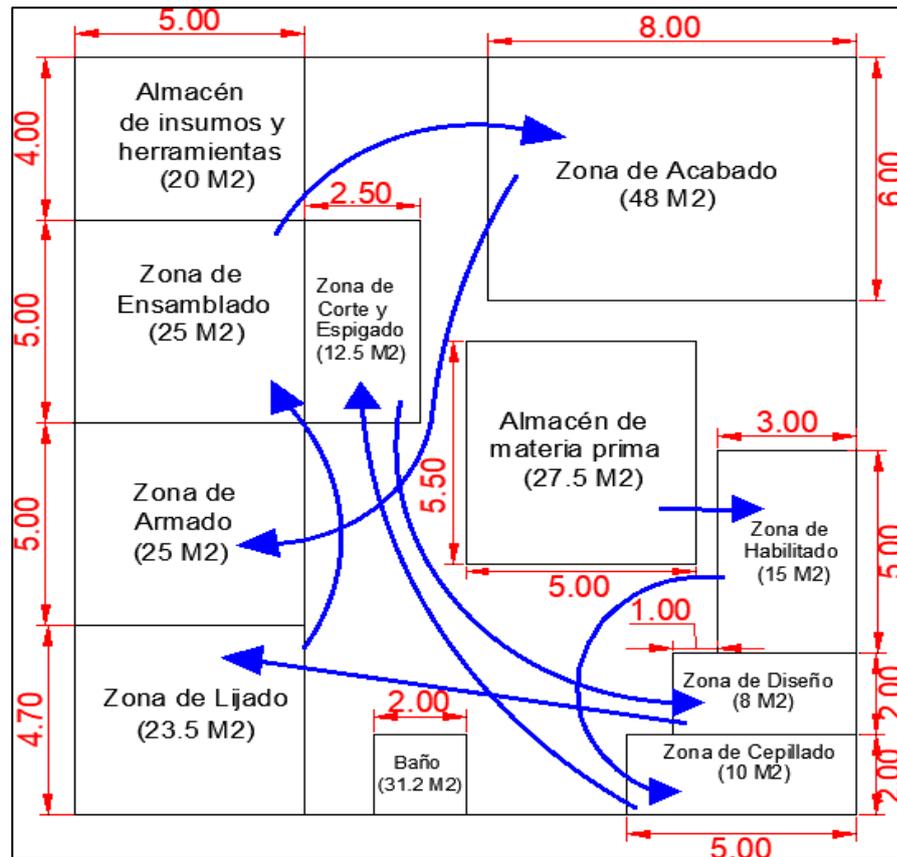


Figura 78. Distribución de planta actual

En la figura 79, se muestra el flujo productivo seleccionado.

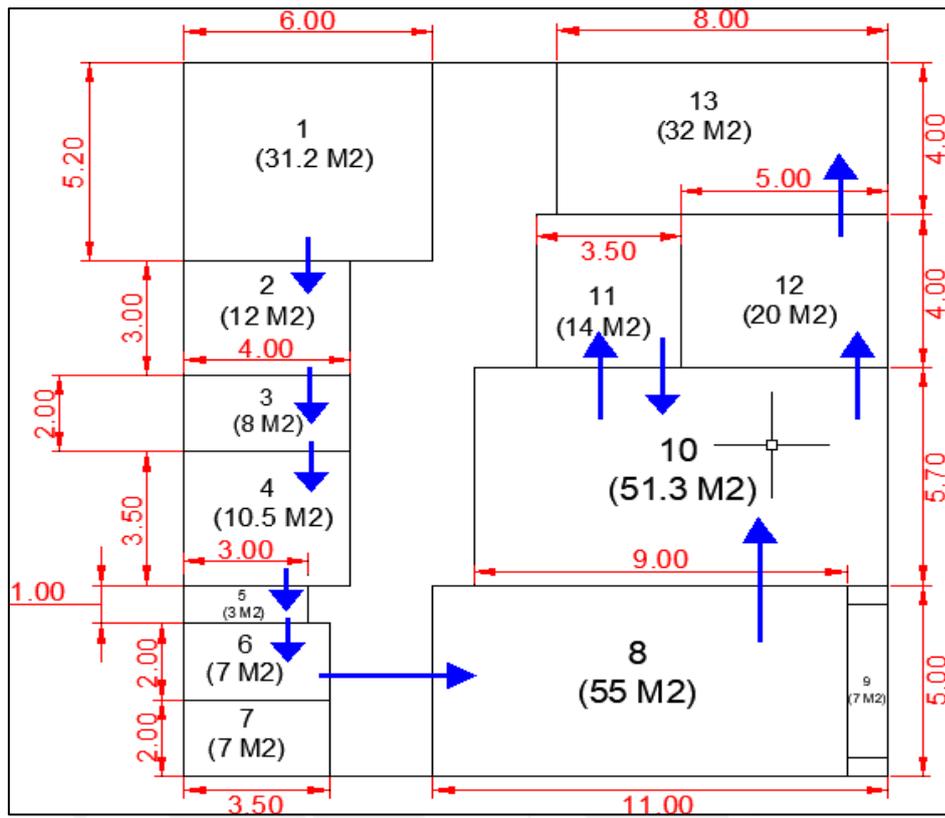


Figura 79. Distribución de planta mejorada

CAPÍTULO 4. EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA

En este capítulo, la evaluación técnica mostrará el impacto a través de indicadores claves para la empresa, evaluando así si las propuestas analizadas a nivel de redistribución de planta y Lean Manufacturing evidencian mejoras.

Es importante indicar que, para conocer la viabilidad de las propuestas, se tomará en cuenta la evaluación del TIR, VAN y finalmente el flujo de caja, ya que son parte de la evaluación económica.

4.1 Evaluación Técnica

La empresa busca reducir el tiempo de producción de cada mueble fabricado, ya que con ello podrá mejorar los tiempos de entrega a sus clientes. Los procesos que deben ser mejorados principalmente son el Sellado y Laqueado (Actividades de Acabado), el Ensamblado y Cepillado, en este punto se evaluará el impacto de las mejoras implementadas en la producción de un mueble.

4.1.1 Evaluación Técnica de procesos mejorados Sellado y Laqueado(Ac. Acabado)

Con la implementación de las propuestas, se presentan mejoras en tiempos en las actividades críticas del flujo productivo de un mueble y por consiguiente se incrementó la cantidad de muebles producidos.

Se mostrarán los tiempos actuales, así como los tiempos mejorados de las actividades de Acabado como el Sellado y Laqueado gracias a las mejoras implementadas considerando Lean Manufacturing y redistribución de Planta.

En la Tabla 40 se mostrará el ahorro en términos de tiempo para la actividad de Sellado. Se mapearon los tiempos actuales del flujo que sigue un mueble durante dicha

actividad y se logró una mejora del 29% con la implementación de los armarios, donde se organizan los materiales y herramientas, el mapeo de galones de insumos requeridos por mueble y la implementación de zona de productos en proceso para que las tablas selladas sequen sin interrumpir la zona de trabajo.

Tabla 40

Detalle de tiempos en el flujo del Sellado luego de las mejoras

Actividades	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Traslado manual de piezas ensambladas a zona de Acabado	7	0
Traslado con montacarga de piezas ensambladas a zona de Acabado	0	4
Búsqueda de insumos para el sellado dentro del taller	5	0
Búsqueda de insumos para el sellado dentro del armario	0	2
Traslado de insumos requeridos a zona de acabado	2	1
Apertura de galones de tiner y selladora	5	5
Preparación de mezcla a utilizar	5	0
Preparación de mezcla total a utilizar	0	8
Sellado del mueble	94	0
Traslado a ferretería para compra de insumos faltantes	2	0
Compra de insumos faltantes	5	0
Traslado al taller con insumos faltantes	2	0
Preparación de mezcla adicional a utilizar	8	0
Sellado completo del mueble	75	125
Colocación de piezas selladas en zona de trabajo	5	0
Colocación de piezas selladas en zona de producto en proceso	0	2
Trabajador desecha desperdicios	0	6
Total	215	153
	Ahorro	-29%

Nota: La tabla expone los tiempos de las operaciones del proceso de Sellado antes y después de la mejora.

En la Tabla 41 se mostrará el ahorro en términos de tiempo para la actividad de Laqueado. Se mapearon los tiempos actuales del flujo que sigue un mueble durante dicha actividad y se logró una mejora del 30% con la implementación de los armarios, ahorro de tiempo en preparación de mezcla (tiner y laca), con el abastecimiento de insumos, evitando traslados innecesarios a la ferretería, implementación de productos en proceso, limpieza en la zona de trabajo y la redistribución de planta.

Tabla 41

Detalle de tiempos en el flujo del Laqueado luego de las mejoras

Actividades	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Búsqueda de insumos para el laqueado dentro del taller	5	0
Búsqueda de insumos para el laqueado dentro del armario	0	2
Traslado de insumos requeridos a zona de acabado	2	1
Apertura de galones de tiner y laca	5	5
Preparación de mezcla a utilizar	5	0
Preparación de mezcla total a utilizar	0	8
Laqueado del mueble	35	0
Traslado a ferretería para compra de insumos faltantes	2	0
Compra de insumos faltantes	5	0
Traslado al taller con insumos faltantes	2	0
Preparación de mezcla adicional a utilizar	8	0
Laqueado completo del mueble	15	39
Colocación de piezas laqueadas en zona de trabajo	5	0
Colocación de piezas laqueadas en zona de producto en proceso	0	2
Trabajador deja galones abiertos con tiner sobrante	1	0
Trabajador desecha desperdicios	0	6
Total	90	63
Ahorro		-30%

Nota: La tabla expone los tiempos de las operaciones del proceso de Laqueado antes y después de la mejora.

4.1.2 Evaluación Técnica de los procesos mejorados Cepillado y Ensamblado

Se mostrarán los tiempos actuales, así como los tiempos mejorados de las actividades de Cepillado y Ensamblado gracias a las mejoras implementadas con Lean Manufacturing y redistribución de Planta.

En la Tabla 42 se mostrará el ahorro en términos de tiempo para la actividad de Cepillado. Se mapearon los tiempos actuales del flujo que sigue un mueble durante dicha actividad y se logró una mejora del 29% con la limpieza oportuna de la máquina a utilizar y con la redistribución de planta, la cual permite la creación de un almacén de producto en proceso.

Tabla 42

Detalle de tiempos en el flujo del Cepillado luego de las mejoras

Actividades	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Traslado manual de tablas a zona de trabajo	9	0
Traslado de tablas a zona de trabajo	0	6
Limpieza de la máquina a utilizar	3	0
Ajuste de la maquinaria	4	4
Colocación de tablas sobre la máquina	1	1
Manipulación de la madera	1	1
Cepillado de tablas de madera	35	26
Colocación de tablas Cepilladas al lado de la máquina Garlopa	9	0
Colocación de tablas en área de producto en proceso	0	6
Total	62	44
	Ahorro	-29%

Nota: La tabla expone los tiempos de las operaciones del proceso de Cepillado antes y después de la mejora.

En la Tabla 43 se mostrará el ahorro en términos de tiempo para la actividad de Ensamblado. Se mapearon los tiempos actuales del flujo que sigue un mueble durante el Ensamblado y se logró una mejora del 23% con la implementación de los armarios, donde se colocarán los instrumentos y herramientas con etiquetas, implementación de mesa de trabajo, abastecimiento de insumos evitando traslados innecesarios a la ferretería y con la redistribución de planta.

Tabla 43

Detalle de tiempos en el flujo del Ensamblado luego de las mejoras.

Actividades	Tiempo promedio (minutos)	
	Situación actual	Situación propuesta
Traslado manual de piezas de madera a zona de Ensamblaje	10	0
Traslado de piezas de madera a zona de Ensamblaje	0	5
Búsqueda de materiales y herramientas dentro del taller	5	0
Búsqueda de materiales y herramientas dentro del armario	0	2
Traslado de materiales y herramientas a zona de trabajo	2	1
Colocación de piezas, materiales y herramientas en el piso	8	0
Colocación de piezas, materiales y herramientas en mesa de trabajo	0	5
Unión parcial de piezas	125	0
Traslado a ferretería para comprar materiales faltantes	2	0
Compra de materiales faltantes	5	0
Traslado al taller con materiales faltantes	2	0
Unión total de piezas	32	135
Colocación de partes unidas en zona de trabajo	4	0
Colocación de partes unidas recostadas en pared	0	2
Total	195	150
	Ahorro	-23%

Nota: La tabla expone los tiempos de las operaciones del proceso de Ensamblado antes y después de la mejora.

Así como se ha implementado las 5S en los subprocesos críticos, posteriormente se identificarán que medidas se puede replicar en los demás subprocesos productivos con la finalidad de realizar un trabajo de mejora continua.

4.2 Evaluación económica

Dado que ya se cuenta con la propuesta de mejora y se evaluaron los beneficios de la misma, en el presente capítulo se evaluará la viabilidad de incorporar las mejoras propuestas a través de la identificación de los egresos e ingresos implicados en el proyecto de mejora de la empresa de muebles.

4.2.1 Egresos relevantes

En esta sección se tomarán en cuenta los egresos relevantes, los cuales se relacionan directamente con la implementación de 5S y la redistribución de planta. Cabe indicar que

la inversión se realizará a fines del 2019 y serán por los siguientes 3 años, es importante resaltar que el primer año la inversión será mayor, ya que se realizará la puesta en marcha de la propuesta de mejora y los próximos dos años se considerarán gastos anuales para mantener las mejoras planteadas.

Los egresos se dividen en dos acápites, el primero hace referencia a la inversión relacionada a la implementación de 5S y el segundo a la inversión por redistribución de planta por los próximos. Se elaboró la Tabla 44, la cual muestra los egresos producto de la implementación de 5S y la Tabla 45 muestra los egresos producto de la redistribución de planta.

Tabla 44

Egresos incurridos por implementación de mejoras por 5S

Implementación de la mejora enfocado en Lean Manufacturing	Año 0	Inversión 1er año (S/)	Inversión 2do año(S/)	Inversión 3er año(S/)
Implementación de 5S				
1. Sueldo de líder de mejora continua	0,00	14 000,00	2 000,00	2 000,00
2. Programa de charlas de incorporación de mejoras	0,00	10 000,00	4 000,00	4 000,00
3. Mano de obra terceros (ordenamiento y limpieza)	2 400,00	0,00	0,00	0,00
4. Reparación y mantenimiento de máquinas	1 650,00	7 000,00	7 000,00	7 000,00
5. Incorporación de kits 5S (tarjetas, stickers, etc)	500,00	0,00	0,00	0,00
6. Cableado y protectores	2 850,00	0,00	0,00	0,00
7. Implementación de armario de insumos e instrumentos	1800,00	0,00	0,00	0,00
8. Implementación de mesa de trabajo con separador	500,00	0,00	0,00	0,00
9. Sueldo de persona de limpieza	0,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00
10. Sueldo de operario líder por capacitación	0,00	7 800,00	2 600,00	2 600,00
11. Implementos de seguridad	660,00	858,00	1 115,40	1 450,02
TOTAL	10 360,00	51 658,00	28 715,40	29 050,02

Tabla 45

Egresos por la puesta en marcha de Redistribución de planta

Implementación de la mejora enfocado en Redistribución de planta	Inversión inicial(S/)	Inversión 1er año (S/)	Inversión 2do año(S/)	Inversión 3er año(S/)
Redistribución de planta				
1.Honorarios de analista de mejora de procesos	12 000,00	0,00	0,00	0,00
2.Nivelar el suelo	13 000,00	0,00	0,00	0,00
3.Gastos varios (drywall, calamina)	6 000,00	0,00	0,00	0,00
4.Mano de obra para redistribuir máquinas y mobiliario	4 800,00	0,00	0,00	0,00
5.Mano de obra para incorporar techo y divisiones	8 000,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	43 800,00	0,00	0,00	0,00

A continuación, se justificará el sueldo asignado al líder de mejora continua y del operario líder.

El sueldo del líder de mejora continua será aplicado durante los 3 años del proyecto. Su rol es proponer mejoras, capacitar a los trabajadores e implementarlas. El sueldo de S/14 000 se divide en S/4 000 por tres meses (enero, febrero y marzo) y S/2 000 en mayo, reflejando una reducción del sueldo proporcional a su menor carga laboral posterior a los primeros meses, lo indicado aplica durante el primer año. Los dos siguientes años el sueldo será S/2 000 soles por año, solo supervisará dos veces al año. El sueldo más bajo que en el primer año se justifica dada la menor responsabilidad que tendrá, se encargará de garantizar el cumplimiento de las mejoras implementadas, que requiere menos tiempo de trabajo que en el primer año.

El sueldo del operario líder por capacitación se aplicará durante los 3 años de inversión. En el primer año, desempeñará un rol fundamental al capacitar a los trabajadores y poner en práctica las mejoras propuestas. La capacitación se realizará de manera intermensual durante seis meses, con un sueldo mensual de S/1 300, sumando un total de

S/7 800 el primer año. En los dos años siguientes, también capacitará a los nuevos trabajadores dos veces al año para mantener las mejoras implementadas. El sueldo se mantendrá en S/1 300 debido a que durante los 3 años el trabajador tendrá la misma carga laboral, sumando en total S/2 600 por año.

4.2.2 Ingresos relevantes

Se tomarán en cuenta los ingresos que percibirá la empresa producto de la implementación de las mejoras, estos ingresos se dividirán en cuatro acápite.

- El primero hace referencia a los objetos en desuso, estos serán vendidos y se percibirán ingresos por S/1 000, cabe indicar que este será un único ingreso en el primer año.
- El segundo hace referencia al costo de oportunidad por aumento de capacidad de planta y mejora de 5S. Asimismo, se percibirán ahorros por concepto de mano de obra, por lo que se percibirán ingresos por producción de mayor cantidad de muebles.

En la Tabla 46 se muestra el detalle de la ganancia por cada mueble, considerando el costo por mano de obra y costo de materiales, con lo cual se obtiene una ganancia promedio de S/778 por mueble.

A continuación, se justificará cómo se obtuvo la ganancia por mueble, se tomará de ejemplo al camarote “Master dos plazas abajo”, el precio del camarote Master es de S/2150, con una ganancia del 38%. El costo de mano de obra de los operarios es de S/433, tomando en cuenta los 2 775 minutos requeridos para su fabricación a un valor de S/0,156 por minuto. Además, los materiales necesarios como selladora, tiner, laca, pernos, madera y parrillas tienen un costo total de S/740. Se elaboró la Tabla 47, la cual muestra que el costo del camarote es de S/1 173, que incluye el costo de la mano de obra y los materiales, se obtiene una ganancia de S/977.

Tabla 46

Ganancia actual por mueble

	Precio de venta (S/)	Costo de operarios (S/)	Costo de materiales hasta el armado (S/)	Ganancia (S/)
Master dos plazas abajo	2 150	433	740	977
Mixto económico	950	182	410	358
Normal	950	182	420	348
Lumingo	1 650	422	580	648
Multiuso	2 500	743	950	807
Camarote escritorio	2 590	743	970	877
Robinson	1 500	490	590	420
Master dos plazas abajo c/pasos	2 600	571	820	1209
Master plaza y media	2 100	433	740	927
Master plaza y media c/pasos	2 600	571	820	1 209
			Ganancia promedio	778

Nota: La tabla muestra el precio, costo de mano de obra, costo de materiales y la ganancia por cada modelo de camarote antes de la mejora.

En la Tabla 47 se evidencia la mejora respecto a costos de mano de obra, lo cual implica mayor ganancia por cada mueble, obteniéndose una ganancia promedio de S/866 por mueble.

Tabla 47

Ganancia proyectada al año 2023 por mejoras propuestas

	Situación mejorada			
	Precio de venta (S/)	Costo de operarios (S/)	Costo de materiales hasta el armado (S/)	Ganancia (S/)
Master dos plazas abajo	2 258	421	762	1 075
Mixto económico	998	162	422	414
Normal	998	162	433	403
Lumingo	1 733	410	597	726
Multiuso	2 625	740	979	906
Camarote escritorio	2 720	740	999	981
Robinson	1 575	479	608	488
Master dos plazas abajo c/pasos	2 730	563	845	1322
Master plaza y media	2 205	421	762	1 022
Master plaza y media c/pasos	2 730	563	845	1 322
			Ganancia promedio	866

Nota: La tabla muestra el precio, costo de mano de obra, costo de materiales y la ganancia por cada modelo de camarote luego de la mejora.

A continuación, en la Figura 80, se muestra la cantidad de muebles que la empresa produce actualmente y con la implementación de las mejoras se proyecta llegar a 304 muebles por año, lo cual indica que se estima un incremento del 31% a cierre de año 2023.

Cantidad de muebles	
Actual	Proyectado
232	304

Figura 80. Cantidad de muebles producidos actual y proyectado al año 2023

En la Tabla 48, se muestra el detalle del ahorro generado por las mejoras en los procesos de Espigado, Corte y Ruteado, la mejora en calidad de dichas actividades para el año uno fue de 15%, en el año dos incrementó a 25% y el año 3 fue de 30%, logrando generar un ahorro total para el año 1 de S/1 572,36, para el año 2 de S/2 560,59 y para el año 3 de S/3 144,71.

Tabla 48 Ahorro de materia prima después de mejoras

	Año 1	Año 2	Año 3
Ahorro en Espigado (S/)	290,54	484,24	581,08
Ahorro en Corte (S/)	634,27	1 057,12	1 268,54
Ahorro en Ruteado (S/)	647,54	1 079,24	1 295,08
Ahorro total (S/)	1 572,36	2 620,59	3 144,71

Nota: Ahorro de materia prima después de mejoras. Elaboración de la autora, 2023.

Teniendo en cuenta la ganancia mejorada por mueble, a continuación, se muestra la Tabla 49, donde se dividen los ingresos como costo de oportunidad, asimismo, se cuenta con ingresos por venta de objetos en desuso, venta de máquina Garlopa y el ahorro por materia prima defectuosa.

Tabla 49

Ingresos por la puesta en marcha de las mejoras 5S y Redistribución de planta

Ingresos por mejoras por redistribución de planta e implementación de 5S	Ingresos Año 1 (S/)	Ingresos Año 2 (S/)	Ingresos Año 3 (S/)
1. Ingresos por venta de objetos y máquina en desuso	3 700,00	0,00	0,00
2. Costo de oportunidad por aumento de capacidad de planta e implementación de 5S	54 842,14	54 842,14	54 842,14
3. Ahorro por materia prima defectuosa	1 572,36	2 620,59	3 144,71
4. Ahorro por incremento de ganancia de muebles a fabricar en escenario normal	20 314,86	20 314,86	20 314,86
Total	80 429,36	77 777,59	78 301,71

4.2.3 Tasa de descuento

Para calcular la tasa de descuento, primero se calculará la beta apalancada con la siguiente fórmula.

$$\beta_L = \beta_u \times \left[1 + \frac{D}{E} \right] \times (1 - t)$$

En la tabla 50 se muestran los datos para el cálculo de beta apalancada.

Tabla 50 *para cálculo de beta apalancada*

Datos para cálculo de beta apalancada

Bu	0.92
T	0.3
D/E	0.5
BL	1.2692

Para el cálculo del COK se aplicará la fórmula del CPM considerando las siguientes partes de la fórmula:

$$COK = \beta_L \times (R_m - R_f) + R_f + R_{país}$$

En la tabla 51, se muestran los datos para el cálculo del COK, el cual es de 15,11%.

Tabla 51

Datos para cálculo del COK

Rp	1,74%
Rf	5,21%
Rm	11,64%
Rm – Rf	6,43%
COK	15,11%

Cabe indicar que no se calcula el WACC, ya que la empresa realiza la implementación de mejoras con recursos propios, en consecuencia, no requiere financiamiento.

4.2.4 Flujo de Caja

En el flujo de caja, mostrado en la Tabla 52, se incluirán los ingresos y costos por las propuestas de mejoras, así como el ahorro percibido gracias a las mismas. En dicho flujo se observa que ambas herramientas impactan en el aumento de capacidad de planta.

Tabla 52 Flujo de caja posterior a las mejoras

Flujo de caja posterior a las mejoras

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
1.Gasto y costo de Lean Manufacturing	10 360,00	51 658,00	28 715,40	29 050,02
2.Inversión inicial de Redistribución de Planta	43 800,00	0,00	0,00	0,00
3.Ahorros totales	0,00	80 429,36	77 777,59	78 301,71
Flujo de caja	-54 160,00	28 771,36	49 062,19	49 251,69

Nota: Flujo de caja posterior a las mejoras. Elaboración de la autora, 2023.

En la Tabla 53 se muestra el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), considerando una tasa de referencia de 15,11%, previamente calculada.

Tabla 53

Cálculo del VAN

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Fujos	-54 160,00	28 771,36	49 062,19	49 251,69
VAN		S/34 879,97		

En la Tabla 54 se muestra el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual se calcula llevando los flujos al presente e igualándolos a cero, con lo cual se obtuvo un TIR de 52,04%%.

Tabla 54

Cálculo del TIR

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Flujos	-54 160,00	28 771,36	49 062,19	49 251,69
TIR		52,04%		

4.2.5 Análisis de sensibilidad económica

Para realizar el análisis de sensibilidad, se tomará en cuenta dos variables: la “Variación de precios” y “Capacidad de planta”.

En la Tabla 55, se muestra el detalle de rangos de las variables mencionadas anteriormente en el escenario optimista y pesimista.

Tabla 55

Rango de variables en escenarios optimista, conservador y pesimista.

Rango de variación de precios (S/)	Año 1	Año 2	Año 3
Optimista	2 057,00	2 077,57	2 098,14
Conservador	2 057,00	2 057,00	2 057,00
Pesimista	2 037,36	2 037,36	2 016,99
Rango de variación de capacidad de planta (%)	Año 1	Año 2	Año 3
Optimista	90,00%	90,00%	90,00%
Conservador	88,00%	88,00%	88,00%
Pesimista	86,00%	86,00%	86,00%

En la tabla 56, se muestran las ratios resultantes del escenario optimista, conservador y pesimista.

Tabla 56

Ratios resultantes en escenarios optimista, conservador y pesimista.

	Optimista	Conservador	Pesimista
VAN	S/ 48 422,17	S/ 34 879,97	S/ 17 572,90
TIR	63,06%	52,04%	34,69%

De acuerdo con el análisis mostrado, en el peor escenario el TIR es de 34,69% y genera un VAN positivo, lo cual demuestra que el proyecto es rentable.



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se presentan a continuación las conclusiones:

- Cabe indicar que al inicio del estudio, la empresa presentaba 4 problemas principales a nivel productivo: ineficiencia en el proceso de Laqueado, Sellado, Ensamblado y Cepillado, se obtuvieron a partir del análisis de Ishikawa, donde se llegó a la conclusión que las causas principales fueron acumulación de restos de insumos y materia prima en zona de trabajo, Materiales y herramientas situados en diferentes lugares del taller y Distribución de planta no adecuada para movimientos y desplazamientos requeridos, por lo que las mejoras se enfocaron en solucionar dichos problemas.
- La implementación de la mejora enfocada en Lean Manufacturing es la que requiere de mayor inversión (S/119 783,42), por lo que también favorece en mayor medida a reducir los tiempos del flujo productivo, ya que impacta en toda la fábrica y en los procesos que presentaban deficiencias a nivel de orden, limpieza y despilfarro de insumos y materia prima.
- La propuesta de redistribución de planta implica una inversión menor (S/43 800,00) que la implementación de Lean Manufacturing; sin embargo, esta mejora es muy importante porque gracias a la redistribución planteada por el analista de mejora de procesos, se logró que la producción de muebles siga un flujo continuo y con ello lograr mejorar los tiempos productivos, de las actividades que representan el 80% de costos en el Diagrama de Pareto, los tiempos disminuyeron en 27% respecto a la situación actual.
- Las mejoras presentadas son rentables, ya que el VAN obtenido fue mayor que cero (S/34 879,97) y el TIR igual a 52,04%, lo cual es mayor a la tasa de referencia usada para

calcular el VAN, de 15,11%. Asimismo, en el peor escenario el TIR es de 34,69% y genera un VAN positivo, lo cual indica que el proyecto continúa siendo viable.

- La implementación de 5S contribuyó a la mejora del lugar de trabajo, ya que se eliminaron los objetos innecesarios para el proceso productivo de muebles, se repararon las máquinas que aún podían ser utilizadas, se implementaron armarios donde se organizaron los instrumentos e insumos utilizados en los diferentes sub procesos productivos. Asimismo, se generaron hábitos de orden y limpieza gracias al programa de charlas dadas por el equipo de mejora continua formado.

- Con las mejoras presentadas, tanto a nivel de redistribución de planta como la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se logró incrementar la capacidad de planta, logrando fabricar una mayor cantidad de muebles, 31% más respecto al 2020, proporcionando ventaja competitiva en el tiempo de entrega de muebles a los clientes.

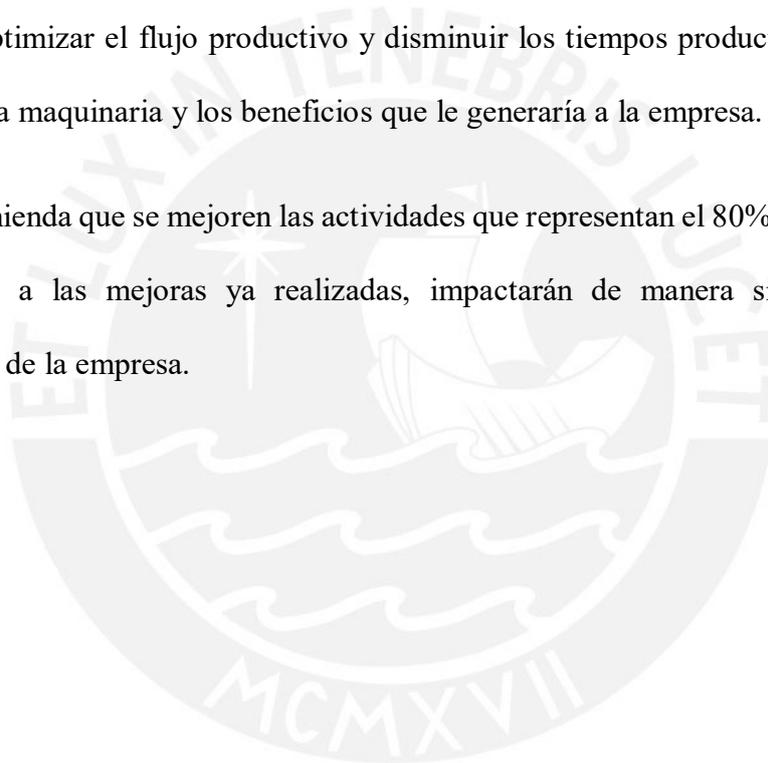
5.2 Recomendaciones

Se presentan a continuación las recomendaciones:

- Se recomienda, en el mediano plazo, implementar un ERP para ver en tiempo real la materia prima e insumos con los que se cuenta, con el objetivo de llevar un control adecuado del stock para llevar a cabo el proceso productivo, así como se tendrá mapeada la cantidad con la que se cuenta y de ser necesario comprar materia prima e insumos adicionales para continuar con la producción de muebles.

- En los próximos años, si se aumentara el tamaño de la planta por el crecimiento de la empresa, se pueden proponer nuevas alternativas de mejoras en base a la seguridad de infraestructuras.

- Es importante que se mantengan las mejoras implementadas de 5S, incluso con los nuevos trabajadores que ingresen a laborar en la empresa, por lo que la gerencia junto con el analista de mejora continua debe velar por el cumplimiento de dichas mejoras, continuando con el Programa de charlas a los trabajadores cuando lo consideren necesario. En el caso surjan nuevas oportunidades de mejora, se propone que se analice el costo - beneficio y posterior a ello se decida la implementación de las mismas.
- Se recomienda en el mediano plazo, en el caso de que surjan nuevas maquinarias que ayuden a optimizar el flujo productivo y disminuir los tiempos productivos, se evalúe la compra de la maquinaria y los beneficios que le generaría a la empresa.
- Se recomienda que se mejoren las actividades que representan el 80% de costos, ya que, al sumarlas a las mejoras ya realizadas, impactarán de manera significativa en la rentabilidad de la empresa.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiteco Consultores (2012). Matriz de Priorización. Recuperado de <https://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>
- Aldea, A. (2021). Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua. *Revista industrial data*, 24(1):7-22. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100007
- Alomar, F. (2022). La utilidad del nivel supra unitario de la matriz de datos para la escritura de un artículo académico. *Revista Papeles de trabajo*, 43(1):41-50. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100007
- Alvarez, M. y Paucar, P. (2014). *Desarrollo e implementación de la metodología de mejora continua en una mype metalmecánica para mejorar la productividad*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/337910>
- APD (2021) *¿En qué consiste la metodología Kanban y cómo utilizarla?* Recuperado de <https://www.apd.es/metodologia-kanban/>
- Aranda, J; Baas, A; García, C y Morales, M. (2018). Propuesta de Distribución de planta de flujo flexible para una microempresa de fabricación de muebles en Yucatán, México. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/330180318>
- Asnan, R; Nordin, N. y Othman, S. (2018). Managing change on lean implementation in service sector. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.040>
- Bacalla, J. (1998). Tipos básicos de distribución de planta. *Revista UNMSM*, 1(2):60-61. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/tipos.htm
- Baluis, C. (2013). *Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5001>

- Betancourt, D. (2016). El diagrama de Pareto: Qué es y cómo se construye. Recuperado de www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto.
- Copaz, R. (2022). Analysis of the knowledge management concept: a view from Latin America in the last five years. *Revista Investigación y negocios*, 15(25):104-120. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2521-27372022000100010&script=sci_arttext
- Crisostomo, M. y Sanchez, A. (2018). *Propuesta de mejora en la confección de ropade vestir femenina de una pyme mediante la aplicación de la metodología lean six sigma y herramientas vsm, 5s's y distribución de la planta*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13982>
- Damodaran (2022). “*Betas by Sector (US)*”. Recuperado de https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Diaz, C. (2022). *Análisis y propuesta de mejora en empresa de confección de pantalones utilizando herramientas de ingeniería industrial*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21333>
- ESAN (2015). Un plato de fondo: Tablero de Gestión con Fichas de Indicador. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/plato-fondo-tablero-de-gestion-fichas-indicador>
- ESAN (2016). *¿Cómo identificar y reducir desperdicios a lo largo de la logística?* Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/como-identificar-y-reducir-desperdicios-a-lo-largo-de-la-logistica>
- ESAN (2019). *Heijunka: las herramientas para implementar esta metodología en una empresa*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/heijunka-las-herramientas-para-implementar-esta-metodologia-en-una-empresa>

- Espín, R.; Toalombo, B.; Moyolema, A. y Altamirano, A. (2022). Operational Processes Optimization through the theory of constraints in a metal-mechanical company. *Revista digital novasinergia*, 5(2):33-57. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542022000200033
- Gestión. (2022). “Riesgo país de Perú baja seis puntos y cierra en 1.74 puntos porcentuales”. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/riesgo-pais-de-peru-baja-seis-puntos-y-cierra-en-174-puntos-porcentuales-economia-noticia/#:~:text=Lima%2C%2007%2F07%2F2022,banco%20de%20inversi%C3%B3n%20JP%20Morgan>.
- Gomez, J. (2017). La “espina de pescado” de Ishikawa y su relación con el enfoque de Marco Lógico. Recuperado de <https://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>
- Gonzales, O.; Pozo, O.; Gómez, I. e Hidalgo, Y. (2022). La cadena de valor como una herramienta de gestión para la producción de arroz consumo. *Revista cooperativismo y desarrollo*, 10(1):91-112. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-340X2022000100091
- Gonzalez, M. (2011). Análisis Sensorial Casos Prácticos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/monicaglezglez/anlisis-sensorial>
- González, R y Jimeno, J. (2012). Los 5 Porqués: Cinco preguntas para buscar las causas de los problemas. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/los-5-porques-2/>
- Guzmán, D.; Oviedo, M.; López, M. y Vaquiro, E. (2012). Manual de procesos y procedimientos del Macroproceso. Colombia. <https://ibague.gov.co/portal/admin/archivos/publicaciones/2016/14707-DOC-20160614.pdf>
- Hernández, A.; Medina, Y.; Camero, L.; Días, L.; Días, G. y Castro, A. (2021). Research Prioritization for Health Science and Innovation: A Methodological Approach. *Revista científica CDCl*, 43(1):141-157. <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n43/2344-8350-cient-43-141.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020). *Informe Técnico: Producción Nacional Enero 2020*. Recuperado de http://m.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/03-informe-tecnico-n03-produccion-nacionalene._2020.pdf/.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2021). *Principales Indicadores Macroeconómicos*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>
- Izar, J. (2018). *Calidad y Mejora Continua*. Rio verde, México: LID Editorial. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/328979923_Matriz_de_Priorizacion
- Jabbaz, M. (2021). Business Strategies In The Territory: The Case Of The Valencian Furniture. *Revista Ciencias administrativas*, 17(1)57-63.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-37382021000100057
- Kress, A. (2016). Aplicación de Técnicas Lean para Reducir Desperdicios en una Pyme. Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4928/PI%20KRESS%2C%20Mailen%20Araceli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lean Manufacturing 10 (2016). *Definición de Jidoka. Control automático de defectos*. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/jidoka>
- Lean Manufacturing 10 (2016). *Qué son las 5s. Cómo pueden ayudarte a mejorar la productividad*. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/5s>
- Lean Manufacturing Hoy. (2017). *Lean Manufacturing. Los 8 grandes despilfarros (mudas) de tu empresa*. Recuperado de <https://www.leanmanufacturinghoy.com/lean-manufacturing-los-8-grandes-despilfarros-mudas-de-tu-empresa/>
- León, I.; Espín, L. y Gallegos, G. (2021). General problem-solving method and Ishikawa Diagram in the analysis of the effects of festicides in the family environment. *Revista Conrado*, 17(79):252-260.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000200252

- Manrique, M.; Teves, J.; Taco, A. y Flores, J. (2019). Supply chain management: a look from the theoretical perspective. *Revista venezolana de gerencia*, 24(88):1136-1146. <https://www.redalyc.org/journal/290/29062051009/html/>
- Medina, A.; Nogueira, E.; Hernández, A. y Comas, R. (2019). Procedure for process management: methods and support tools. *Revista chilena de ingeniería*, 27(2):328-342. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000200328
- Mintzberg Henry. (2003). *Diseño organizacional de Henry Mintzberg*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/disenio-organizacional-de-henry-mintzberg/>
- Muther, R. (1970). *Distribución de planta*. (2da Edición) Barcelona, España: Editorial Hispano Europea. https://www.academia.edu/49232937/Distribucion_de_Planta_Richard_Muther
- Oficina Internacional del Trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Cuarta edición. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Ortiz, J.; Salas, J.; Huayanay, L.; Manrique, R. y Sobrado, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiplama de Lima - Perú. *Revista industrial data*, 25(1):328-342. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000100103
- Palés, J. (2020). "Evaluating doctors: who and how". Menorca Public Health School Conference (2019). *Revista de la fundación Educación Médica*, 22(5):203-205. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-98322019000500001
- Paredes, F. (2015). *5S Metodología como herramienta de mejora de la Calidad y la Productividad*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP
- Poma, J. (2015). *Sesión Balance de Línea*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP

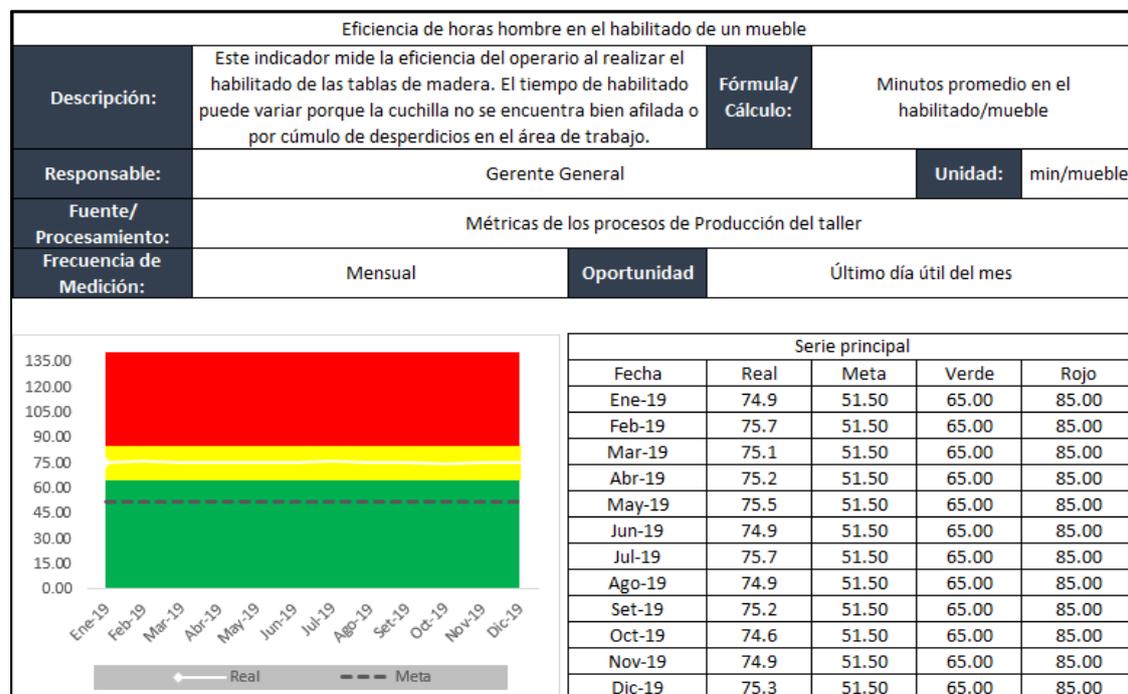
- Rajadel, M. & Sánchez, J. (2011). *Lean Manufacturing*. La evidencia de una necesidad. España. Editorial Díaz de santos.
https://www.academia.edu/28685140/Lean_Manufacturing_La_Evidencia_de_Una_Necesidad
- Ramírez, E.; Chud, V. y Orejuela, J. (2019). Propuesta metodológica multicriterio para la distribución semicontinua de plantas. *Revista suma de negocios*, 10(23):132-145.
<http://www.scielo.org.co/pdf/sdn/v10n23/2215-910X-sdn-10-23-132.pdf>
- Rey, F. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid, España: FC Editorial.
https://books.google.com.pe/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Rodríguez, L.; Loyo, J.; López, M. y Gonzales, J. (2019). Dynamic simulation of a back-fedded production system. *Revista ingeniería industrial*, 40(2):171-182.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200171
- Rojas, J; Sanchez, C. y Aparicio, C. (2016). Plan to Improve the Production System for Company Dedicates to the Manufacturing of Children's Furniture. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.209>
- Sascó, S. (2019). *Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de Lean Manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15272>
- Silva, J. (2005). *Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1263/ING_437.pdf?sequence=1
- SIMA (2005). Reconocimiento a la Gestión de Proyectos de Mejora. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/424802551/calidad>

- Torres, K.; Flores, L.; Sánchez, C. y Castañeda, N. (2020). SLP Methodology for Plant Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) manufacturing companies. *Revista de ingeniería*, 25(2):103-116. <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v25n2/0121-750X-inge-25-02-103.pdf>
- Torres, M. (2021). Performance indicators of medical processes with strategic alignment in patient care. *Revista cirugía y cirujanos*, 89(3):403-410. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2444-054X2021000300403
- Valencia, A. (2015). *Ingeniería de Plantas*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP
- Villaseñor, A. y Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica*. México: Limusa.
https://www.academia.edu/32657061/Manual_de_Lean_Manufacturing_Guia_Basica_Alberto_Villasenor_1ra_Edicion
- Womack, J. & Jones, D. (2003). *Lean Thinking. Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. España. Editorial Gestión 2000.
https://books.google.com.pe/books?id=Zz3eh92vw8YC&pg=PA3&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false
- Zambrano, C.; Lao, Y. y Moreno, M. (2019). Lean thinking from manufacturing to healthcare: a literature review. *Revista correo científico médico*, 23(3):876-894.
scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812019000300876

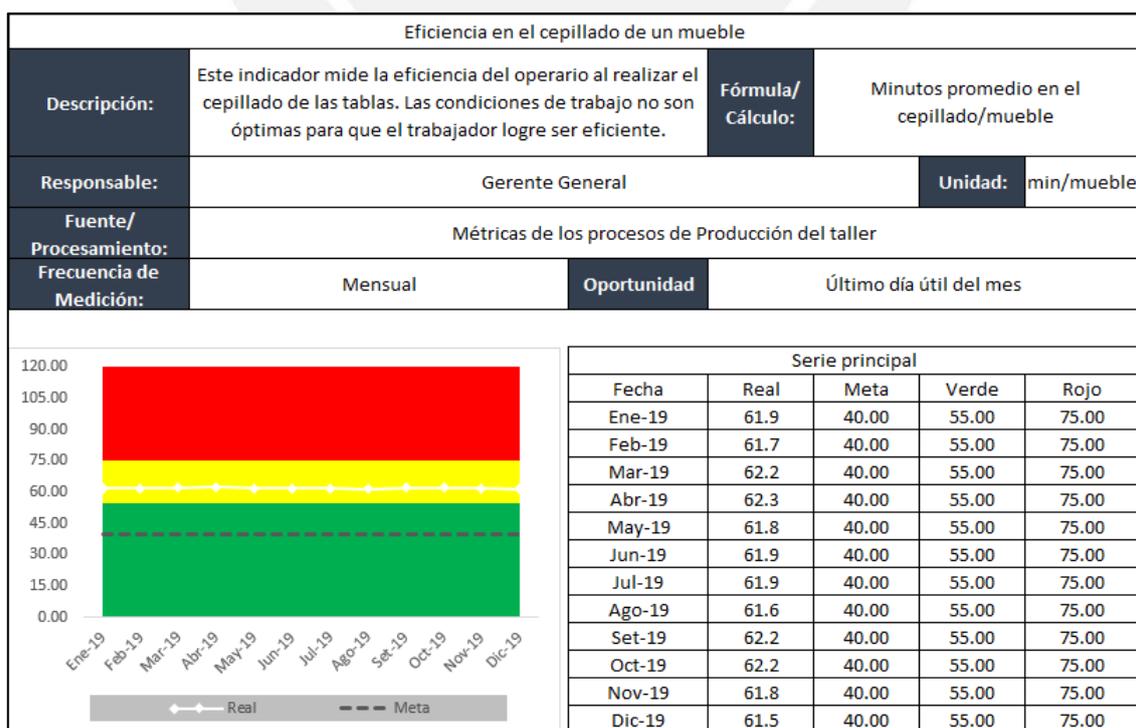
ANEXOS

Anexo A: Tablas de indicadores de Subprocesos

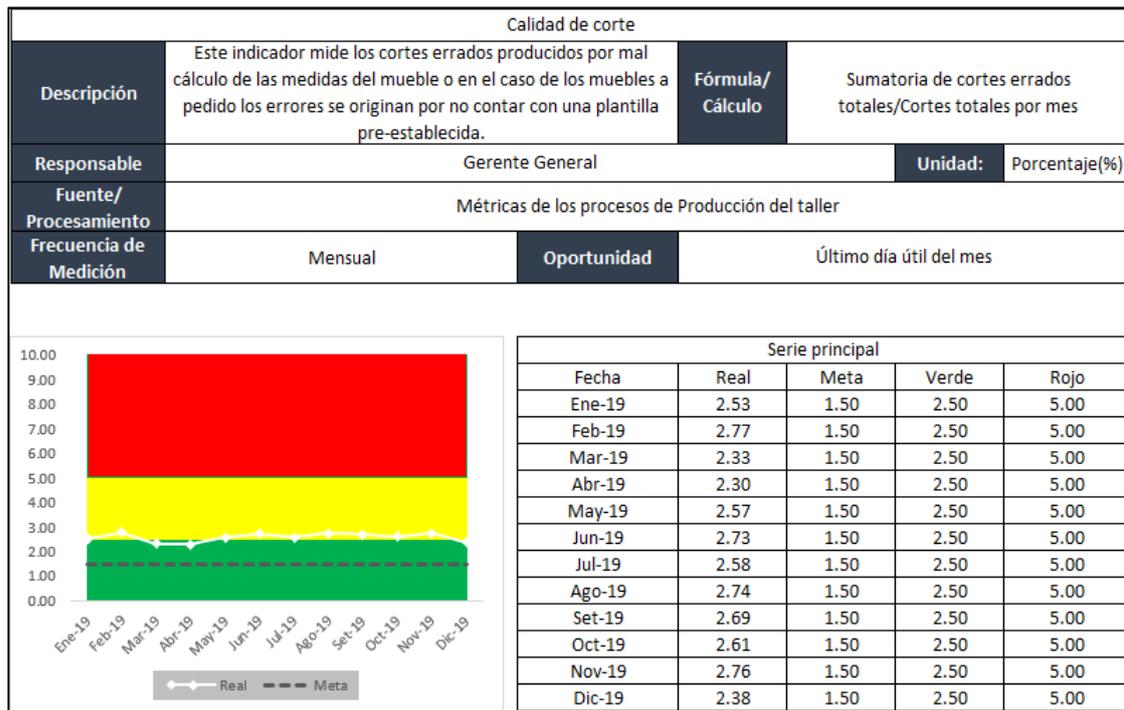
a) Indicador de eficiencia del subproceso Habilitado



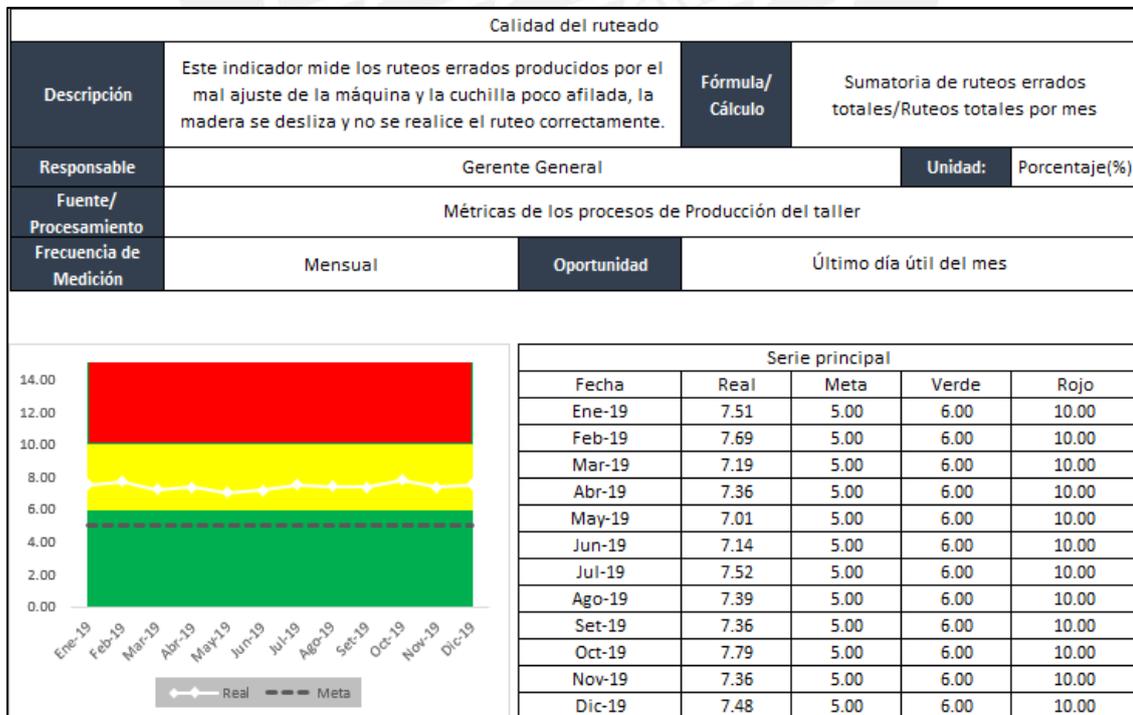
b) Indicador de eficiencia del subproceso Cepillado



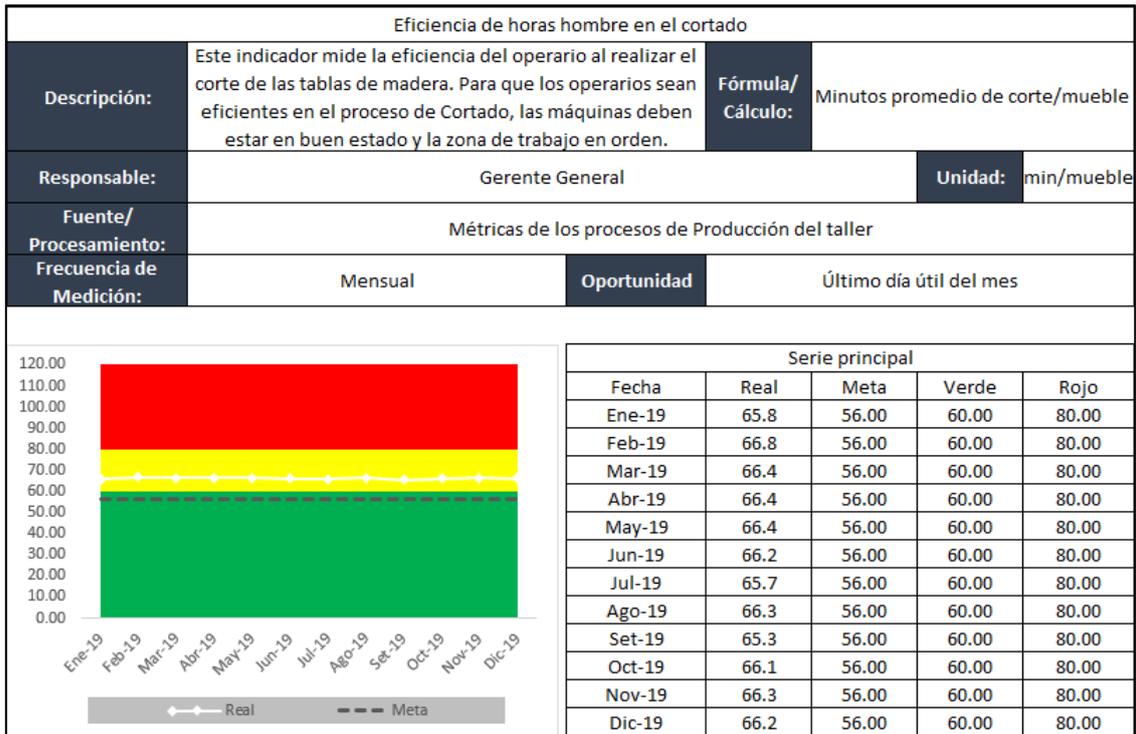
c) Indicador Calidad de corte



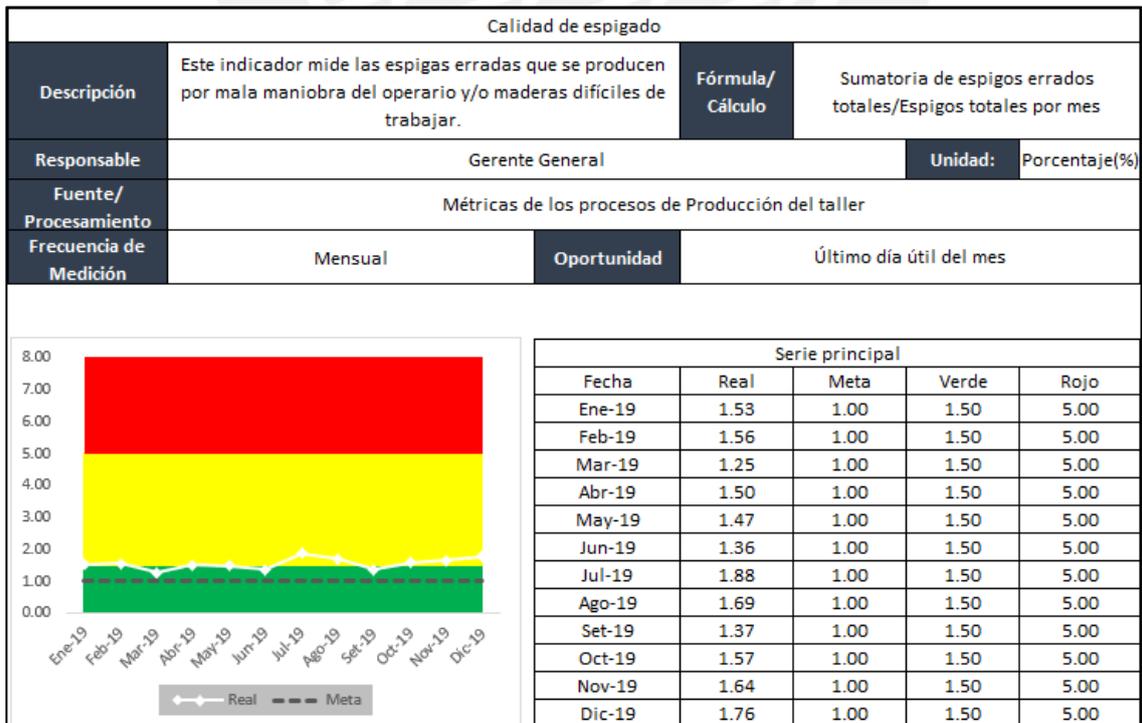
d) Indicador Calidad del ruteado



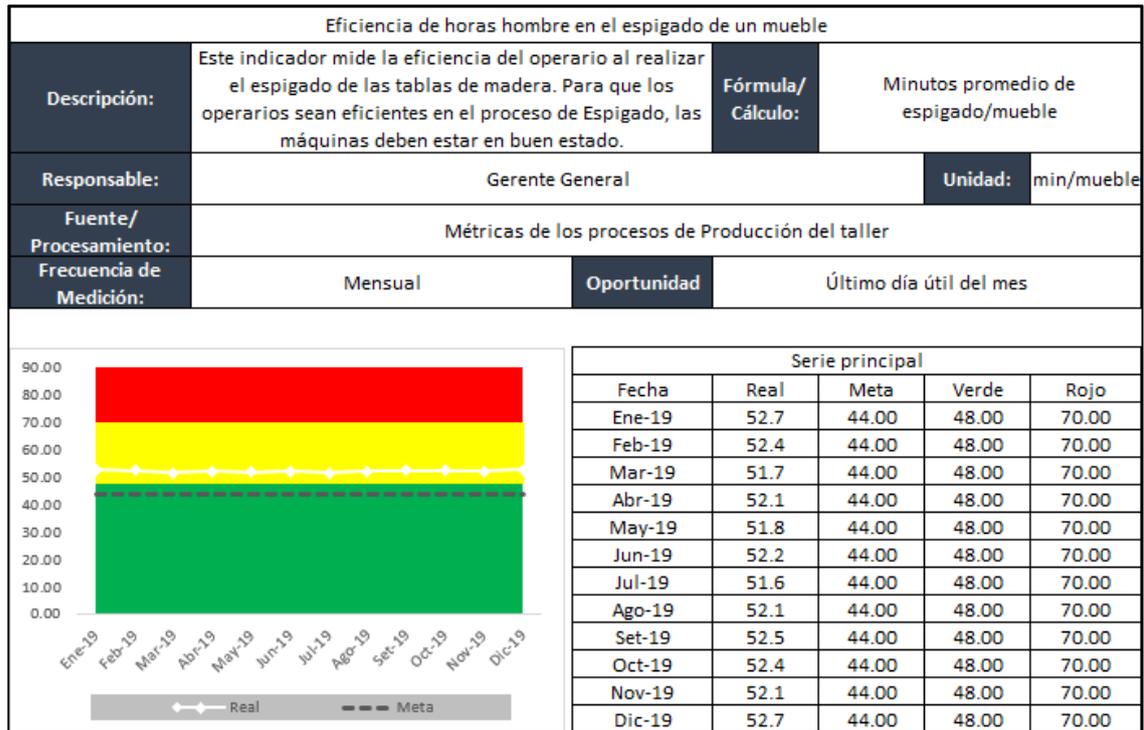
e) Indicador Eficiencia de horas hombre en el Cortado



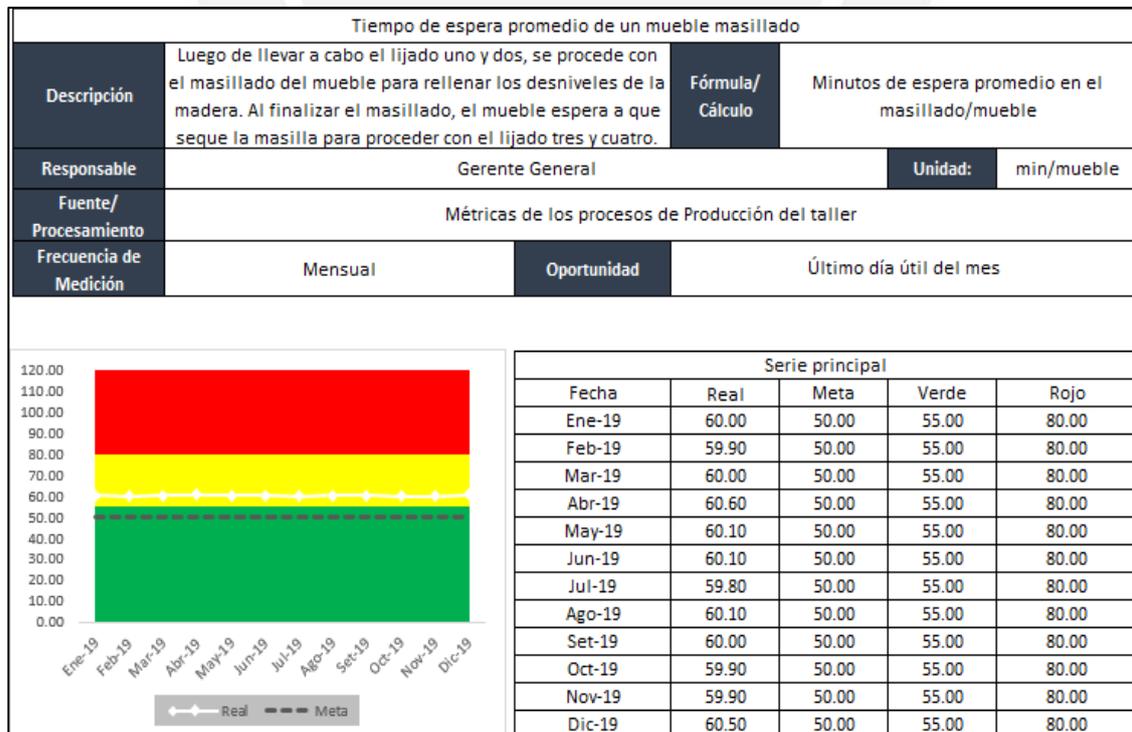
f) Indicador Calidad del Espigado



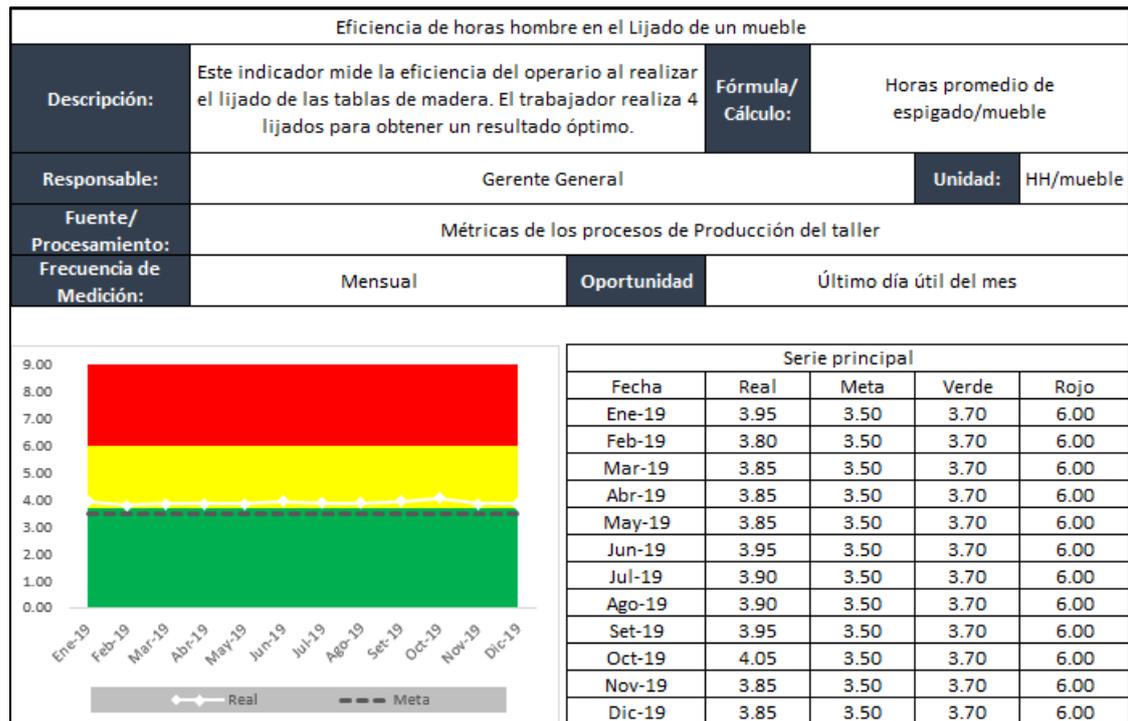
g) Indicador Eficiencia de horas hombre en el Espigado



h) Indicador Tiempo de espera promedio de un mueble masillado



i) Indicador Eficiencia de horas hombre en el Lijado



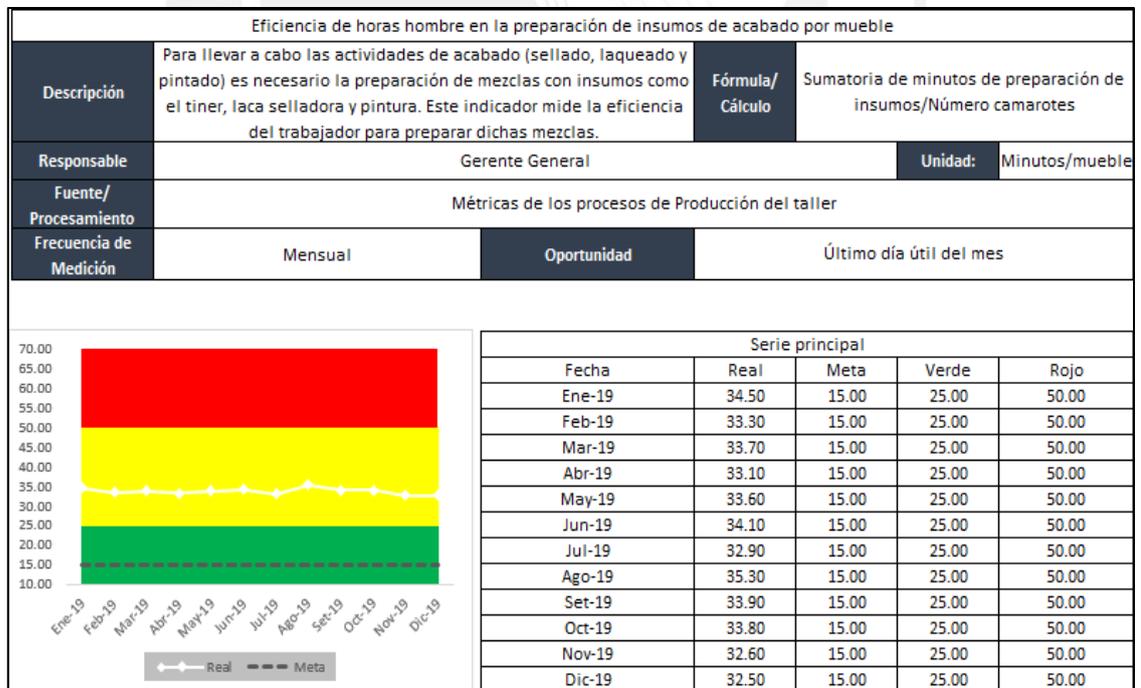
j) Indicador Tiempo de espera promedio de un mueble laqueado



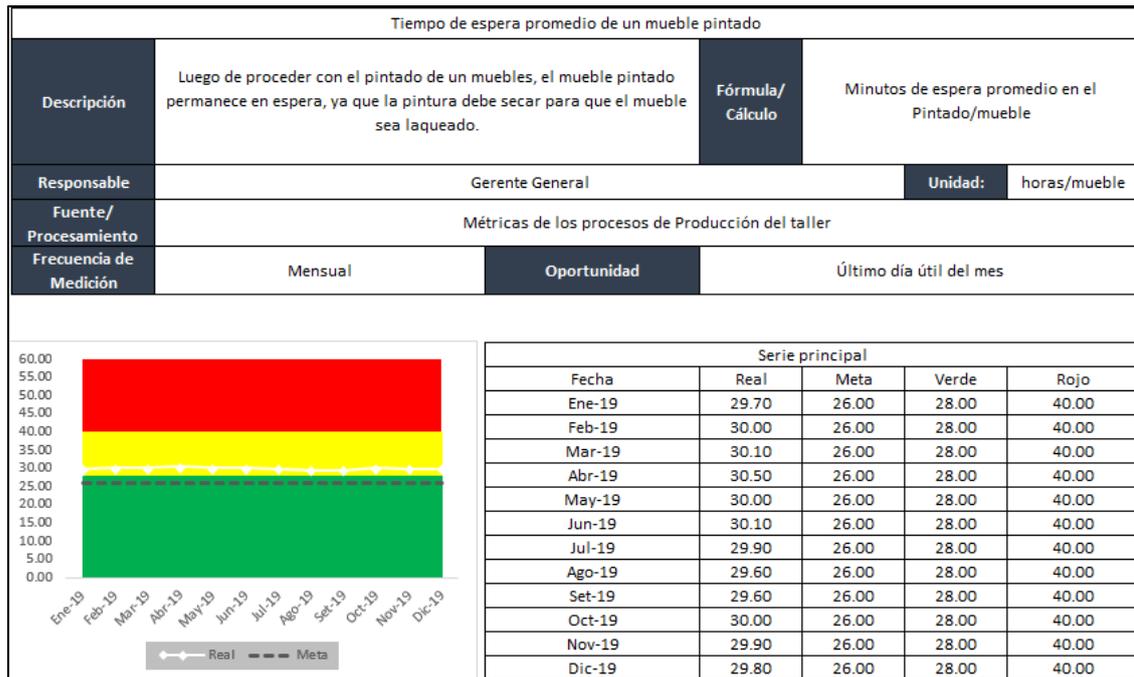
k) Indicador Eficiencia del recurso pintura



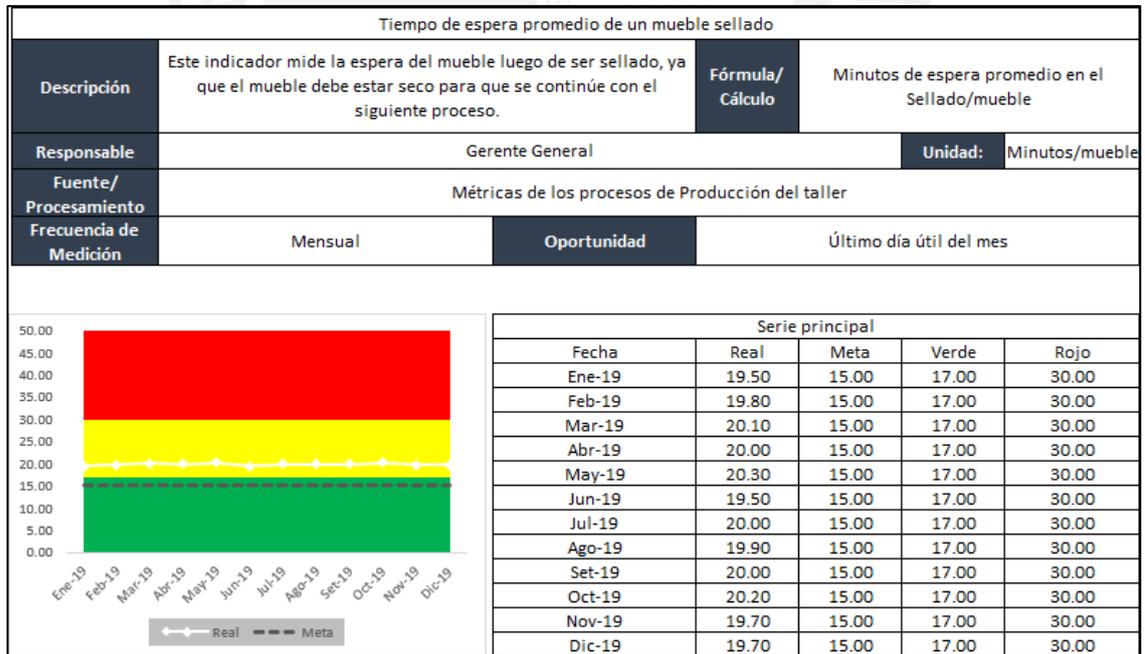
l) Indicador Eficiencia de horas hombre en la preparación de insumos de acabado



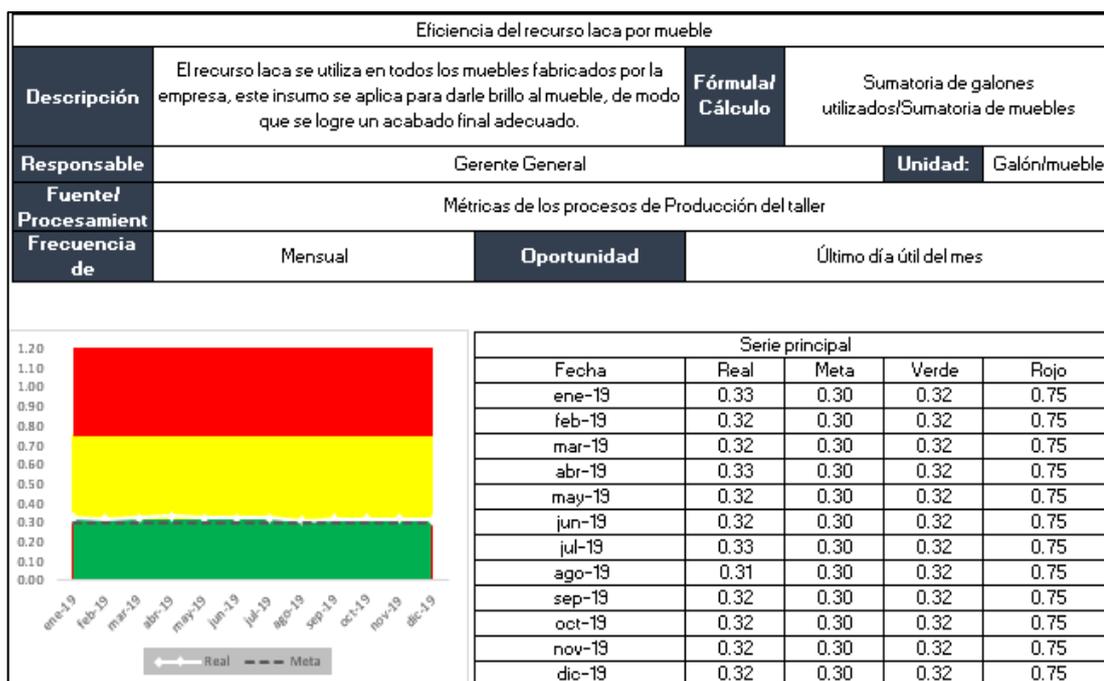
m) Indicador Tiempo de espera promedio de un mueble pintado



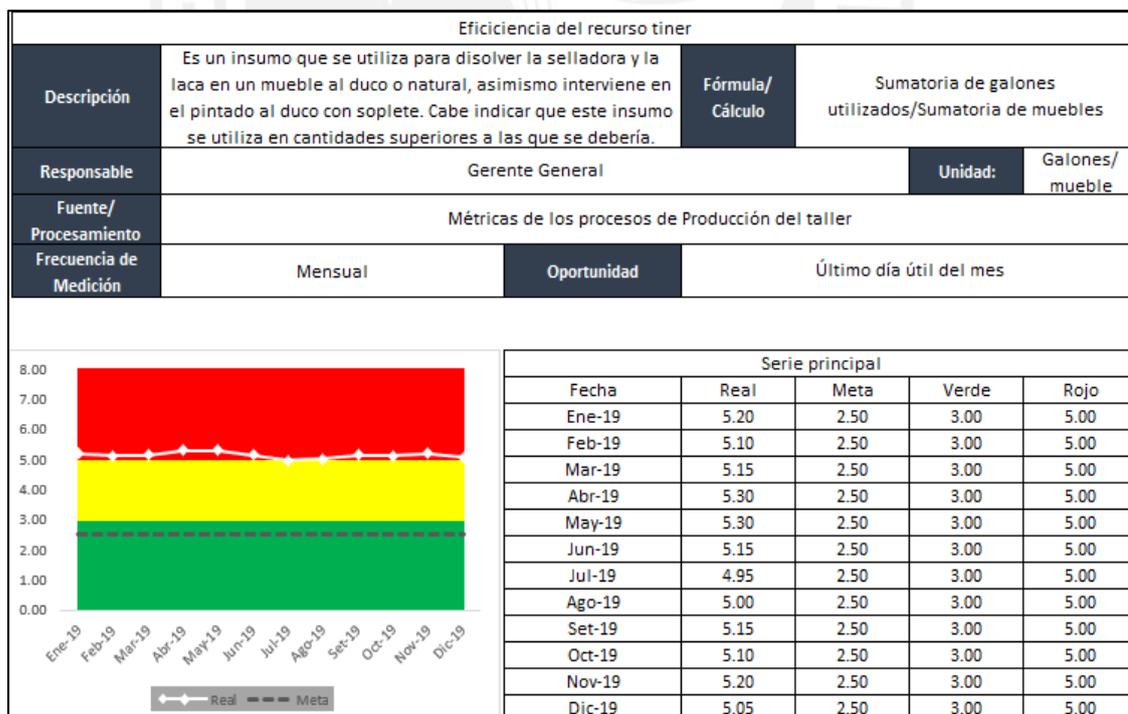
n) Indicador Tiempo de espera promedio de un mueble sellado



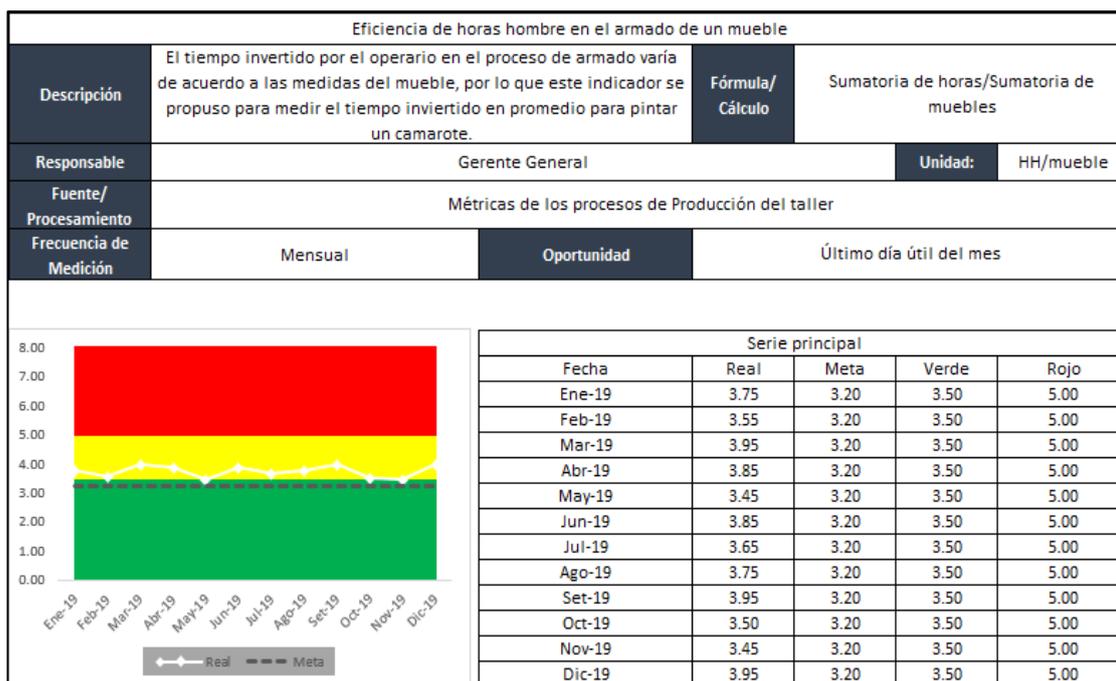
o) Indicador Eficiencia del recurso laca



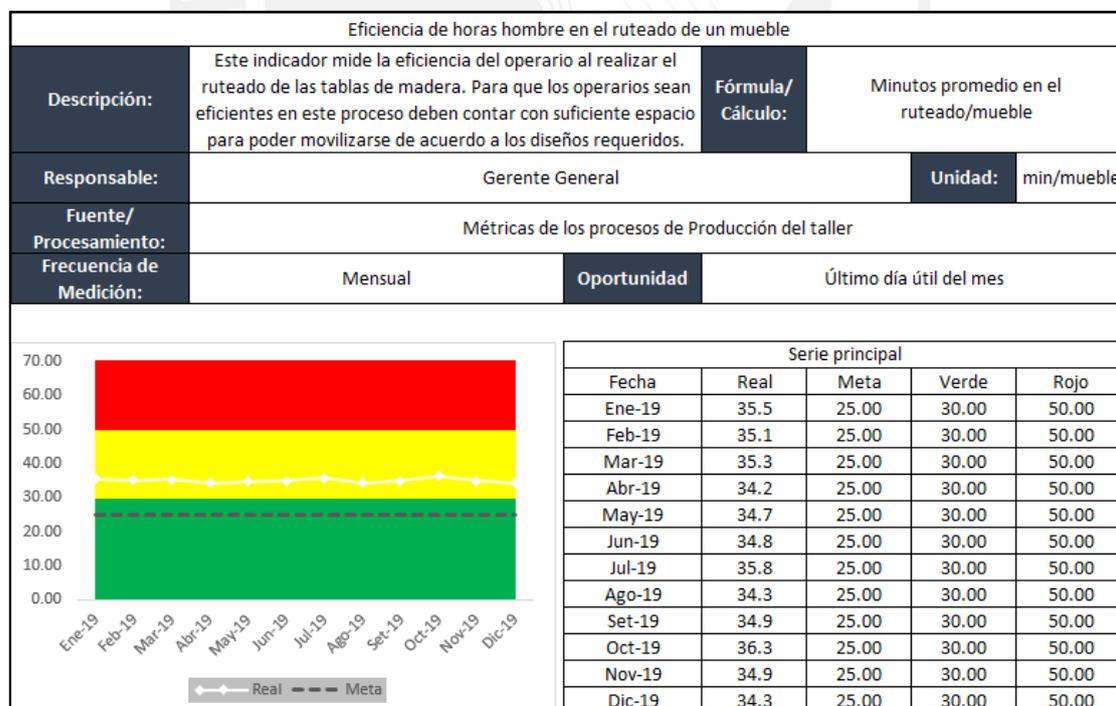
p) Indicador Eficiencia del recurso tiner



q) Indicador Eficiencia de horas hombre en el armado de un mueble



r) Indicador Eficiencia de horas hombre en el ruteado de un mueble



Anexo B: Resumen de causas principales de los problemas identificados

N°	Causa	Problema	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Total
23	Falta de áreas acondicionadas para el ensamblado	C	4	4	16
3	Falta de etiquetado de materiales y herramientas	A, B y C	5	3	15
7	No hay suficiente ventilación	A y B	5	3	15
17	Dejan insumos expuestos generando pérdida de material	B	3	5	15
18	No se cuenta con soportes para recostar piezas a sellar	B	5	3	15
19	No se cuenta con zona designada para almacenar producto en proceso	B	5	3	15
24	Cables sueltos en zona de trabajo	C y D	5	3	15
33	Presencia de objetos obsoletos	D	5	3	15
6	Demora en preparación de insumos	A y B	4	3	12
20	Falta de ajuste de prensas de fierro	C	3	4	12
21	Dificultad para manipular diferentes piezas a la vez	C	4	3	12
22	Dificultad para acomodar piezas ensambladas	C	4	3	12
28	Falta de mantenimiento de la maquinaria	D	3	4	12
31	Falta de calibración de la máquina al iniciar el cepillado	D	3	4	12
8	Iluminación insuficiente	A, B, C y D	5	2	10
11	Piso desnivelado	A y B	5	2	10
26	Máquina Garlopa descuadrada	D	2	5	10
27	Falta de potencia (HP) de la máquina	D	2	5	10
29	Eventuales trabajos extras fuera del flujo productivo	D	2	5	10
4	Fatiga	A y B	3	3	9
32	Virutta en zona de trabajo	D	3	3	9
5	Falta de coordinación entre el área de Ventas y Producción	A	2	4	8
30	Algunos trabajadores no son puntuales al iniciar sus labores	D	2	4	8



Anexo C: Manual de funciones estandarizados (Cepillado, Sellado y Laqueado)

- Manual de funciones para Subproceso Cepillado

7. Objetivo

Establecer parámetros y funciones a realizar para llevar a cabo la actividad de Ensamblado, de modo que se garantice el cumplimiento de la cantidad de muebles a producir durante un mes. El procedimiento descrito en el manual debe ser aplicado por los trabajadores de la empresa para lograr los resultados deseados.

8. Alcance

Designar funciones al trabajador que realizará el ensamblado considerando las mejoras implementadas para lograr mayor eficiencia y eficacia en dicha actividad.

9. Responsables

- Operario de producción: encargado de realizar el cepillado de las piezas que forman un mueble.
- Técnico de producción: encargado de monitorear que se cumplan las condiciones y mejoras propuestas para la actividad de Cepillado.

10. Descripción

El manual de funciones es una guía práctica para que la actividad de Cepillado se lleve a cabo de manera correcta y eficiente.

11. EPP

El trabajador para proceder con el ensamblado deberá contar con lo siguiente:

- Protección de cabeza: Casco de seguridad
- Protección Facial: Gafas y protectores faciales.

- Protectores Auditivos: Tapones y orejeras
- Protección Respiratoria: Respiradores y mascarillas
- Zapatos de seguridad
- Guantes de seguridad
- Ropa de trabajo

12. Funciones

12.1 Traslado de tablas a zona de trabajo con montacarga

La actividad anterior al Cepillado es el Habilitado, ambas áreas se encuentran contiguas, por lo que el traslado a la zona de Habilitado se realizará en un promedio de 6 minutos.

12.2 Ajuste de la maquinaria

Se debe realizar el ajuste de la maquinaria, de acuerdo al nivel de cepillado que se desea lograr, ello dependerá del tipo de mueble a realizar, es importante indicar que para los camarotes se utilizará una cuchilla de 1 mm de salida.

12.3 Colocación de tablas sobre la máquina

Una vez que ya se cuente la totalidad de tablas a utilizar para la producción de un camarote, se irán colocando tabla tras tabla para ser cepillada.

12.4 Manipulación de la madera

El trabajador realizará giros a la madera para que se pueda trabajar por partes, ya que son tablas de dimensión de 3.9 metros de largo.

12.5 Cepillado de tablas de madera

Cuando el trabajador ya cuenta con las piezas acomodadas para el cepillado de cada parte de la tabla, procede a pasar dicha tabla por la máquina y la cepilla, es importante indicar

que debe de ser muy exacto con el cepillado para tener una tabla con los estándares de calidad requeridos.

12.6 Colocación de partes cepilladas en espacio libre de zona de trabajo

El trabajador debe colocar las piezas (parantes, escaleras y barandas) cepilladas en la zona libre del área de Cepillado.



- Manual de funciones para Subproceso Sellado

1. Objetivo

Establecer parámetros y funciones a realizar para llevar a cabo la actividad de Sellado, de modo que se garantice el cumplimiento de la cantidad de muebles a producir proyectados durante un año cumpliendo los estándares de calidad y tiempos establecidos. El procedimiento descrito en el manual debe ser aplicado por los trabajadores de la empresa para lograr los resultados deseados.

2. Alcance

Designar funciones al trabajador que llevará a cabo el sellado de un mueble considerando las mejoras implementadas para lograr mayor eficiencia y eficacia en dicha actividad.

3. Responsables

El operario del área de Acabado es el encargado de realizar el sellado de las piezas que forman un mueble.

El técnico de producción es el encargado de monitorear que se cumplan las condiciones y mejoras propuestas para la actividad de Sellado.

4. Descripción

El manual de funciones es una guía práctica para que la actividad de Sellado se lleve a cabo de manera correcta, optimizando los tiempos de sellado y logrando la utilización eficiente de los recursos necesarios para dicha actividad.

5. EPP

El trabajador para proceder con el ensamblado deberá contar con lo siguiente:

- Protección de cabeza: Casco de seguridad

- Protección Facial: Gafas y protectores faciales.
- Protectores Auditivos: Tapones y orejeras
- Protección Respiratoria: Respiradores y mascarillas
- Zapatos de seguridad
- Guantes de seguridad
- Ropa de trabajo

6. Funciones

6.1 Traslado con montacarga de piezas ensambladas a zona de Acabado

- La actividad anterior al Sellado es el Ensamblado, cabe indicar que estas áreas cuentan con disposición contiguas, por lo que el traslado se realizará a la zona de Sellado, con montacarga manual, se realizará en un promedio de 4 minutos.

6.2 Búsqueda de insumos para el sellado dentro del armario

- Los insumos se encontrarán ubicados en el armario, estos contarán con etiquetado para que el trabajador reconozca el tipo de insumo que utilizará. El trabajador se debe acercar al armario y buscar los insumos requeridos, como lo son el guaipe, la selladora y el tiner. La búsqueda de materiales se realizará en un promedio de 2 minutos.

6.3 Traslado de insumos requeridos a zona de acabado

- Una vez ya se cuente con los materiales necesarios, el trabajador debe trasladarse hacia la zona de Acabado, lo cual debe realizar en 1 minuto en promedio, ya que el armario se encuentra ubicado entre la zona de Presentación, Acabado y Ensamblado.

6.4 Apertura de galones de tiner y selladora

- El trabajador utilizará 2.5 galones de tiner y 1 galón de selladora en promedio por camarote para sellar se requiere que ambos insumos se mezclen, por lo que primero el

trabajador debe abrir dichos galones, de modo que al momento de mezclar los insumos estos no hayan perdido su efecto.

6.5 Preparación de mezcla total a utilizar

- Cuando el trabajador ya cuenta con los galones abiertos, procede a mezclar selladora y tiner en un galón de mayor tamaño que los regulares. Luego, mueve la mezcla para que tome una textura más líquida y el sellado de las piezas del mueble (parantes, escaleras y barandas) pueda llevarse a cabo de manera correcta. La preparación de insumos debe realizarse en 8 minutos en promedio.

6.6 Sellado completo del mueble

- El trabajador debe acomodar las piezas de madera en los soportes implementados con el objetivo de que, al momento de sellar cada pieza, pueda moverse libremente, sin necesidad de sujetar las piezas. Con la ayuda de dichos sujetadores y la nueva distribución de áreas, el trabajador podrá ser más eficaz en dicho proceso. El sellado completo de un mueble debe durar 125 minutos en promedio.

6.7 Colocación de piezas selladas en zona de producto en proceso

- Cuando el trabajador termine de sellar una pieza la colocará en la zona de producto en proceso y así se procederá con la totalidad de piezas que conforman el mueble. Se debe colocar en dicha zona, implementada al lado de la zona de Acabado, con la finalidad de que las piezas sequen antes de pasar al siguiente proceso, Laqueado o Pintado, según sea el caso.

6.8 Trabajador desecha desperdicios

- Al terminar de sellar el mueble en su totalidad y ya haber dejado las piezas en la zona de producto en proceso, el trabajador debe desechar los restos de guaipe o galones sobrantes, asimismo deben desechar los guantes y mascarillas utilizadas por el

trabajador. Lo indicado con el objetivo de que la zona de Acabado quede limpia para siguientes sellados.

6.9 Regresar las herramientas a sus respectivos lugares

- Al culminar con la actividad, el trabajador debe regresar las herramientas e insumos sobrantes a sus respectivos lugares.



- Manual de funciones para Subproceso Laqueado.

1. Objetivo

- Establecer parámetros y funciones a realizar para llevar a cabo la actividad de Laqueado, de modo que se garantice el cumplimiento de la cantidad de muebles a producir proyectados durante un año cumpliendo los estándares de calidad y tiempos establecidos. El procedimiento descrito en el manual debe ser aplicado por los trabajadores de la empresa para lograr los resultados deseados.

2. Alcance

- Designar funciones al trabajador que llevará a cabo el laqueado de un mueble considerando las mejoras implementadas para lograr mayor eficiencia y eficacia en dicha actividad.

3. Responsables

- Operario del área de Acabado: encargado de realizar el laqueado de las piezas
- Técnico de producción: encargado de monitorear que se cumplan las condiciones y mejoras propuestas para la actividad de Laqueado.

4. Descripción

- El manual de funciones es una guía práctica para que la actividad de Laqueado se lleve a cabo de manera correcta, optimizando los tiempos de Laqueado y logrando la utilización eficiente de los recursos necesarios para dicha actividad.

5. EPP

El trabajador para proceder con el ensamblado deberá contar con lo siguiente:

- Protección de cabeza: Casco de seguridad
- Protección Facial: Gafas y protectores faciales.

- Protectores Auditivos: Tapones y orejeras
- Protección Respiratoria: Respiradores y mascarillas
- Zapatos de seguridad
- Guantes de seguridad
- Ropa de trabajo

6. Funciones

6.1 Búsqueda de insumos para el laqueado dentro del armario

- Los insumos se encontrarán ubicados en el armario, estos contarán con etiquetado para que el trabajador reconozca el tipo de insumo que utilizará. El trabajador se debe acercar al armario y buscar los insumos requeridos para el Laqueado, como lo son el guaípe, laca y tiner. La búsqueda de materiales se realizará en un promedio de 2 minutos.

6.2 Traslado de insumos requeridos a zona de acabado

- Cuando el trabajador cuente con los insumos requeridos para proceder con el laqueado de un mueble, debe llevar los insumos seleccionados a la zona de Acabado, ya que el armario se encuentra ubicado entre la zona de Presentación, Acabado y Ensamblado.

6.3 Apertura de galones de tiner y laca

- El trabajador utilizará 2.5 de galones de tiner en promedio y 0.3 galón de laca en promedio por camarote, para laquear se requiere que ambos insumos se mezclen, por lo que primero el trabajador debe abrir dichos galones, de modo que al momento de mezclar los insumos estos no hayan perdido su efecto al utilizar dicha mezcla.

6.4 Preparación de mezcla total a utilizar

- Cuando el trabajador ya cuenta con los galones abiertos, procede a mezclar la laca y

tinero en un galón de mayor tamaño que los regulares. Luego, mueve la mezcla para que tome una textura líquida y el laqueado de las piezas del mueble (parantes, escaleras y barandas) pueda llevarse a cabo cumpliendo con los estándares de calidad. La preparación de insumos debe realizarse en 8 minutos en promedio.

6.5 Laqueado completo del mueble

- Para laquear se requiere que los insumos tinero y laca se mezclen, por lo que primero el trabajador debe abrir dichos galones, procede a mezclar laca y tinero en un galón de mayor tamaño que los regulares, de modo que al momento de mezclar los insumos estos no hayan perdido su efecto al utilizar dicha mezcla.

6.6 Colocación de piezas laqueadas en zona de producto en proceso

- Cuando el trabajador termine de laquear una pieza la colocará en la zona de producto en proceso y así se procederá con la totalidad de piezas que conforman el mueble. Se debe colocar en dicha zona, implementada al lado de la zona de Acabado, con la finalidad de que las piezas sequen antes de que pasen al proceso de Armado.

6.7 Trabajador desecha desperdicios

- Al terminar de laquear el mueble en su totalidad y dejado las piezas en la zona de producto en proceso, se debe desechar los restos de guaipe o galones sobrantes, asimismo deben desechar los guantes y mascarillas utilizadas. Lo indicado con el objetivo de que la zona de Acabado quede limpia para siguientes laqueados.

6.8 Regresar las herramientas a sus respectivos lugares

- El trabajador debe regresar las herramientas e insumos sobrantes a sus lugares.

Anexo D: Formato de auditoría de mejoras propuestas

Fecha de Auditoría: _____

Auditor Líder: _____

Área o Proceso Auditado: _____

Objetivo de la Auditoría: Verificar la implementación y sostenibilidad de las mejoras propuestas de Lean Manufacturing y Redistribución de Planta.

Checklist de Auditoría:

1. Lean Manufacturing:

- Identificación de desperdicios en el proceso productivo y aplicación de soluciones.
- Mantener un ambiente organizado y limpio.
- Establecimiento de flujo continuo de trabajo para mejorar la eficiencia.
- Mantener las zonas de trabajo libres de desperdicios.
- Uso de herramientas Lean para la mejora continua.
- Colocar insumos y herramientas en la zona del armario que le corresponde

2. Redistribución de Planta:

- Reubicación efectiva de maquinaria y equipos según la nueva distribución.
- Adecuada distribución de espacios para optimizar flujos de materiales y operarios.
- Implementación de medidas para evitar obstrucciones y congestionamientos.
- Actualización de planos y documentación de la nueva distribución de planta.

3. Sostenibilidad de las Mejoras:

- Se ha establecido un sistema de seguimiento y medición de los indicadores de desempeño clave (KPIs).
- Se realizan auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento de las mejoras propuestas.
- Los empleados han recibido capacitación y entrenamiento para mantener y mejorar las propuestas implementadas.
- Se han establecido responsables designados para cada mejora y su mantenimiento.
- Se fomenta la cultura de mejora continua en el equipo de trabajo.

4. Observaciones y Comentarios:

Resultado de la Auditoría:

- Cumple con las mejoras propuestas y su sostenibilidad en el tiempo.
 - Cumple parcialmente con las mejoras propuestas; se requieren acciones correctivas.
 - No cumple con las mejoras propuestas; se requieren acciones correctivas inmediatas.
- Acciones Correctivas (en caso de no cumplir completamente):

Firma del Auditor Líder: _____

Firma del Responsable del Área o Proceso Auditado: _____

Anexo F: Matriz de Evaluación

a) Subproceso Cepillado

EVALUACIÓN DE PERSONAL					
Nombre del personal:	Departamento: Producción			Actividad: Cepillado	
PRODUCCIÓN					
Número de muebles cepillados al mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Cumple con la meta de muebles a fabricar					
Cumple con los tiempos de cepillado					
Trabaja bajo presión					
Aplica mejoras implementadas					
Colabora con todas las actividades					
CALIDAD					
Exactitud, buen acabado y orden al trabajar	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Cepillados conformes, sin asperezas					
No realiza trabajos extras al cepillado					
Cumple con los horarios establecidos					
Utiliza mesa de trabajo para realizar uniones exactas					
Mantiene el orden en zona de trabajo					
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO					
Conocimiento del flujo de la actividad	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Conoce el tipo de cepillado que realizará por tipo de mueble					
Conoce el flujo que debe seguir para lograr resultados conformes					
Sigue los procedimientos correctos					
RESPONSABILIDAD					
Cumple con muebles a ensamblar en el mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Planifica actividades a realizar					
Cumple metas establecidas por gerencia					
Utiliza materiales e insumos en la cantidad requerida					
PROACTIVIDAD					
Actitud de iniciativa	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Muestra nuevas ideas para optimizar la actividad					
Resuelve dificultades presentadas durante la actividad					
Muestra disposición en ayudar a sus compañeros					
SEGURIDAD					
Toma en cuenta las normas establecidas	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Utilización de EPP					
Mantiene el orden en el lugar de trabajo					
Sigue el procedimiento establecido					
Tiene conocimiento de zonas seguras					

b) Para el subproceso sellado

EVALUACIÓN DE PERSONAL					
Nombre del personal:	Departamento: Producción			Actividad: Sellado	
PRODUCCIÓN					
Número de muebles sellados al mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Cumple con la meta de muebles a fabricar					
Cumple con los tiempos de sellado					
Trabaja bajo presión					
Aplica mejoras implementadas					
Colabora con todas las actividades					
CALIDAD					
Exactitud, buen acabado y orden al trabajar	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Sellado parejo, sin poros					
No realiza trabajos extras al sellado					
Cumple con los horarios establecidos					
Hace uso del armario implementado					
Mantiene el orden en zona de trabajo					
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO					
Conocimiento del flujo de la actividad	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Conoce la cantidad de galones de selladora y tiner por tipo de mueble					
Conoce el flujo que debe seguir para lograr resultados conformes					
Sigue los procedimientos correctos					
RESPONSABILIDAD					
Cumple con muebles a sellar en el mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Planifica actividades a realizar					
Cumple metas establecidas por gerencia					
Utiliza materiales e insumos en la cantidad requerida					
PROACTIVIDAD					
Actitud de iniciativa	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Muestra nuevas ideas para optimizar la actividad					
Resuelve dificultades presentadas durante la actividad					
Muestra disposición en ayudar a sus compañeros					
SEGURIDAD					
Toma en cuenta las normas establecidas	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Utilización de EPP					
Mantiene el orden en el lugar de trabajo					
Sigue el procedimiento establecido					
Tiene conocimiento de zonas seguras					

c) Para el subproceso laqueado

EVALUACIÓN DE PERSONAL					
Nombre del personal:	Departamento: Producción			Actividad: Laqueado	
PRODUCCIÓN					
Número de muebles laqueados al mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Cumple con la meta de muebles a fabricar					
Cumple con los tiempos de laqueado					
Trabaja bajo presión					
Aplica mejoras implementadas					
Colabora con todas las actividades					
CALIDAD					
Exactitud, buen acabado y orden al trabajar	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Laqueado parejo, sin poros					
No realiza trabajos extras al laqueado					
Cumple con los horarios establecidos					
Hace uso del armario implementado					
Mantiene el orden en zona de trabajo					
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO					
Conocimiento del flujo de la actividad	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Conoce la cantidad de galones de laca y tiner por tipo de mueble					
Conoce el flujo que debe seguir para lograr resultados conformes					
Sigue los procedimientos correctos					
RESPONSABILIDAD					
Cumple con muebles a laquear en el mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Planifica actividades a realizar					
Cumple metas establecidas por gerencia					
Utiliza materiales e insumos en la cantidad requerida					
PROACTIVIDAD					
Actitud de iniciativa	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Muestra nuevas ideas para optimizar la actividad					
Resuelve dificultades presentadas durante la actividad					
Muestra disposición en ayudar a sus compañeros					
SEGURIDAD					
Toma en cuenta las normas establecidas	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Utilización de EPP					
Mantiene el orden en el lugar de trabajo					
Sigue el procedimiento establecido					
Tiene conocimiento de zonas seguras					

d) Para el subproceso ensamblado

EVALUACIÓN DE PERSONAL					
Nombre del personal:	Departamento: Producción			Actividad: Ensamblado	
PRODUCCIÓN					
Número de muebles ensamblado al mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Cumple con la meta de muebles a fabricar					
Cumple con los tiempos de ensamblado					
Trabaja bajo presión					
Aplica mejoras implementadas					
Colabora con todas las actividades					
CALIDAD					
Exactitud, buen acabado y orden al trabajar	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Ensamblajes exactos sin espacios sobrantes					
No realiza trabajos extras al ensamblado					
Cumple con los horarios establecidos					
Utiliza mesa de trabajo para realizar uniones exactas					
Mantiene el orden en zona de trabajo					
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO					
Conocimiento del flujo de la actividad	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Conoce el tipo de unión que realizará por tipo de mueble					
Conoce el flujo que debe seguir para lograr resultados conformes					
Sigue los procedimientos correctos					
RESPONSABILIDAD					
Cumple con muebles a ensamblar en el mes	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Planifica actividades a realizar					
Cumple metas establecidas por gerencia					
Utiliza materiales e insumos en la cantidad requerida					
PROACTIVIDAD					
Actitud de iniciativa	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Muestra nuevas ideas para optimizar la actividad					
Resuelve dificultades presentadas durante la actividad					
Muestra disposición en ayudar a sus compañeros					
SEGURIDAD					
Toma en cuenta las normas establecidas	Óptimo	Bueno	Regular	Deficiente	Insuficiente
Utilización de EPP					
Mantiene el orden en el lugar de trabajo					
Sigue el procedimiento establecido					
Tiene conocimiento de zonas seguras					

Anexo G: Elaboración del diagrama de bloques usando Algoritmo de Francis

Orden	Área	Motivo
1°	9	Mayor RCT
2°	10	A con 9
3°	11	E con 9
4°	12	E con 11
5°	7	I con 9
6°	8	A con 7
7°	6	O con 7
8°	5	I con 6
9°	4	E con 5
10°	3	E con 4
11°	2	E con 3
12°	1	E con 2

- Se ubica el área de mayor RTC (Área 9 – Zona de acabado) y se selecciona una posición para el área 10 – Almacén de MP

8	7	6	Ubicación	VPP
10	9A	5	1,3,5,7	10,000
2	3	4	2,4,6,8	5,000

- Se selecciona una posición para el área 11 – Zona de presentación

10	9	8	7	Ubicación	VPP
1	10A	9A	6	2,5,7,10	5,000
2	11	4	5	1,6	10,000
				3,4,8,9	15,000

- Se selecciona una posición para el área 12 – Almacén de producto terminado

				Ubicación	VPP
				12,9,7	-
12	11	10	9	1,8	-
1	10U	9U	8	3,5	500
2	11E	12	7	10,11	-
3	4	5		6	1,000
				2,4	500

- Se selecciona una posición para el área 7 – Zona de lijado

				Ubicación	VPP
				12,3,6	-
12	11	7	9	11,7,9	50
1	10U	9I	8	4,5	-
2	11U	12U	7	8,10	100
3	4	5	6	1,2	-

- Se selecciona una posición para el área 8 – Zona de ensamblado

				Ubicación	VPP	
		12	11	10	14,6	-
14	8	7A	9	1,2,7	-	
1	10U	9O	8	8	-	
2	11U	12U	7	4,5	-	
3	4	5	6	2,7	-	
				9,11	10,000	
				10,12	5,000	
				13	10,000	
				3	-	

- Se selecciona una posición para el área 6 – Zona de diseño

				Ubicación	VPP
14	13	6	11	14,4,7	-
1	8U	7O	10	1,2,3,8	-
2	10U	9U	9	5,6	-
3	11U	12U	8	10,12	10
4	5	6	7	9,11,13	5

- Se selecciona una posición para el área 5 – Zona de espigado

				Ubicación	VPP
	14	13	12	16,4,7,11	-
16	5	6I	11	1,2,3,8,9,10	-
1	8U	7U	10	5,6	-
2	10U	9U	9	12,14	50
3	11U	12U	8	13,15	100
4	5	6	7		

- Se selecciona una posición para el área 4 – Zona de corte

				Ubicación	VPP
16	4	14	13	2,14,16	500
1	5E	6O	12	1,15	1,000
2	8U	7O	11	11,12	10
3	10U	9U	10	13	5
4	11U	12U	9	3,4,9,10	-
5	6	7	8	6,7	-
				5,8	-

- Se selecciona una posición para el área 3 – Zona de cepillado

18	17	16	
1	4E	3	14
2	5U	6U	13
3	8U	7U	12
4	10U	9U	11
5	11U	12U	10
6	7	8	9

Ubicación	VPP
2,16,18	500
1,15,17	1,000
3,4,5,10,11,12,13	-
7,8	-
6,9,14	-

- Se selecciona una posición para el área 2 – Zona de habilitado

18	17	2	15
1	4U	3E	14
2	5U	6U	13
3	8U	7U	12
4	10U	9U	11
5	11U	12U	10
6	7	8	9

Ubicación	VPP
16,14	1,000
15,17	500
1,2,3,4,5,10,11,12,13	-
7,8	-
6,9,18	-

- Se selecciona una posición para el área 1 – Almacén de materia prima

	18	17	16
20	1U	2E	15
1	4U	3U	14
2	5U	6U	13
3	8U	7U	12
4	10U	9U	11
5	11U	12U	10
6	7	8	9

Ubicación	VPP
14,16,18	500
1,2,3,4,5,10,11,12,13,20	-
15,17,19	1,000
7,8	-
6,9	-

Finalmente, el resultado del layout quedaría de la siguiente manera:

1	2
4	3
5	6
8	7
10	9
11	12



Almacén de materia prima	Zona de habilitado
Zona de corte	Zona de cepillado
Zona de espigado	Zona de diseño
Zona de ensamblado	Zona de lijado
Almacén producto en proceso	Zona de acabado
Zona de presentación	Almacén producto terminado

Anexo H: Evidencias de la propuesta de mejora de la investigación

La siguiente imagen nos muestra cómo se veía el área de habilitado de la empresa de muebles objeto del estudio porque tal y como se muestra, era un área desordenada y peligrosa para la manipulación de la materia prima y el trabajo diario del personal.



Sin embargo, la siguiente imagen nos muestra cómo se ve el área de habilitado de la empresa de muebles después de la mejora aplicada en el estudio porque tal y como se muestra, es un área más ordenada y menos peligrosa para la manipulación de la materia prima y el trabajo diario del personal.



La siguiente imagen nos muestra cómo se veía la colocación de la materia prima en la empresa de muebles objeto del estudio porque tal y como se muestra, no existía un área de materia prima.



Sin embargo, la siguiente imagen nos muestra cómo se implementó y se ve el área de materia prima de la empresa de muebles después de la mejora aplicada en la investigación porque tal y como se muestra, es un área ordenada e idónea para una mejor manipulación de la materia prima en el trabajo diario del personal.



La siguiente imagen nos muestra cómo se veía la zona de corte de la empresa de muebles objeto del estudio porque tal y como se muestra, era un área desordenada y peligrosa para la manipulación de objetos pesados o filosos que afectaban el trabajo diario de los trabajadores.



Sin embargo, la siguiente imagen nos muestra cómo mejoró la zona de corte de la empresa de muebles objeto del estudio después de la aplicación de las propuestas descritas en la investigación porque tal y como se muestra, es un área más ordenada, idónea y menos peligrosa para la manipulación de la materia prima en el trabajo.

