

Plan de Mejoramiento del Proceso Productivo para la empresa

Comodidad y Lujo



Autores

Amaury Jacques Bernard Godin

Wilson Fabián Gómez Gómez

Tutor

Ing. Biviana Ramírez Cardona.

Universidad el Bosque

Ingeniería Industrial

Línea de investigación en Diseño, Gestión e Ingeniería de Operaciones

Bogotá, Colombia

Septiembre de 2019

Agradecemos a nuestra directora la Ingeniera Biviana Ramírez Cardona por su acompañamiento en el presente trabajo, al apoyo brindado por nuestros familiares, a la Universidad El Bosque y particularmente a la empresa Comodidad y Lujo por confiar en nosotros para el desarrollo del proyecto.

Contenido

Resumen	1
Introducción.....	2
1. Formulación del proyecto	3
1.1 Problema de investigación	3
1.1.1 Identificación.....	4
1.1.2 Descripción.....	7
1.1.3 Planteamiento.....	8
1.2 Justificación	8
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
1.4 Metodología	10
1.5 Alcances y resultados.....	11
2 Marco de referencia	12
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Marco teórico.....	14
2.3 Marco institucional	16

2.3.1	Historia.....	16
2.3.2	Misión.....	17
2.3.3	Visión.....	17
2.3.4	Descripción general de la empresa.....	17
2.3.5	Ubicación.....	21
2.4	Marco legal y normatividad.....	22
3	Diagnóstico de la situación actual.....	23
3.1	Características de la empresa.....	23
3.1.1	Distribución física de la planta de producción.....	23
3.1.2	Maquinaria y herramientas.....	25
3.1.3	Proveedores.....	27
3.1.4	Clientes.....	29
3.1.5	Productos.....	29
3.1.6	Descripción del proceso.....	31
3.1.7	Productividad de la empresa.....	35
3.2	Fabricación de las puertas.....	37
3.2.1	Proceso de fabricación de las puertas.....	37
3.2.2	Diagrama de flujo del proceso.....	41
3.2.3	Estudio de tiempos.....	43

3.2.4	Muestreo del trabajo.....	49
3.3	Hallazgos.....	52
3.3.1	Demoras y recorridos.....	52
3.3.2	Acumulación de Inventarios.....	53
3.3.3	Reprocesos.....	57
3.3.4	Riesgos.....	58
4	Estrategias y métodos propuestos	60
4.1	Redistribución de planta	60
4.2	Método 5s.....	69
4.2.1	Etapa 1 Seiri – Seleccionar.....	70
4.2.2	Etapa 2 Seiton – Ordenar.....	72
4.2.3	Etapa 3 Seiso – Limpieza.....	79
4.2.4	Etapa 4 Seiketsu – Estandarización.....	80
4.2.5	Etapa 5 Shitsuke – Disciplina.....	80
5	Análisis de los beneficios y costos de la propuesta	84
5.1	Costos de la redistribución.....	84
5.2	Costos de la aplicación de los 5S.....	84
5.3	Beneficios de las propuestas	85
6	Conclusiones y recomendaciones	92

6.1	Conclusiones	92
6.2	Recomendaciones	93
7	Referencias.....	95

Índice de tablas

Tabla 1: Producción industria maderera	5
Tabla 2: Listado herramientas de uso manual disponibles	27
Tabla 3: Ventas anuales por tipo de producto.....	35
Tabla 4: Costos por factor de producción.....	36
Tabla 5: Productividad parcial en mano de obra por producto.....	37
Tabla 6: Número recomendado de ciclos de observación	43
Tabla 7: Holguras recomendadas.....	45
Tabla 8: Calificación del operario. Comodidad y Lujo	46
Tabla 9: Resultados estudio piloto aleatorio.....	50
Tabla 10: Resultados muestreo del trabajo	51
Tabla 11: Horas disponibles según empleado.....	57
Tabla 12: Rango de medición de probabilidad, impacto y severidad.....	59
Tabla 13: Evaluación de riesgos.	59
Tabla 14: Cálculo de superficies de las máquinas	61
Tabla 15: Resumen de las relaciones	64
Tabla 16: Priorización de las áreas	65
Tabla 17: Resumen comparativo de propuestas	66
Tabla 18: Costo elaboración estanterías.	84

Tabla 19: Costos aplicación 5S.....	85
Tabla 20: Ahorros obtenidos con las propuestas (Caso Puertas).....	86
Tabla 21: Resumen Recorrido Actual vs Propuesto	86
Tabla 22: Costo recorridos actual vs propuesto.....	86
Tabla 23: Costo de los recorridos de transporte anual actual vs propuesto.....	87
Tabla 24: Costos arriendo bodega.	87
Tabla 25: Evaluación de riesgos implementando propuestas	88
Tabla 26: Proyección del ahorro en horas con las propuestas	90
Tabla 27: Proyecciones en costo (escenario puertas)	90
Tabla 28: Proyecciones en costo (escenario closet).....	90
Tabla 29: Proyecciones en costo (escenario Sillas).....	90

Índice de figuras

Figura 1: Ventas anuales.....	4
Figura 2: Productividad últimos cinco años	6
Figura 3: Evolución de las productividades parciales	7
Figura 4: Ishikawa disminución de la productividad.....	8
Figura 5: Marco metodológico	10
Figura 6: Organigrama de la empresa de muebles Comodidad y Lujo	18
Figura 7: Ubicación de la fábrica.....	21
Figura 8: Foto exterior de la fábrica	21
Figura 9: Resumen marco legal y normatividad.....	22
Figura 10: Plano bodega principal.	24
Figura 11: Plano bodega adicional.....	25
Figura 12: Inventario maquinaria	26
Figura 13: Grupos de materias primas	28
Figura 14: Principales proveedores.....	29
Figura 15: Familias de productos.....	30
Figura 16: Diagrama de Pareto, % Unidades producidas	31
Figura 17: Diagrama de Bloques, proceso elaboración de muebles.	32
Figura 18: Diagrama multiproducto	34

Figura 19: Productividad parcial.....	36
Figura 20: Diseño y especificaciones puerta.	38
Figura 21: Diagrama de recorrido puerta, método actual.	39
Figura 22: Estructura interna de una puerta.	40
Figura 23: Cursograma analítico del operario, elaboración de una puerta (Tiempo en h:min:s).	42
Figura 24: Actividades observadas en puertas.....	44
Figura 25:Actividades observadas para closet.....	44
Figura 26: Actividades observadas en silla.....	45
Figura 27: Toma de tiempos para puerta actividades de la 1 a la 6.	48
Figura 28: Actividades a observar	50
Figura 29: Área de pintura	53
Figura 30: Área de producción	54
Figura 31: Áreas con productos en proceso.....	55
Figura 32: Productos acumulados área almacenaje	56
Figura 33 : Herramientas dispersas.....	56
Figura 34: Relaciones de Muther.....	62
Figura 35: Justificación de las relaciones	62
Figura 36:Diagrama de Relaciones.....	63

Figura 37: Área y máquinas para redistribución.....	65
Figura 38: Propuesta de redistribución No 3	67
Figura 39: Recorrido propuesto puerta	68
Figura 40: Mapa nueva distribución para metodología 5S	69
Figura 41: Ejemplo de clasificación de elementos usados en la fábrica.....	70
Figura 42: Formato etiquetas de selección	71
Figura 43: Lista de puestos de trabajo estado actual	72
Figura 44: Dimensiones recomendadas del lugar de trabajo de pie	73
Figura 45: Áreas de trabajo normales y máximas en el plano horizontal.....	73
Figura 46: Áreas de trabajo normal y máxima en el plano vertical.....	74
Figura 47: Propuesta estación de trabajo pintor.....	75
Figura 48: Estante para lijas.....	76
Figura 49: Formato registro de control de inventario de lija	77
Figura 50: Estante para herramientas y máquina Ingleteadora.....	78
Figura 51: Caja para brocas	79
Figura 52: <i>Dashboard</i> de Seguimiento de pedidos.....	81
Figura 53: <i>Dashboard</i> - Control de limpieza.....	82
Figura 54: Productividad parcial actual vs propuesta.....	89
Figura 55: Ejemplo closet instalado.....	128

Figura 56: Modelo de silla 129

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Ecuación productividad global	5
Ecuación 2: Cálculo de productividad	35
Ecuación 3: Número de muestras	51
Ecuación 4: Severidad de los riesgos.....	59
Ecuación 5: Espacio necesario de una máquina	60
Ecuación 6: Tasa de Cercanía Total	64
Ecuación 7: Número de existencia mínima de Lija	77
Ecuación 8: Cumplimiento de los pedidos	81

Índice de anexos

Anexo A: Diagrama de recorrido closet método actual.....	97
Anexo B: Diagrama de recorrido silla, método actual.....	98
Anexo C: Tablas de clasificación - Sistema Westinghouse.....	99
Anexo D: Toma de tiempos para puerta actividades de la 7 a la 12.....	100
Anexo E: Toma de tiempos para puerta actividades de la 13 a la 18.	101
Anexo F: Toma de tiempos closet actividades de la 1 a la 6.	102
Anexo G: Toma de tiempos closet actividades de la 7 a la 12	103
Anexo H: Toma de tiempos closet actividades de la 13 a la 16.	104
Anexo I: Toma de tiempos silla actividades de la 1 a la 6.....	105
Anexo J: Toma de tiempos silla actividades de la 7 a la 12.	106
Anexo K: Toma de tiempos silla actividades de la 13 a la 19.....	107
Anexo L: Cursograma analítico operario fabricación closet.	108
Anexo M: Cursograma analítico operario fabricación silla.....	109
Anexo N: Holguras recomendadas por ILO.	110
Anexo O: Prueba piloto.	111
Anexo P. Formulario para estudio muestreo del trabajo.	112
Anexo Q: Muestreo del trabajo.....	113
Anexo R: Propuesta de redistribución No 1	114

Anexo S: Propuesta de redistribución No 2.....	115
Anexo T: Propuesta de redistribución No 4.....	116
Anexo U: Diagrama de recorrido propuesto Closet.....	117
Anexo V: Diagrama de recorrido propuesto silla	118
Anexo W: Cursograma analítico propuesto puerta.....	119
Anexo X: Cursograma analítico propuesto closet.	120
Anexo Y: Cursograma analítico propuesto silla.....	121
Anexo Z: Lista de materiales para elaboración de estantes	122
Anexo AA: Plan de capacitación	123
Anexo BB: Ahorros obtenidos con las propuestas (Caso Closet y Silla)	126
Anexo CC: Proceso de fabricación del closet.....	127
Anexo DD: Proceso de fabricación de sillas.	129
Anexo EE: Puntos de conexión energía eléctrica	131

Resumen

La empresa Comodidad y Lujo, especializada en la carpintería de muebles, encuentra durante sus últimos años una disminución en su productividad. A partir de la identificación de la problemática, surge el proyecto de diseñar un plan de mejoramiento de la productividad para la empresa, basándose en los tres productos de mayor porcentaje de venta, los cuales son: las puertas, los closets y las sillas. Se identificó, gracias al diagnóstico, como principales fuentes de desperdicio: los tiempos de ineficiencia de los empleados a causa de la desorganización de la bodega y una distribución de las máquinas inadecuadas a los flujos de productos. Por lo cual, el proyecto se orientó en dos propuestas, la primera se enfoca en una redistribución de la planta para disminuir los recorridos y la segunda se concentra en la aplicación del Lean Management a través de la aplicación de la metodología 5S para organizar la bodega y así disminuir las demoras. Las propuestas se diseñaron para tener un aporte en la productividad a largo plazo, sirviendo de base a un proceso de mejora continua. En consecuencia, con la implementación de las propuestas se ahorra el 41% en los recorridos de las puertas, 48% en los closets y 52% en las sillas.

Palabras clave

Carpintería; Diseño de planta; 5S; Productividad;

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una propuesta de mejoramiento del proceso productivo para la empresa COMODIDAD Y LUJO, mediante la identificación de oportunidades de mejora, teniendo en cuenta las restricciones de las instalaciones donde está ubicada la empresa.

Para el desarrollo, en el primer capítulo se muestra la problemática identificada en la empresa, principalmente el proceso productivo que a su vez incide en la productividad y la metodología a seguir para el desarrollo del proyecto.

Para el segundo capítulo los antecedentes consultados muestran que tipo de metodologías con soportes teóricos se han aplicado con éxito en estos casos, junto con la descripción general de la naturaleza de la empresa y la normativa aplicable.

En tercer lugar, se presenta una descripción general de los procesos productivos mediante el uso de herramientas de ingeniería como: diagramas de recorrido, muestreo del trabajo y medición de los tiempos de ciclo, que servirán de bases para el desarrollo del diagnóstico describiendo las actividades desarrolladas, la maquinaria y herramientas disponibles, finalizando con los hallazgos donde se detallan las falencias encontradas.

En el cuarto capítulo se presentan las propuestas de solución orientadas a solucionar la problemática identificada.

Siguiendo con el análisis de los costos y los beneficios de la propuesta en el quinto capítulo y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

1. Formulación del proyecto

1.1 Problema de investigación

Comodidad y Lujo es una empresa ubicada en Bogotá, dedicada a la fabricación de muebles en madera como: Alcobas, comedores, cocinas integrales, carpintería en general y todo tipo de diseños especiales hechos a la medida. La fabricación de los productos se hace sobre pedido, actualmente cuenta con siete empleados, aunque dependiendo de la demanda de productos la cantidad de empleados varia.

Las especificaciones de los productos cambian de un pedido a otro, porque para cada proyecto se realizan detalles personalizados de acuerdo con los requerimientos de los clientes, incluso algunos productos solo se realizan por una única vez, además de la constante renovación de materia prima por parte de los proveedores.

En la empresa se ha evidenciado que para el alistamiento del lugar de trabajo no se cuenta con un sitio previamente establecido para dejar cada herramienta después de su uso correspondiente, esto conlleva a que en ocasiones los trabajadores se demoren entre 10 a 15 minutos realizando la búsqueda correspondiente de los implementos necesarios para el desarrollo de sus labores, según observaciones realizadas mediante las cámaras de la empresa.

Adicionalmente, por la ubicación actual de las máquinas -incluso se tienen máquinas sin utilizar- y las características mismas del proceso, no es posible que el recorrido del producto en fabricación sea de manera secuencial, por el contrario, es necesario realizar movimientos de un lado a otro de la planta para continuar con el proceso.

La materia prima no cuenta con una ubicación claramente definida lo que genera que se observe materia prima dentro de la zona de operación de la planta, esto a su vez reduce el espacio de maniobrabilidad de los operarios en su puesto de trabajo y no permite identificar con exactitud el stock de materia prima en un momento determinado, ocasionando el desperdicio de la materia prima o compras innecesarias.

No se cuenta con una sola área para el almacenamiento del producto terminado, lo que genera movimientos suplementarios interfiriendo en el flujo de la fabricación de otros productos, aumentando la probabilidad de daño, movimientos incensarios, fatiga e inseguridad para el trabajador.

1.1.1 Identificación.

La empresa ha mostrado durante los últimos cuatro años, un aumento de las ventas como se ilustra en la Figura 1, que contrasta con la tendencia de su sector.

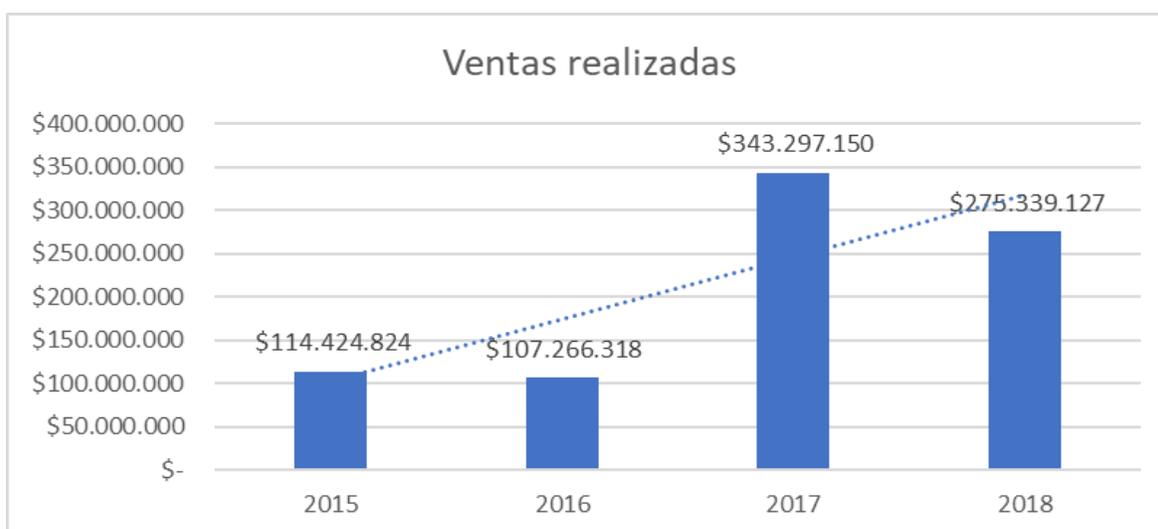


Figura 1: Ventas anuales

Fuente: Los autores (2019)

El análisis realizado por Villar (2019), del sector del mueble y la madera en Colombia muestra una disminución de su participación en la economía. En el 2014 aportaba el 0.63% al PIB nacional, para el año 2018 el aporte fue de 0.58%.

Villar (2019) afirma que el resultado de la baja demanda, la carga de impuestos y el aumento de la competencia de productos importados, la producción nacional del mueble y la madera sufrió un descenso. La producción forestal (agricultura, ganadería, caza, silvicultura y extracción de madera), fabricación de productos de madera, tableros y muebles en general incluyendo los

colchones obtuvieron una producción de \$3.44 billones en el 2018, mostrando una disminución en la producción de 1.8% con respecto al año 2017 como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Producción industria maderera

Producción de la industria del mueble y la madera - Miles de pesos			
	2016	2017	2018
Aserrado y cepillado de madera	\$ 260.019.079	\$ 259.480.204	\$ 235.937.382
Tableros y paneles de madera	\$ 602.810.207	\$ 547.210.248	\$ 489.017.120
Partes de carpintería para la construcción	\$ 153.943.957	\$ 134.220.365	\$ 120.450.121
Recipientes de madera	\$ 89.625.053	\$ 112.369.618	\$ 109.689.057
Otros productos de madera	\$ 44.833.649	\$ 26.620.143	\$ 25.987.204
Subtotal forestal y madera	\$ 1.151.231.945	\$ 1.079.900.578	\$ 981.080.884
Fabricación de muebles	\$ 1.743.825.668	\$ 1.650.073.028	\$ 1.674.820.123
Fabricación de colchones y somieres	\$ 747.467.623	\$ 757.490.602	\$ 768.852.961
Subtotal muebles, colchones y somieres	\$ 2.491.293.291	\$ 2.407.563.630	\$ 2.443.673.084
Total industria del mueble y la madera	\$ 3.642.525.236	\$ 3.487.464.208	\$ 3.424.753.968

Fuente: Villar (2019)

A lo largo de la cadena productiva (reforestación, transformación y comercio) según Villar (2019) están generando 90000 empleos directos y 238000 empleos indirectos y los subsectores que mayor número de empleos genera son: la fabricación de muebles con 18700 empleos y la fabricación de papel cartón con 18300 empleos para el año 2017 en Colombia.

Por otra parte, la construcción esboza toda la economía, se espera que la demanda de madera y muebles para lo que resta del 2019 y 2020 mejore puesto que las preventas de proyectos en planos y nuevas licencias de construcción están en aumento (Villar, 2019).

Para el caso de la empresa en estudio, la productividad global (ver Ecuación 1) ha disminuido desde el año 2017, está únicamente obteniendo 1,09 pesos por cada peso invertido, lo cual corresponde a un descenso del 26% con respecto al año 2016, como se muestra en la Figura 2.

$$Productividad_{global} = \frac{Ventas\ totales}{Costos_{Mano\ de\ obra} + Costos_{Materia\ Prima} + Costos_{Servicios} + Otros\ Costos}$$

Ecuación 1: Ecuación productividad global

Fuente: Chase & Jacobs, pág. 29 (2014)

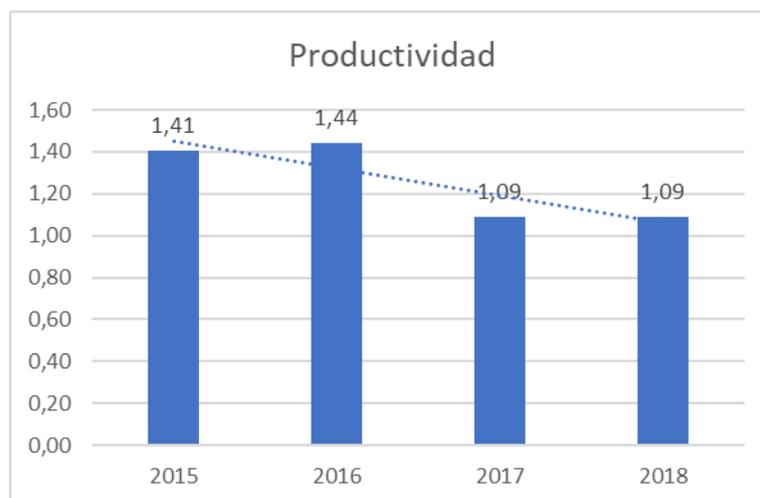


Figura 2: Productividad últimos cinco años

Fuente: Los autores con base a la información de la empresa (2019)

Para identificar en cual factor de la productividad global se puede intervenir con este proyecto, se analizan a continuación cada uno de los elementos presentes en la Ecuación:

- Otros costos: corresponden a los costos de arrendamiento, mantenimiento de las máquinas y administración. Estos costos son fijos durante el año, independientemente de la cantidad de proyectos realizados en la empresa.
- Costo de servicios: este costo incluye electricidad, agua y comunicación. Se descarta esta variable porque solo representa el 2% de los costos globales.
- Costo de materia prima: mientras que representa el 30% de los costos globales del proceso, esa variable no se va a estudiar porque la materia prima se compra al inicio de cada proyecto minimizando los gastos. Por otro lado, se considera que buscar proveedores con mejores precios no hace parte integral del marco de la ingeniería industrial sino de un estudio comercial.
- Costo de mano de obra: Corresponde al 40% de los costos de producción y es una variable susceptible para mejorar, teniendo en cuenta las fallas de alistamiento de los lugares de trabajo, y los cambios que se produzcan en esta afectan sustancialmente la productividad global.

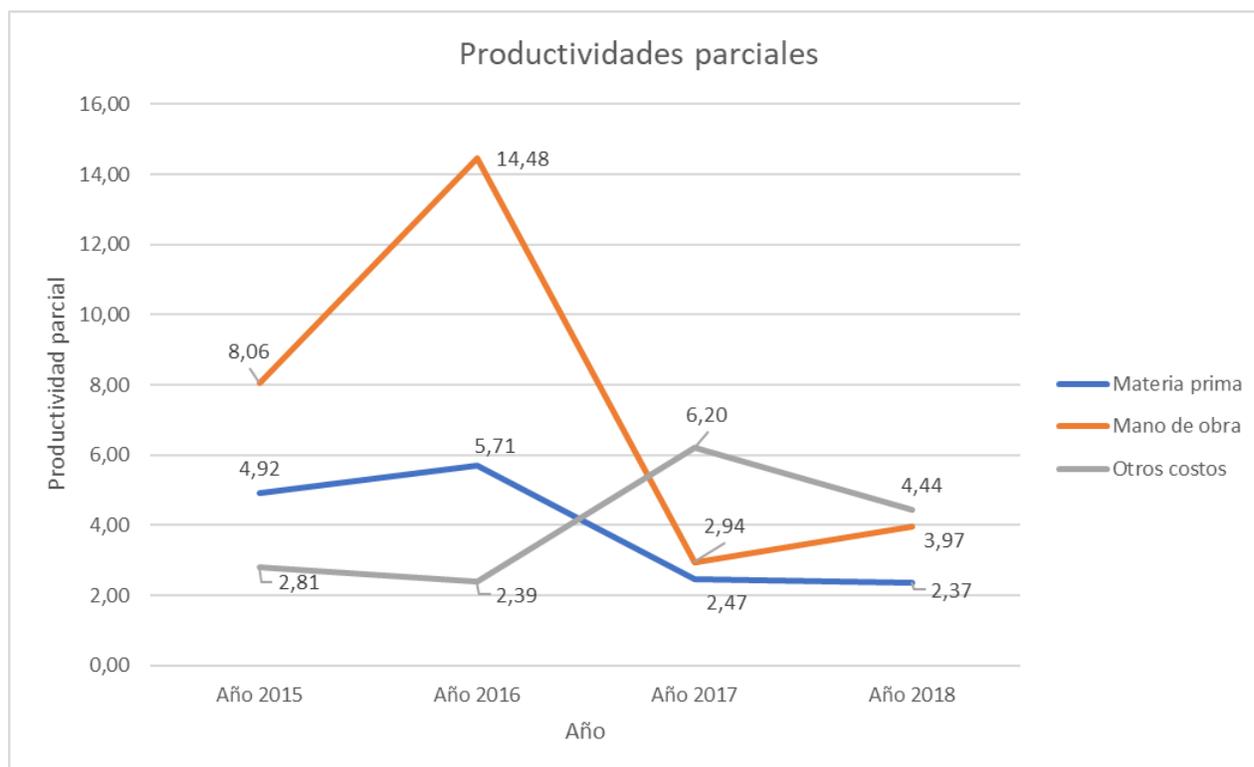


Figura 3: Evolución de las productividades parciales

Fuente: Los autores (2019)

En la Figura 3, se evidencia que la productividad parcial de mano de obra con una tendencia de disminución de -138% decreció más que la de materia prima con un descenso del -9%. Además, como tiene el mayor impacto en la productividad con el 40% de los costos de producción, se eligió enfocarse en esta variable.

1.1.2 Descripción.

Por medio de visitas realizadas a la empresa para la documentación de sus procesos productivos, para los tres productos seleccionados (Puertas, Closets y sillas), que se describirán detalladamente en la sección de diagnóstico y hallazgos, su producción se realiza en pequeños lotes con características variables, cuentan con secuencias de fabricación empíricas y representan el 60% de los productos vendidos, por esta razón son objeto de estudio en el presente trabajo.

En el Ishikawa que se muestra a continuación como Figura 4 se muestran las principales causas de la disminución de la productividad.

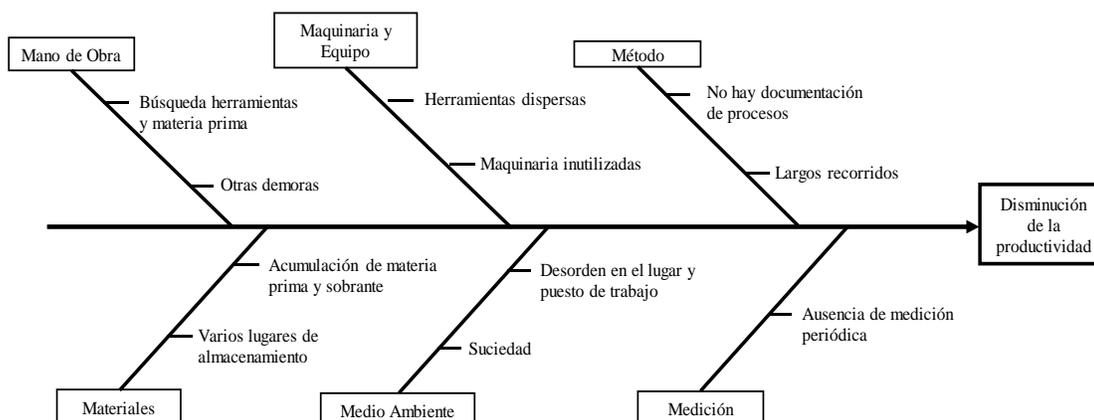


Figura 4: Ishikawa disminución de la productividad

Fuente: Los autores (2019)

Así como se evidencia en el Ishikawa la productividad se ve afectada por la falta de estandarización en métodos y medición, la desorganización de maquinarias, medio ambiente y materiales, demoras de la mano de obra. Lo que conduce a un estudio detallado del proceso de producción en la empresa para mejorar la productividad.

1.1.3 Planteamiento.

¿Cuál es el plan de mejoramiento del proceso productivo de la empresa Comodidad y Lujo que le permite aumentar la productividad?

1.2 Justificación

Con el desarrollo del plan de mejoramiento se brindaría una propuesta de solución para los problemas del proceso de producción evidenciados en la empresa, aprovechando los diferentes espacios de la planta, reduciendo los riesgos de falla de las máquinas y pérdidas de tiempos de

fabricación. Además, con respecto a la misión y a la visión estratégica de la empresa, la solución se alinearán para ofrecer una mejor calidad en términos de tiempo de entrega de los pedidos.

Así mismo, los estudiantes de ingeniería pueden aplicar diferentes teorías que contribuirán a la estandarización del proceso, lo cual fortalecerá las habilidades adquiridas durante el transcurso de sus estudios de pregrado. Finalmente, aporta al fortalecimiento del enfoque bio-psico social de la universidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar una propuesta de mejoramiento del proceso productivo en la empresa Comodidad y Lujo para el aumento de la productividad.

1.3.2 Objetivos específicos.

Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa, para identificar puntos críticos que afectan la productividad de la empresa.

Definir estrategias y métodos que permitan mejorar la productividad en la empresa.

Analizar los beneficios y los costos de la propuesta.

1.4 Metodología

La Figura 5 mostrada a continuación resume las herramientas y actividades realizadas para el desarrollo de este proyecto.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HERRAMIENTAS	ACTIVIDADES
Diseñar una propuesta de mejoramiento del proceso productivo en la empresa Comodidad y Lujo para el mejoramiento de la productividad.	Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa, para identificar puntos críticos que afectan la productividad de la empresa.	Diagrama de recorrido Diagrama de flujo del proceso Diagrama de bloques Diagrama de Pareto Plano distribución de planta Diagrama de Ishikawa Diagrama multiproducto	Recopilar información de los procesos desarrollados en la empresa. Muestreo del trabajo Documentar proceso de fabricación actual Toma de tiempos Identificar cuellos de botella
	Definir estrategias y métodos que permitan mejorar la productividad en la empresa.	Plan de implementación 5s Planeación sistemática de la distribución de Muther Autocad Diagrama de recorrido Diagrama de relaciones	Plantear alternativas de solución Proponer diseño estación de trabajo pintor, estantería para pinturas y herramientas Generar nuevo plano de la propuesta de redistribución Evaluar diferentes alternativas de redistribución.
	Analizar los beneficios y los costos de la propuesta.	Análisis costos y beneficios	Usar herramientas financieras para determinar los costos y los beneficios de la propuesta.

Figura 5: Marco metodológico

Fuente. Los autores (2019)

1.5 Alcances y resultados

Para el desarrollo de este proyecto se usaron metodologías de estudio de tiempos, muestreo del trabajo, diagramas de flujo, diagramas de recorridos y diagramas de relaciones, que permitieron el análisis de la situación actual, que reflejaran puntos críticos, para el desarrollo de la propuesta de mejora del proceso productivo.

Este proyecto se llevará a cabo en la fábrica de muebles “Comodidad y lujo” que se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad de Suba.

El trabajo se desarrolló durante nueve meses empezando en enero de 2019.

De acuerdo con el director de la empresa, se definieron las siguientes restricciones físicas de la planta:

- La fábrica no tiene planeado trasladar las instalaciones a otro lugar.
- Las áreas de pintura, lijado no se deben combinar con las de maquinaria y ensamblado.
- Las áreas de entamborado y depósito son fijas.
- La bodega adicional está destinada para almacenaje de productos terminados y materia prima sobrante.
- No se va a realizar un estudio de mercadeo del tiempo ahorrado por las propuestas del proyecto.

2 Marco de referencia

2.1 Antecedentes

Se consultaron investigaciones con problemáticas similares a la encontrada en el presente proyecto identificando que metodologías y alternativas de solución fueron empleadas como se muestra a continuación.

El proyecto titulado “Case study concerning 5S method impact in an automotive company” realizado por Veres, Marian, Moica y Al-Akel (2017) demuestra que el método 5S y la productividad tienen una correlación positiva, donde la implementación y mantenimiento ayuda a la identificación y eliminación de los desperdicios en el lugar de trabajo obteniendo como resultado el aumento de la productividad, la seguridad en el lugar de trabajo y mejora la calidad de los productos elaborados en la organización.

El caso de estudio presentado por Roriz, Nunes y Sousa titulado “Application of lean production principles and tools for quality improvement of Production processes in a carton company” (2017) se enfoca en mejorar la calidad de los procesos de producción, para el análisis del caso emplearon diagramas de causa y efecto, análisis de Pareto, estudios de tiempos e indicadores de rendimiento que evidenciaron problemas como: tiempos de preparación altos, falta de orden en el área de trabajo y baja disponibilidad de maquinaria. Las propuestas de mejora implementadas como la metodología SMED, Técnica 5S y Gestión Visual arrojaron como resultado una reducción del 47% en los tiempos de preparación correspondiente a 10114 € de ganancia mensual.

En la Universidad el Bosque de Colombia se realizó el trabajo “Propuesta de mejoramiento de los procesos en el área de producción de pan árabe en la empresa Panadería Beiruth”, Barbessi y Khaddaj (2016) quienes mediante el método 5S redujeron de 41,34% a un 22,5% las actividades improproductivas y mediante métodos de medición del trabajo estandarizaron el proceso productivo del pan, tiempos de operación y dosificación de la materia prima, obtuvieron como resultado un mejor uso de los recursos disponibles en la empresa.

“Application of lean Manufacturing tools in the food and beverage industries” desarrollado por Borges, Freitas & Sousa, (2015) presentan dos casos de estudio en compañías de alimentos y bebidas donde obtuvieron ganancias significativas con el uso de la metodología 5S y SMED mejorando la flexibilidad y aumentando la producción y motivación de los empleados por la cultura de mejora continua.

El trabajo titulado “Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly área using the application of lean Manufacturing principles” (2015) desarrollado en el año 2015, con el uso de herramientas como: Poka Yoke, control visual y 5S. Obteniendo mejoras en la productividad de la empresa, principalmente reduciendo el tiempo de la etapa de pulido de 6.285 segundos a 2.468 segundos a su vez se eliminaron actividades que no agregan valor pasando de 1086 actividades a 261 además el costo de horas extra se redujo en 1764 dólares por año.

El trabajo titulado “Propuesta de mejoramiento de los procesos operativos y rediseño de áreas de trabajo, para aumentar la productividad de la línea de ensamble de hornos, en la empresa Challenger S.A.S.” desarrollado por Brian Arias y Laura Galán (2015) de la Universidad el Bosque, quienes proponen un modelo de tiempos con tiempos estándares, suplementos y factores de calificación, además propone una redistribución de planta dándole un mejor uso al espacio en las áreas de trabajo teniendo en cuenta los recorridos realizados, el uso inadecuado de los elementos de almacenamiento brindando un mejor uso al espacio y orden secuencial a las frecuencias.

Los antecedentes consultados para el desarrollo del presente trabajo muestran el beneficio de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en distintas industrias de manufactura, donde coinciden en que se aumenta la productividad al hacer un mejor uso de los recursos disponibles en el sitio de trabajo que se puede combinar con una redistribución de planta para unificar las áreas de almacenamiento y disminuir las distancias recorridas.

2.2 Marco teórico

La productividad es un factor determinante en las empresas, que permite conocer que tan bien se están utilizando los recursos disponibles (Chase & Jacobs, 2014), al mejorarla se incrementa la cantidad de producción por hora de trabajo empleada (Niebel & Freivalds, 2014), para esto es necesario: hacer mejor las cosas, en menos tiempo y a menor costo (Gutiérrez Pulido, 2010).

La medición de la productividad se calcula dividiendo las salidas entre una o más entradas como mano de obra, capital, o administración. La productividad de un solo factor muestra la razón que hay entre un solo recurso o entrada y los bienes y servicios producidos. La productividad de múltiples factores indica la razón de todos los recursos empleados en la producción y los bienes y servicios producidos, también conocida como productividad de factor total (Heizer & Render, 2009).

El proceso esbelto (Lean Manufacturing) centra la atención en el flujo de los procesos y la reducción de actividades que no agregan valor al producto, se les considera desperdicio porque aumentan los costos de producción y no agregan valor al producto, se les conoce como *desperdicio o muda* (Gutiérrez Pulido, 2010).

Las actividades que no agregan valor o desperdicios, el Sistema de Producción Toyota (TPS) las clasifica en siete tipos: producir en exceso, esperas, transportes innecesarios, operaciones que no agregan valor, exceso de inventario, movimientos innecesarios y rechazos por defectos de producción.

La metodología de “Las 5S” permite organizar los lugares de trabajo para mantenerlos limpios, en orden y seguros, el nombre y metodología provienen de los siguientes términos en japones: Seleccionar (Seiri), Ordenar (Seiton), Limpiar (Seiso), Estandarizar (Seiketsu) y Autodisciplinarse (Shitsuke) (Gillet-Goinard & Seno, 2014). Son conocidos también como *los cinco pasos del housekeeping* que en conjunto con la estandarización y la eliminación de la muda son los tres pilares del gamba kaizen para el mejoramiento a bajo costo (Imai, 1998). La implementación se hace a través de la estandarización de los procesos y mediante capacitaciones

de los operarios para que comprendan el propósito de la metodología, inculcando en ellos la filosofía de mejora continua.

La mejora continua en el TPS se refiere a la construcción de una cultura organizacional donde en toda la empresa se inculque el pensamiento de que todo se puede mejorar y para esto se debe enseñar al empleado desde su reclutamiento con capacitaciones permanentes (Heizer & Render, 2009), para obtener resultados efectivos las mejoras se deben apoyarse en la recolección y análisis de los datos registrados durante la producción para identificar causas o restricciones que permitan el desarrollo de nuevas ideas (Gutiérrez Pulido, 2010).

Mancera (2012) muestra como mediante la prevención de peligros relativos a cada tipo trabajo, se pueden controlar para eliminar o reducir la posibilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales. Además, el descuido del ambiente de trabajo afecta la salud del trabajador y productividad de los empleados.

Por otra parte, Groover (2007) afirma que los sistemas de producción consisten en personas, equipos y procedimientos para el desarrollo de las operaciones de manufactura, clasificándolos en *instalaciones de producción* y *sistemas de apoyo a la manufactura*. En la primera intervienen quienes desarrollan mano de obra directa, también incluye la forma como se acomoda el equipo de trabajo y se distribuye en la planta (*layaout*) y en el segundo se encargan del diseño de procesos, planeación y control de las actividades de manufactura. La producción se puede clasificar por el rango de producción.

Producción de bajas cantidades, de 1 a 100 unidades al año, se le denomina taller de trabajo, produce bajas cantidades de productos especializados y personalizados. La distribución en este tipo de plantas puede ser por posición fija porque no hay desplazamiento del producto durante su fabricación debido al peso y tamaño o distribución por procesos donde la producción se agrupa por tipo de actividad.

En la producción de cantidad media, de 100 a 10 000 unidades al año, se produce por lotes cambiando de producto de un lote a otro, también puede ser manufactura celular con algunas variaciones en los productos fabricados.

La producción alta supera las 10 000 unidades producidas por año se le denomina producción masiva, puede presentar distribución por procesos o celular.

Al establecer que proporción del tiempo total disponible se emplea en las distintas actividades que son parte una tarea o situación de trabajo, para esto se emplea el muestreo del trabajo, con el uso de este método no se requiere de la observación continua de una actividad en particular y se pueden estudiar las actividades desarrolladas por varios operarios y se usa para determinar el porcentaje de tiempo de actividad dedicado al proceso productivo y que tiempo es improductivo durante la jornada de trabajo y que lo causa. Esta teoría se basa en la ley fundamental de la probabilidad donde en un instante dado existe la probabilidad de que un evento ocurra o no. Para determinar el tamaño de la muestra se inicia con un estudio piloto con muestras aleatorias durante la jornada de trabajo que inicialmente arrojará datos de probabilidad de ocurrencia o ausencia de un evento y así calcular el tamaño de la muestra (Niebel & Freivalds, 2014).

2.3 Marco institucional

2.3.1 Historia.

La fábrica de muebles que es sus comienzos se llamaba “Muebles Mónaco” inicia en el año 2001 con la apertura de un punto de venta directo al cliente en el centro comercial Bima, ubicado al norte de Bogotá y a su vez asiste a la “Feria del Hogar”, la que se realiza cada año en Corferias para finales de agosto y/o comienzos de septiembre.

Para el año 2002 se traslada el punto de venta a “Muebles Guaymaral” -Centro comercial de muebles, ubicado en la autopista norte con calle 232, Bogotá-, lugar en el que permaneció hasta el mes de marzo del año 2008.

A partir del año 2008 comenzó a fabricar carpinterías y gracias a esa diversificación de los productos ofrecidos se realizaron nuevos contactos, que hoy día son los principales clientes, a quienes se les fabrica muebles de la línea para el hogar y carpinterías, con diseños personalizados y exclusivos, elaborados sobre medidas con características especiales para cada proyecto.

En septiembre de 2014 cambia su razón social a “Comodidad y lujo”, nombre con el que también es reconocido por hacer trabajos de gran calidad, no solo por la selección de la materia prima, sino por el especial cuidado en los acabados y detalles de ebanistería.

2.3.2 Misión.

“Suministrar y asesorar a todos nuestros clientes en el diseño y fabricación de todo tipo de muebles para el hogar ofreciendo productos de la más alta calidad” (Comodidad y Lujo, 2018).

2.3.3 Visión.

“Ser una empresa destacada por la fabricación de diseños exclusivos que estén compitiendo en el mercado por su calidad en la elaboración de piezas únicas elaboradas artesanalmente” (Comodidad y Lujo, 2018).

2.3.4 Descripción general de la empresa.

Nombre: COMODIDAD Y LUJO

Actividad económica: 3611 Fabricación de muebles para el hogar

Comodidad y Lujo, es una empresa dedicada a la elaboración de muebles diseñados sobre medidas según los requerimientos de los clientes. Se elaboran de acuerdo con un diseño acordado previamente en donde se detallan aspectos como: dimensiones, cantidad, color, materiales, tipos de acabados y tiempos de entrega.

Inicialmente la empresa únicamente manejaba la línea de muebles para el hogar, como lo son: salas, comedores, alcobas y algunos muebles decorativos, los cuales se vendían por medio del punto de venta.

Ahora los muebles fabricados se dividen en dos grupos, el primer grupo es la línea que maneja tradicionalmente de muebles para el hogar mencionado anteriormente y el segundo grupo es la línea de carpintería que incluye: puertas, armarios, muebles de baño, cocinas, escaleras y guardaescobas y la principal diferencia de estos dos grupos es que el segundo requiere de instalación y elaboración sobre medidas.

La fábrica cuenta con un carpintero, tres ebanistas, un pintor y tres lijadores, todos son dirigidos por el propietario quien es el encargado de decidir qué procedimiento se debe seguir para cada proyecto desde la fabricación hasta la instalación según sea el caso.

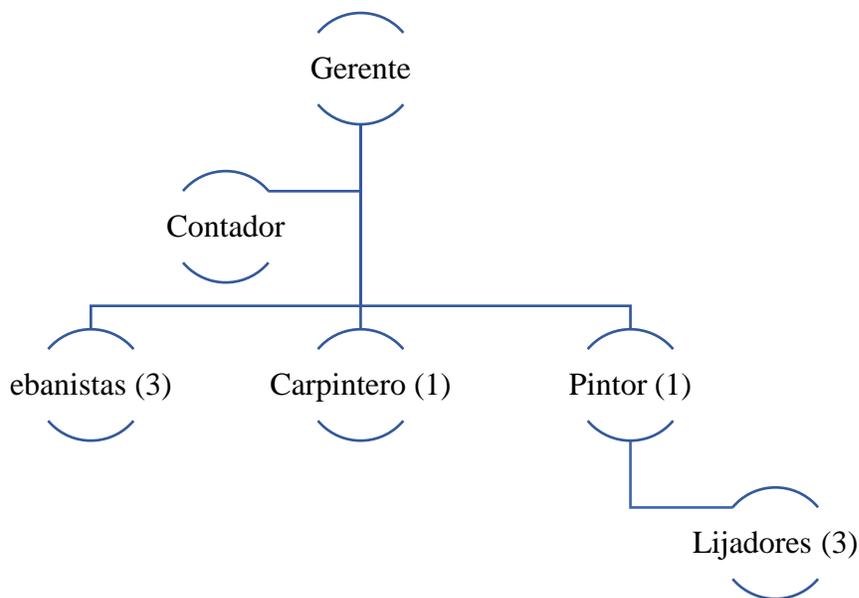


Figura 6: Organigrama de la empresa de muebles Comodidad y Lujo

Fuente. Los autores (2019)

Las actividades desarrolladas por el Gerente, quien es el propietario de la empresa, son:

- Cotización y venta de muebles
- Definir el orden de fabricación de los productos teniendo en cuenta los tiempos de entrega establecidos
- Selección y compra de la materia prima (triplex, maderas, pegantes, Herrajes y pinturas)
- Delegar la fabricación de los muebles a ebanistas y carpinteros
- Visto bueno de la producción en todas las etapas
- Definir los procesos para el tipo de acabado (color y procesos de pintura)
- Preparar diferentes tonalidades de tintas para el acabado de los muebles
- Fabricación de muebles especiales
- Embalaje, transporte y entrega de los muebles al sitio de destino
- Pago de nómina
- Contratación de personal
- Subcontratación de tapicería y servicios de tallado

El contador está encargado de llevar la contabilidad de la empresa.

Los ebanistas se encargan de la fabricación muebles de la línea para el hogar y la línea de carpintería desempeñando las siguientes actividades:

- Maquinado de la materia prima
- Pulido de las diferentes partes
- Ensamblado de los muebles
- Enchapar cuando sea necesario según las especificaciones de fabricación
- Fabricación de diseños especiales
- Tornear según las especificaciones de fabricación
- Afilado de maquinaria (Planeadoras, Cepillo y fresas para el Trompo)
- Instalación de herrajes

- Embalaje e instalación de muebles elaborados

El carpintero solamente se dedica a fabricar muebles de la línea de carpintería desarrollando las siguientes actividades

- Maquinado de la materia prima
- Pulido de las diferentes partes
- Ensamblado de los muebles
- Enchapar cuando sea necesario según las especificaciones de fabricación
- Instalación de herrajes
- Embalaje e instalación de muebles elaborados

El pintor está encargado de aplicar todo tipo de pinturas y desarrolla las siguientes actividades:

- Preparar la pintura de acuerdo con las cantidades a utilizar
- Aplicar tintas, selladores, resinas y distintos tipos de lacas catalizadas

Los lijadores están encargados alistar los muebles para la etapa de pintura realizando las siguientes actividades:

- Lijar muebles en blanco, poliéster, sellador y resinas
- Polichado de muebles que requieran de un acabado brillante
- Embalaje de muebles para entregar

2.3.5 Ubicación.

La planta está localizada en Bogotá en el barrio Suba Salitre en la Carrera 93 A # 157 A 27.



Figura 7: Ubicación de la fábrica

Fuente: Google maps (2019)

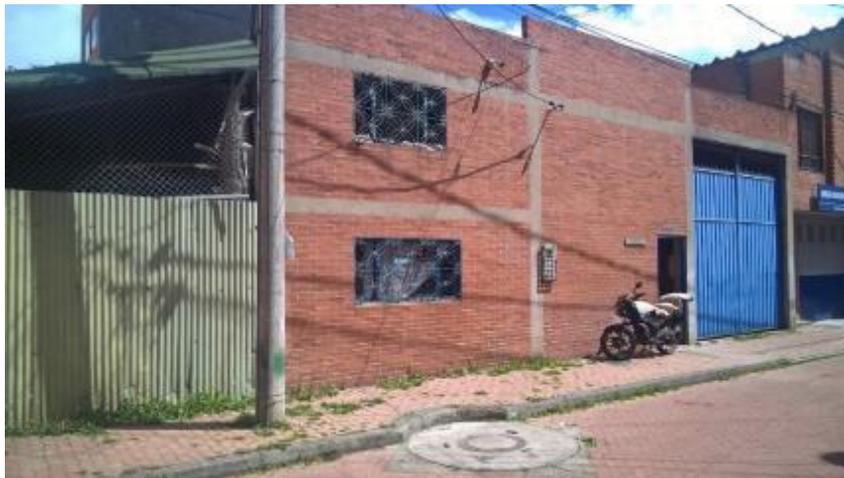


Figura 8: Foto exterior de la fábrica

Fuente: Los autores (2019)

2.4 Marco legal y normatividad

A continuación, en la Figura 9 se presenta la normatividad tenida en cuenta para el desarrollo de este proyecto.

Norma	Aporte
Ley 232 del 26 de diciembre de 1995	“Por medio del cual se dictan normas para el funcionamiento de los establecimientos comerciales” (Congreso de la república, 1995).
Ley 9 de 1979	Normas orientadas a la preservar, restaurar y mejorar las condiciones necesarias que aseguran el bienestar y salud humano (Congreso de Colombia, 1979).
Decreto 1607 de 2002	Clasifica las actividades económicas para el sistema general de riesgos profesionales (Ministerio de trabajo y seguridad social, 2002).
Decreto 1496 de 2018	“Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química” (El presidente de la república de Colombia, 2018).

Figura 9: Resumen marco legal y normatividad

Fuente: Los autores (2019)

3 Diagnóstico de la situación actual

En el presente capítulo, se muestran las condiciones de la empresa para establecer el estado actual. Luego se describe el proceso de fabricación de los principales productos, los cuales se analizan mediante diagramas de flujo, estudios de tiempo y muestro del trabajo. Lo que permite identificar los principales hallazgos que afectan la productividad.

3.1 Características de la empresa

En esta sección, se describen las condiciones generales de la empresa mediante una identificación de las características de la empresa, como está distribuida, que maquinaria tiene disponible, que materia prima utiliza, quienes son los clientes principales, que tipos de productos fabrica y el estado actual de la productividad.

3.1.1 Distribución física de la planta de producción.

La fábrica cuenta con seis áreas distribuidas en 376 m² (primer piso más 16 m² del segundo piso del área de depósito) de la bodega principal y un área adicional de 72 m² ubicada al frente de esta.

La bodega principal se encuentra dividida en dos secciones, en una de ellas como se muestra en la parte derecha de la Figura 10 se encuentran las siguientes áreas: área de maquinaria, el área de ensamblado, el área de entamborado y el área de depósito que cuenta con 16 m² adicionales del segundo nivel ubicado sobre la misma. En estas áreas, se encuentra materia prima ubicada cerca de las máquinas que se utilizan en los distintos procesos de corte.

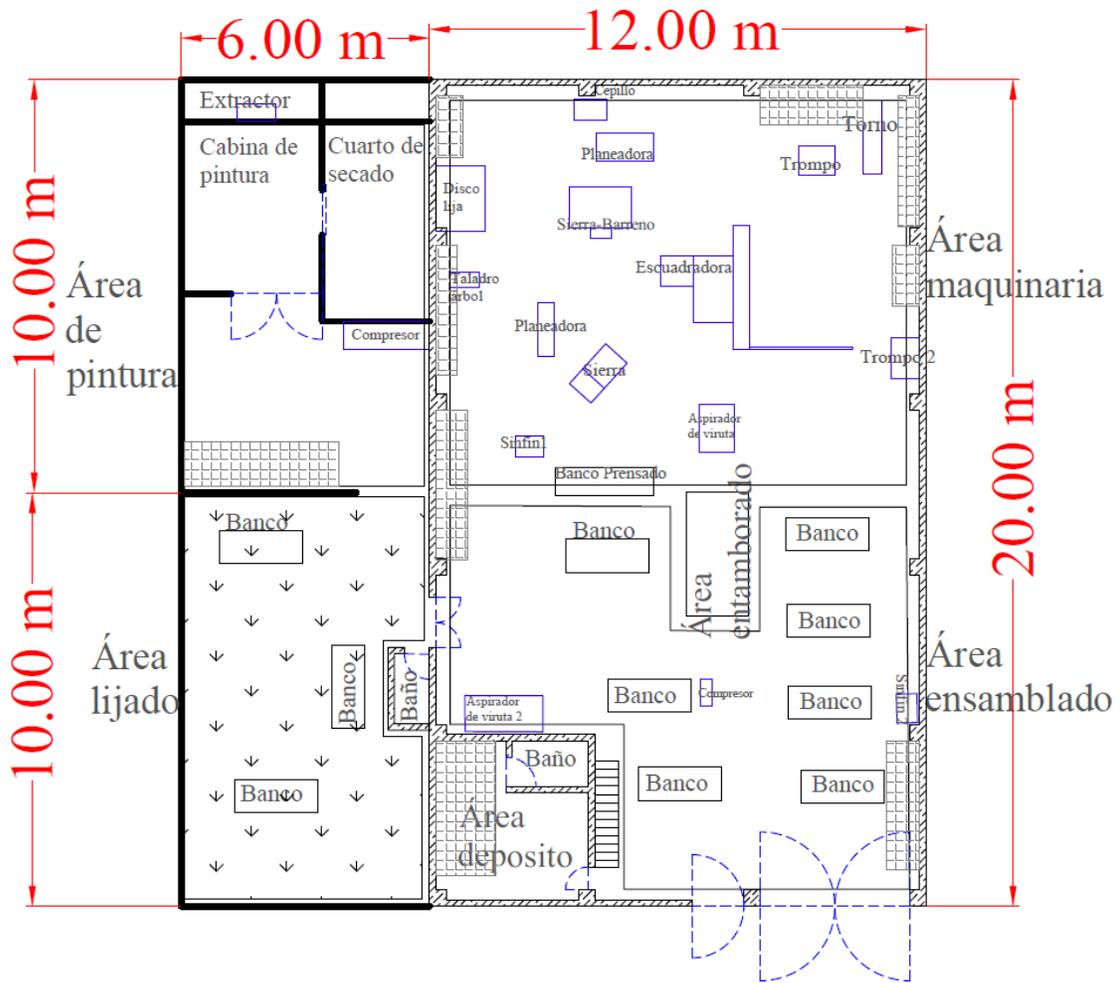


Figura 10: Plano bodega principal.

Fuente: los autores (2019)

Por otra parte, en la sección izquierda se encuentran el área de pintura y el área de lijado que están divididas para prevenir defectos en los acabados que son causados por las partículas de polvo que se producen en el área de lijado o de corte y ensamble de la madera.

En la bodega adicional (ver Figura 11) se almacena materia prima, productos en proceso, productos terminados y el espacio disponible para el parqueadero de la camioneta, que se usa para transporte de materia prima y productos terminados, durante el día se usa para brillar los muebles que requieren de polichado según las especificaciones del pedido.

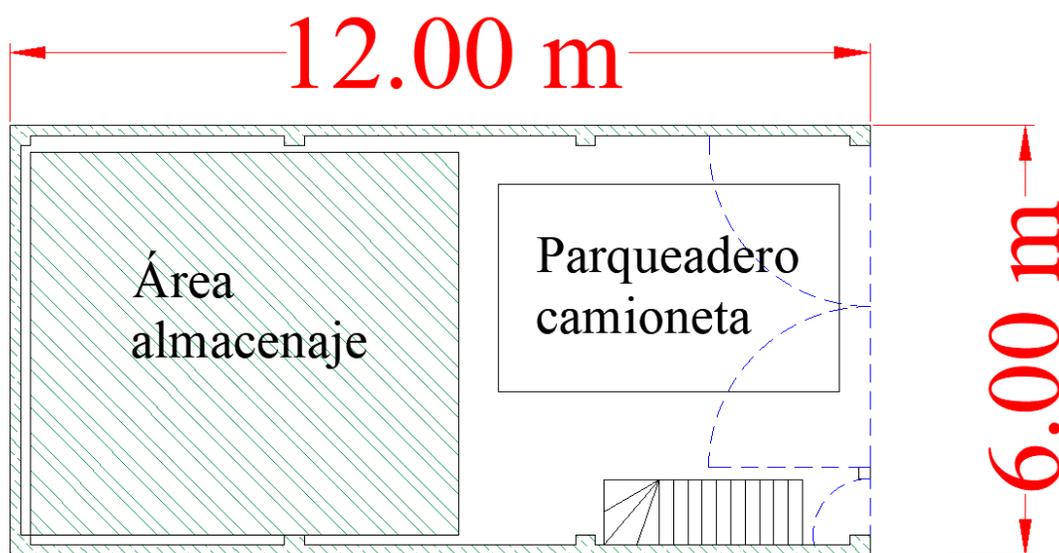


Figura 11: Plano bodega adicional.

Fuente: Los autores, 2019

3.1.2 Maquinaria y herramientas.

La maquinaria empleada en la fábrica para la transformación de la materia prima se lista en la Figura 12. Se encuentran máquinas para corte, pulido, moldurado, barrenado y 2 aspiradoras de viruta cuya principal función es aspirar el aserrín producido por otras máquinas.

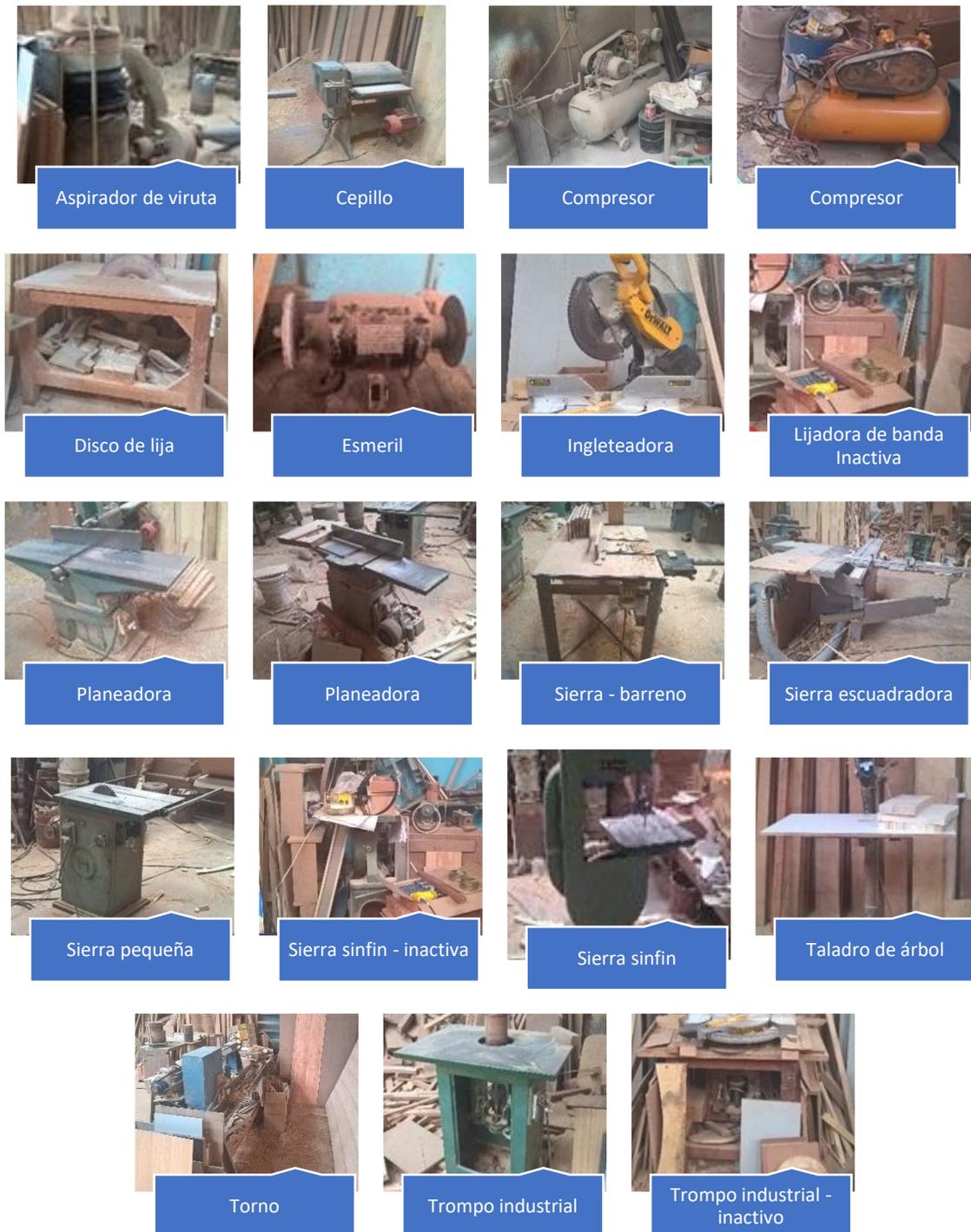


Figura 12: Inventario maquinaria

Fuente: Los autores (2019)

Además de la maquinaria usada para cortes grandes, se cuenta con herramientas manuales que sirven de apoyo para pulir y realizar pequeños cortes durante el proceso productivo.

Tabla 2: Listado herramientas de uso manual disponibles

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
18	Alacranes	2	Grapadoras neumáticas
10	Bancos para trabajo	9	Gubias para torneear
50	Brocas de distintos diámetros	5	Lijadoras orbitales
1	Cepillo #55	5	Martillos
9	Cepillos # 64	3	Piedras de afilar
3	Cepillos # 5	1	Pistola para sikabond
2	Cepillos # 7	2	Polichadoras
3	Cepillos #4	21	Prensas
12	Correas para prensar	1	Ruteadora
1	Extractor	1	Ruteadora
10	Formones (Distintas medidas)	2	Taladros
40	Fresas para ruteadora	3	Taladros percutores grandes
20	Fresas para trompo	2	Taladros percutores

Fuente: Los Autores (2019)

3.1.3 Proveedores.

La selección de los proveedores comienza con la adquisición de la madera que se hace con un mes de anticipado (mínimo), de ser al por mayor se hace antes del proceso de secado (este proceso puede tardar de 12 a 19 días). Dependiendo de los requerimientos de los clientes se adquieren distintos tipos de madera como: Flormorado, Cedro amargo, Cedro Caquetá, zapan, Marfil y Cedro Puerto Asís, entre otros. Estos se compran a distribuidores de confianza que garantizan el tratamiento de aserrado y secado de la madera.

La empresa utiliza cinco grupos principales de materia prima:

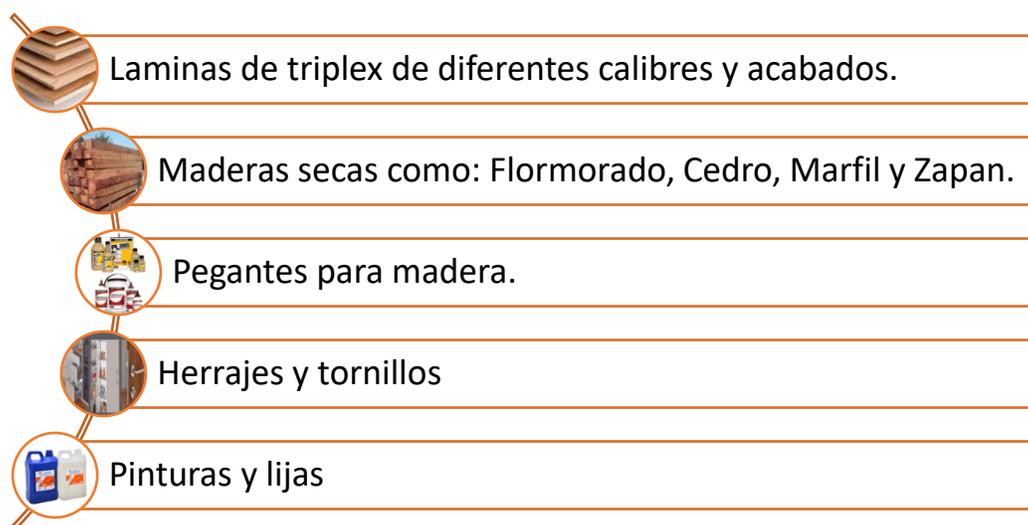


Figura 13: Grupos de materias primas

Fuente: Los autores (2019)

La compra de maderas (en proyectos de más de 300 piezas de madera, se requiere de cuatro semanas para la selección, compra, aserrado y secado de la madera), pegantes, lijas y pinturas se hace al por mayor y con antelación, para tener materia prima disponible desde antes de iniciar la producción de algún producto. Esta se adquiere en proporción a los pedidos que se tengan.

En los casos de los triplex y herrajes se compra únicamente la cantidad que se va a necesitar, debido a la gran variedad de productos disponibles en el mercado, evitando así la compra innecesaria de materia prima. Los principales proveedores se listan en la Figura 14.

HERRAJES

Alpha commerce S.A.S.	Ferricentro S.A.S.
Alsada S.A.S.	Grifox
Comercializadora Ebanista Licom S.A.S.	Herramientas de Colombia S.A.S.
Delta metales S.A.S.	Mercaelectricos Ltda.
Dimitri Yépez	Monomerados S.A.S.
Edir herramientas Ltda.	Occidental de tornillos
El Herraje pulido	Sagrav
Ferretería al-Díaz S.A.S.	Sodimac Colombia s.a.

MADERAS	PEGANTES
Depósito de maderas lo mejor	Ferretería al-Díaz S.A.S.
Depósito de maderas San José	Lamicentro Galufer & Cía. S.A.S.
Maderas del Caquetá	Unión Comercial Roptie S.A.
PINTURAS	
Aglomaderas S.A.S.	Pintualemán Ltda.
Autocolores G Ltda.	Pinturas Renania S.A.
Col químicos S.A.	Química Profesional S.A.S.
Euro Lacas S.A.S.	Sosa Distribuciones S.A.S.
Inquimicol Ltda.	Unicor s.a.
TRIPLEX	
Braun & Bravo Ltda.	Madecentro Colombia S.A.S.
Disalco s.a.	Rimaplex & Cía. S.A.S.
Ferretería triplex y maderas S.A.S.	Triplex acemar S.A.S.
Lamicentro Galufer & Cía. S.A.S.	Triplex Holguín S.A.S.
Macorac S.A.S.	Ultrapinturas S.A.S.

Figura 14: Principales proveedores

Fuente: Los autores (2019)

3.1.4 Clientes.

Los principales clientes de Comodidad y Lujo son arquitectos con los que se trabaja en la elaboración de diseños exclusivos para cada uno de los proyectos de construcción y/o remodelación que estén realizando.

Algunas variaciones en los pedidos solicitados pueden ser de: color, texturas, materiales o diseños exclusivos. Una vez terminada la totalidad de la construcción, en ocasiones también se elaboran muebles de la línea para el hogar o muebles de oficina, contratando directamente con el cliente final o propietario de la obra.

3.1.5 Productos.

Los productos fabricados actualmente son realizados sobre pedido y no se cuenta con inventario de productos terminados. Los productos de la línea de carpinterías son hechos a medida (puertas de comunicación, closets, muebles de cocina, muebles de baño, bibliotecas y muebles

especiales) manejando en cada proyecto distintos tipos de acabados y dimensiones. En la Figura 15 se listan los productos elaborados clasificados en dos categorías.

Carpintería	Muebles para el hogar
Closet	Alcobas
Cocinas	Comedores
Escaleras	Mantenimientos
Guarda escobas	Muebles de estudio
Mantenimientos	Muebles de sala
Muebles de baño	Tapicería
Puertas	Varios
Varios	

Figura 15: Familias de productos

Fuente: Los autores a partir de historial de ventas (2019)

Debido a los cambios de referencias de materia prima en los diferentes pedidos, en cuanto a tamaño y cantidad de productos a elaborar, es necesario redistribuir los espacios dentro de la fábrica para aprovecharlos de la mejor manera.

Las técnicas de elaboración son similares para cada categoría de productos, por lo tanto, los recorridos dentro de la bodega son semejantes para cada grupo de productos.

En la Figura 16, se muestra un Diagrama de Pareto con el historial de unidades Producidas desde el mes de noviembre de 2014 hasta el 12 de julio de 2019, donde se evidencia que la fabricación de las puertas, closet y muebles de sala representan el 60% de los productos vendidos, y cuentan con técnicas de fabricación definidas empíricamente. Adicionalmente, esos productos son los que se están produciendo actualmente en la empresa. Por eso, se seleccionan como la principal fuente de información para el tema de estudio en este proyecto.

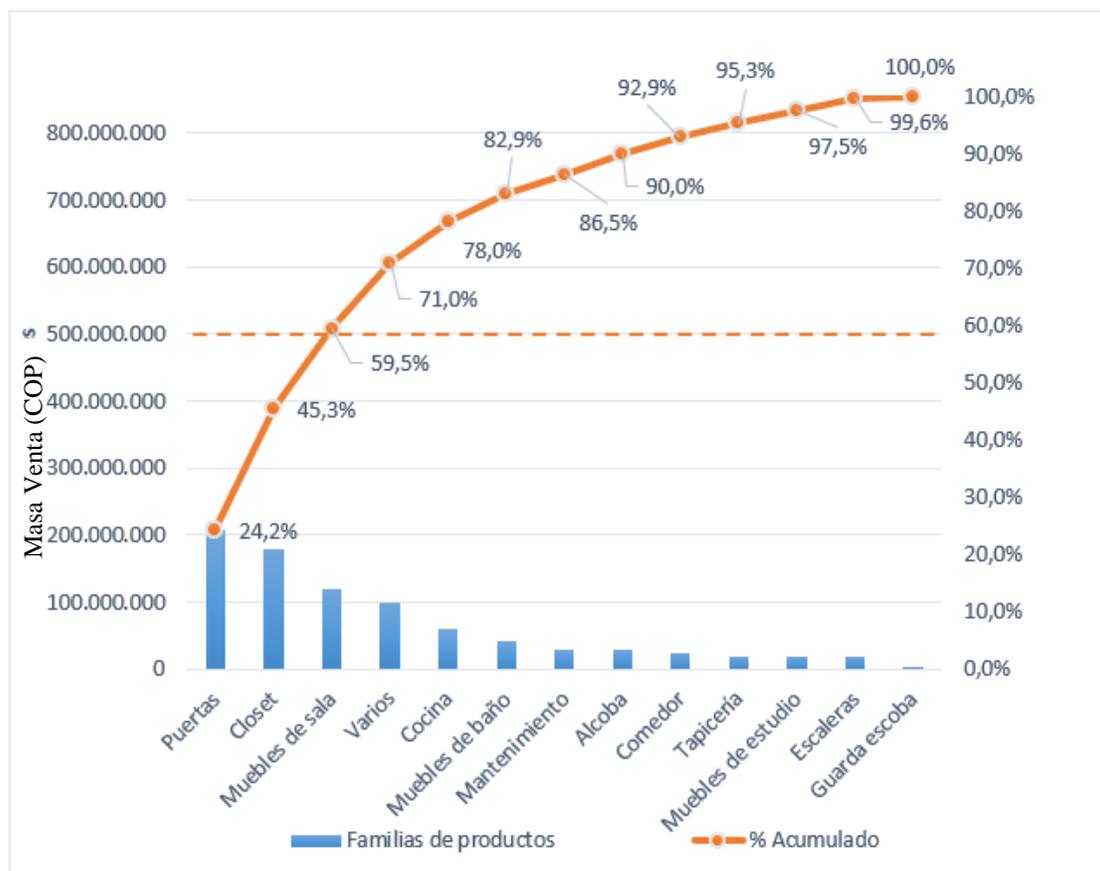


Figura 16: Diagrama de Pareto, % Unidades producidas

Fuente: Los autores con base a información de la empresa (2019)

3.1.6 Descripción del proceso

Todos los productos son elaborados directamente en la fábrica a excepción de: Los enchapados que requieren de un proceso de pegado especial, debido a las variaciones de temperatura a la que van a estar expuestos y los muebles o partes que requieran de tapicería.

En el siguiente diagrama de bloques se describe el proceso general para la elaboración de los muebles. Las actividades desarrolladas en el proceso varían de un pedido a otro, según los requerimientos de los clientes. Algunos productos no necesitan de las etapas de brillar e instalar o pueden necesitar solamente de cuatro etapas (cortar, barrenar, ensamblar e instalar), para productos elaborados en Madecor.

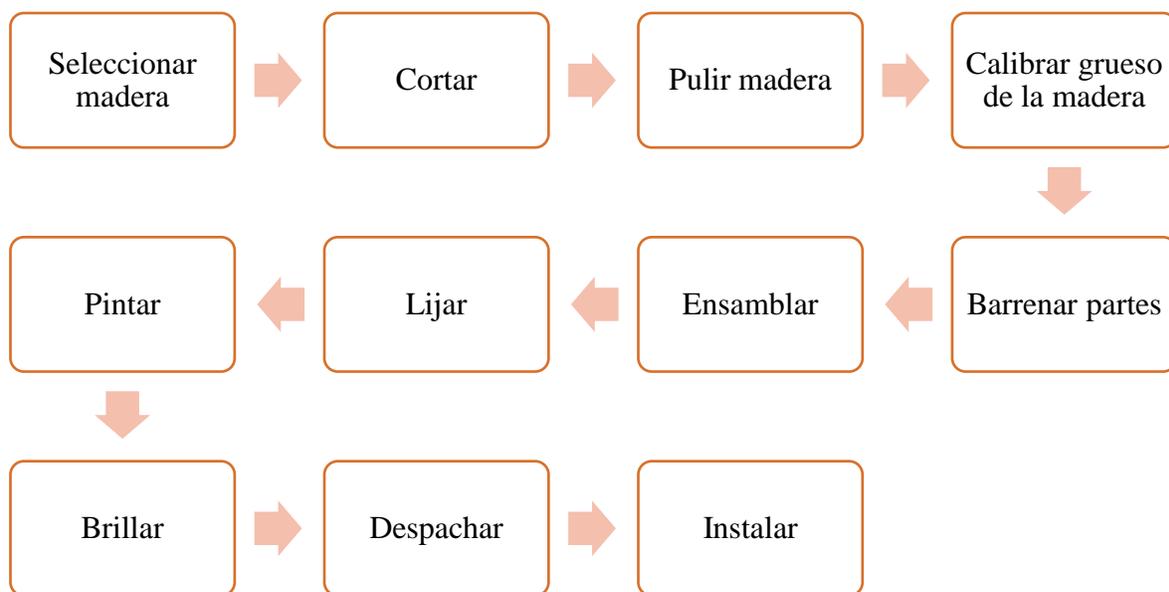


Figura 17: Diagrama de Bloques, proceso elaboración de muebles.

Fuente: Los autores (2019)

A continuación, se explicará qué actividades se llevan a cabo en cada una de las etapas.

Seleccionar madera: La madera disponible como materia prima tiene diferentes dimensiones y se debe seleccionar de acuerdo con el tipo de acabado deseado, puede ser gruesa o delgada teniendo en cuenta las dimensiones y el diseño del producto a elaborar.

Cortar: Una vez seleccionada la materia prima, se procede a cortarla a la medida deseada, dejando una pequeña ventaja para poder pulir cuando se trata de madera maciza como Flor Morado, Cedro o Marfil. Las maderas laminadas no requieren de ventajas para pulir y se cortan a la medida exacta.

Pulir madera: La madera se debe pulir por uno de los lados, usando la planeadora, para enderezarla y a la vez eliminar las asperezas y marcas que trae la madera de las actividades de corte al momento de aserrar.

Calibrar el grueso de la madera: Una vez planeada la madera por una de las caras, pasa al proceso de cepillado para dar un acabado uniforme en los demás lados de la madera.

Barrenar partes: Para unir las diferentes partes, se procede a perforar haciendo unos huecos usando brocas de distintos diámetros, bien sea en el barreno o con un taladro, que servirán como guía para los tarugos usados en el proceso de ensamble.

Ensamblar: Para ensamblar se unen las partes usando pegante especial para madera (Carpincol, Preflex o PL285) y posteriormente se sujetan las partes usando prensas, alacranes y/o correas para ajustar muy bien las uniones durante el tiempo de secado del pegante.

Lijar: El proceso de lijado se realiza para suavizar las superficies que se van a pintar, eliminando asperezas y poder garantizar excelentes acabados.

Pintar: El proceso de pintado se hace en una zona reservada para tal fin, previniendo imperfecciones que pueda causar la polución producida por el aserrín emitido en los procesos de corte o de lijado. El tipo de acabado determinará la cantidad de pintura a utilizar, el tipo de pintura y los colores.

Brillar: En algunos casos el acabado del mueble puede ser brillante, para estos casos en la etapa de pintar, se requiere de otros tipos de pintura que cumpla con unas características especiales para poder obtener los acabados deseados al polichar.

Despachar: Para la entrega o envío de los productos, estos son empacados en papel stretch para entregas en Bogotá y alrededores, o adicionalmente con cartón y burbuja cuando son llevados por una empresa transportadora a otras ciudades.

Instalar: La línea de muebles de carpintería por lo general requiere de instalación para que productos como armarios y puertas queden funcionales. Se deben alistar las herramientas necesarias para la instalación como: taladros, herramientas de mano y herrajes seleccionados (chapa, bisagras, topes) según el pedido del cliente.

A continuación, en la Figura 18 se muestra un diagrama multiproducto con las variaciones presentadas en la secuencia de fabricación de los tres productos elegidos para el estudio.

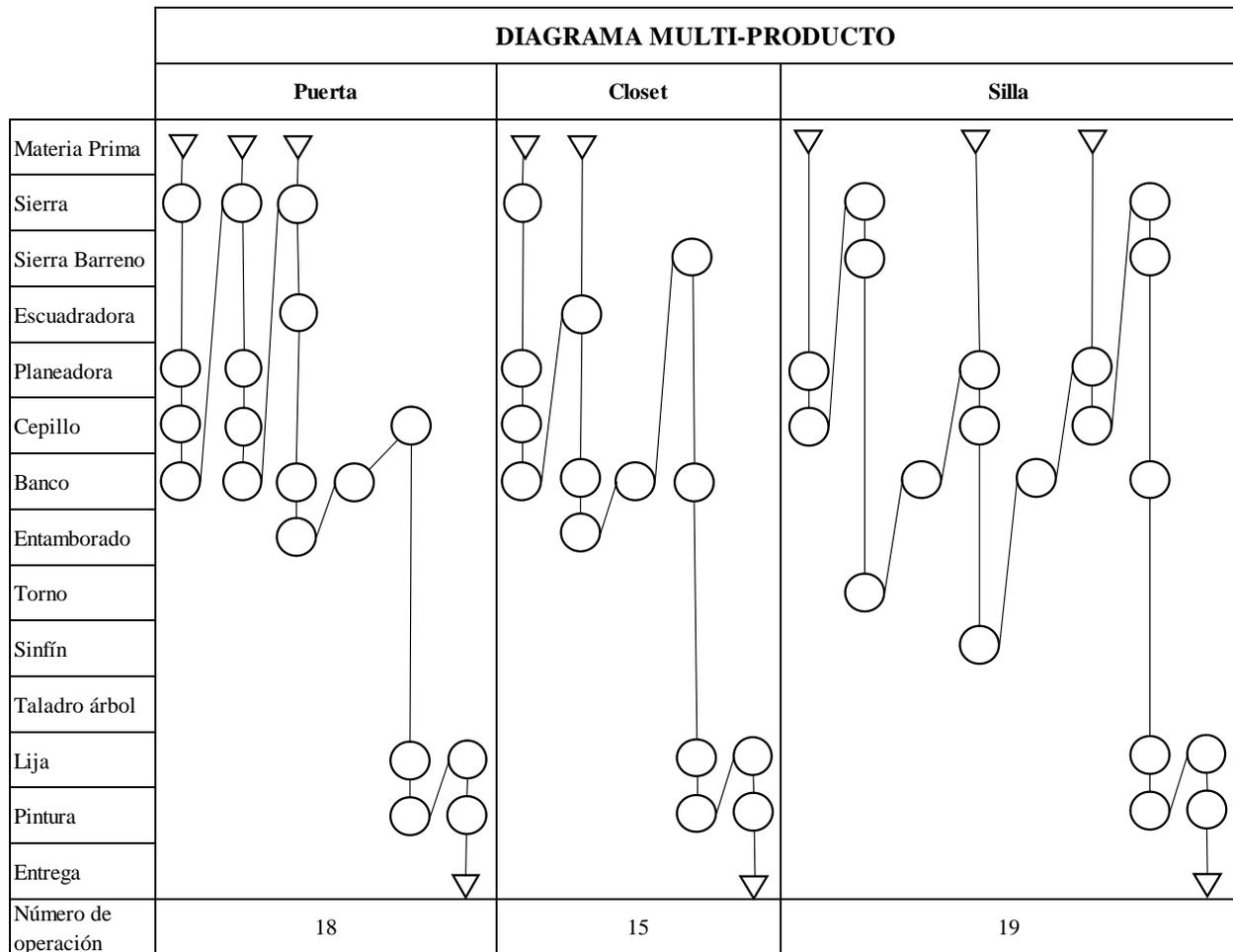


Figura 18: Diagrama multiproducto

Fuente: Los autores (2019)

En los tres productos se muestran una secuencia inicial diferente para la etapa de fabricación y ensamblaje. Sin embargo, se nota que hay secuencias de producción similar como la relación entre sierra, planeadora y cepillo o la de pintura y lija.

3.1.7 Productividad de la empresa.

Es indispensable determinar que tan bien la empresa está utilizando sus recursos para medir su desempeño. Chase & Jacobs (2014) definen la productividad de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Salidas}{entradas}$$

Ecuación 2: Cálculo de productividad

Fuente: Chase & Jacobs, Pág. 30 (2014)

“Para incrementar la productividad, lo ideal es que la razón entre salida y entrada sea lo más grande posible” (Chase & Jacobs, 2014, pág. 30).

Para el cálculo de la productividad se toma como base la información suministrada por la empresa de su historial de ventas y los factores de producción que se muestra a continuación en las Tablas Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3: Ventas anuales por tipo de producto

Producto	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Total general
Puertas	\$ 63.684.000	\$ 55.874.400	\$ 71.757.000	\$ 40.388.600	\$ 231.704.000
Armarios	\$ 3.538.000	\$ 1.948.800	\$ 144.394.600	\$ 34.093.500	\$ 183.974.900
Muebles de sala		\$ 9.125.994	\$ 16.184.000	\$ 75.029.500	\$ 100.339.494
Varios	\$ 9.558.400	\$ 10.880.324		\$ 62.738.292	\$ 83.177.017
Cocina		\$ 4.756.000	\$ 62.552.350	\$ 4.046.000	\$ 71.354.350
Muebles de baño	\$ 21.460.000		\$ 26.418.000	\$ 1.190.000	\$ 49.068.000
Alcoba	\$ 1.392.000	\$ 16.680.800	\$ 3.808.000	\$ 13.566.036	\$ 35.446.836
Tapicería	\$ 7.229.224		\$ 1.999.200	\$ 10.888.500	\$ 20.116.924
Mantenimiento				\$ 18.028.500	\$ 18.028.500
Escaleras	\$ 4.083.200		\$ 6.783.000	\$ 5.426.400	\$ 16.292.600
Comedor			\$ 9.401.000	\$ 5.735.800	\$ 15.136.800
Muebles de estudio		\$ 8.000.000		\$ 4.207.999	\$ 12.208.000
Guarda escoba	\$ 3.480.000				\$ 3.480.000
Total	\$ 114.424.824	\$ 107.266.318	\$ 343.297.150	\$ 275.339.128	\$ 840.327.421

Fuente: Los autores, construida a partir del historial de ventas (2019)

Tabla 4: Costos por factor de producción

	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Ventas	\$ 114.424.824	\$ 107.266.318	\$ 343.297.150	\$ 275.339.127
Materia prima	\$ 14.202.753	\$ 7.409.838	\$ 116.697.867	\$ 69.439.029
Mano de obra	\$ 23.252.800	\$ 18.771.606	\$ 139.035.346	\$ 116.135.651
Arriendos	\$ 34.800.000	\$ 39.000.000	\$ 47.400.000	\$ 54.000.000
Servicios	\$ 3.223.472	\$ 3.425.100	\$ 4.505.796	\$ 4.972.125
Maquinaria	\$ 5.953.793	\$ 5.953.793	\$ 7.953.793	\$ 7.953.793

Fuente: Los autores, construida con información suministrada por la empresa (2019)

La productividad parcial como se muestra en la Figura 19 muestra una disminución significativa en los años 2017 y 2018 con respecto a los años 2015 y 2016. El factor de materia prima depende de los pedidos que tenga la empresa puesto que esta se compra de acuerdo con lo que se vaya a producir. En cuanto a Mano de obra, la productividad disminuyó el 9% por año.

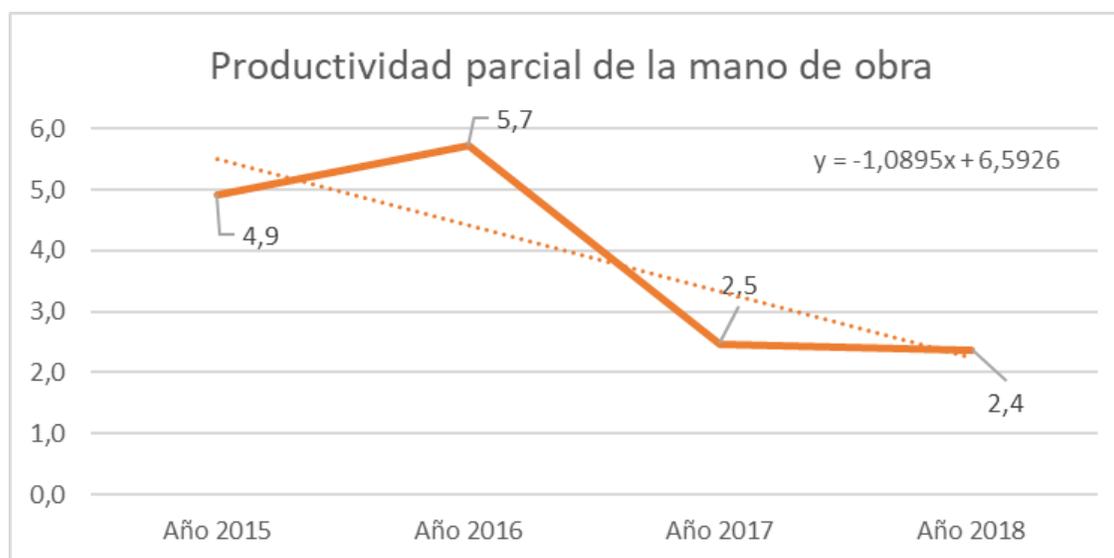


Figura 19: Productividad parcial

Fuente: Los autores (2019)

De acuerdo con las ventas realizadas en el año 2018 la productividad parcial en mano de obra (en COP/hora hombre) de los tres productos en estudio se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5: Productividad parcial en mano de obra por producto

	Actual
Venta Puerta	\$ 2.524.288
Horas hombres	19
Productividad parcial Puerta (\$/h)	\$ 136.448
Venta Closet	\$ 6.818.700
Horas hombres	27
Productividad parcial Closet (\$/h)	\$ 254.905
Venta Silla	\$ 728.442
Horas hombres	12
Productividad parcial Silla (\$/h)	\$ 60.703

Fuente: Los autores (2019)

3.2 Fabricación de las puertas

De los productos seleccionados a continuación se mostrará en detalle el proceso de fabricación de las puertas describiendo paso a paso el recorrido y las actividades del ciclo de producción, mediante diagramas de recorrido, diagramas de flujo del proceso y estudios de tiempos. La descripción del ciclo de producción del closet se detalla en el Anexo CC y la descripción del ciclo de producción de la silla en el Anexo DD.

3.2.1 Proceso de fabricación de las puertas.

Para iniciar la producción de una puerta deben estar definidas las siguientes características: diseño, dimensiones exactas, fecha de entrega, materiales a usar (madera y tipo de enchape), color, tipo de acabado, sistema de bisagras a usar y cantidad.

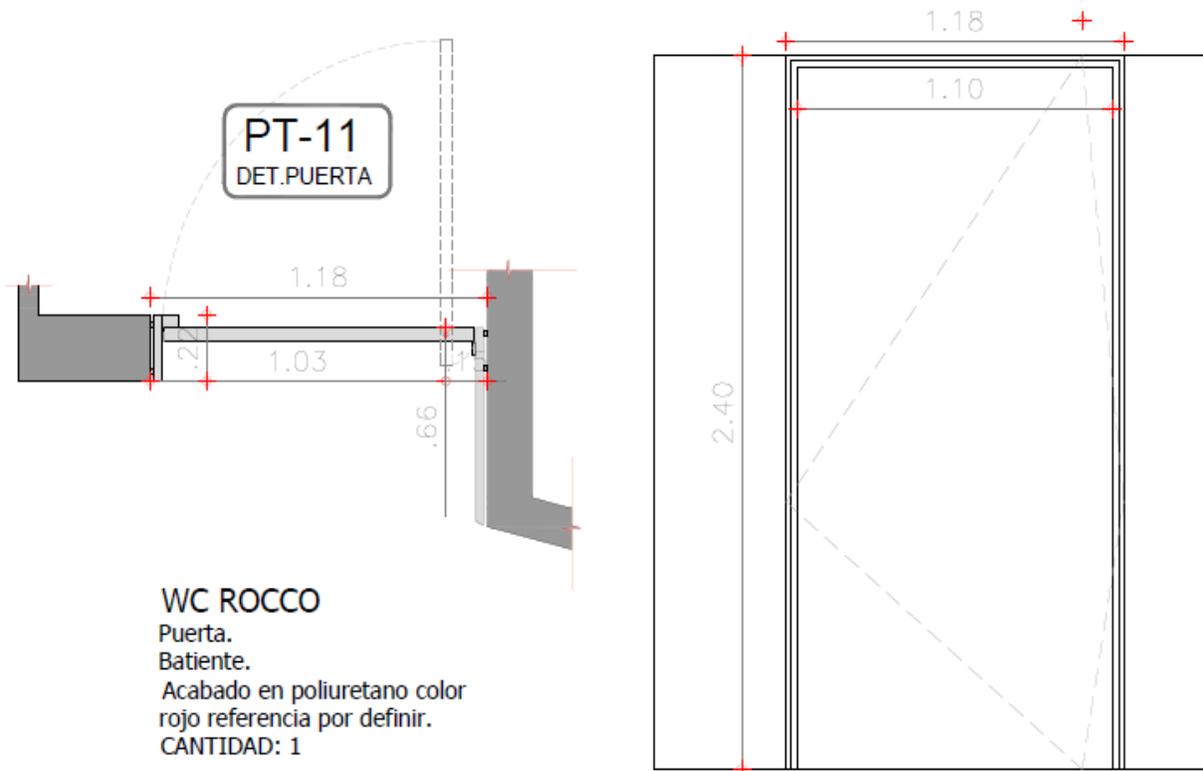


Figura 20: Diseño y especificaciones puerta.

Fuente: (Comodidad y Lujo, 2018)

En la Figura 20: se muestra un ejemplo del plano con las especificaciones de fabricación. De esta manera se previenen reprocesos que puedan ser causados por faltantes en las especificaciones del pedido.

La producción de una puerta se realiza siguiendo el recorrido en el orden mostrado en la Figura 21, comienza por la selección de la madera para el marco y la puerta, generalmente se hace en madera Flor morado para el marco y marfil para la estructura interna de la puerta.

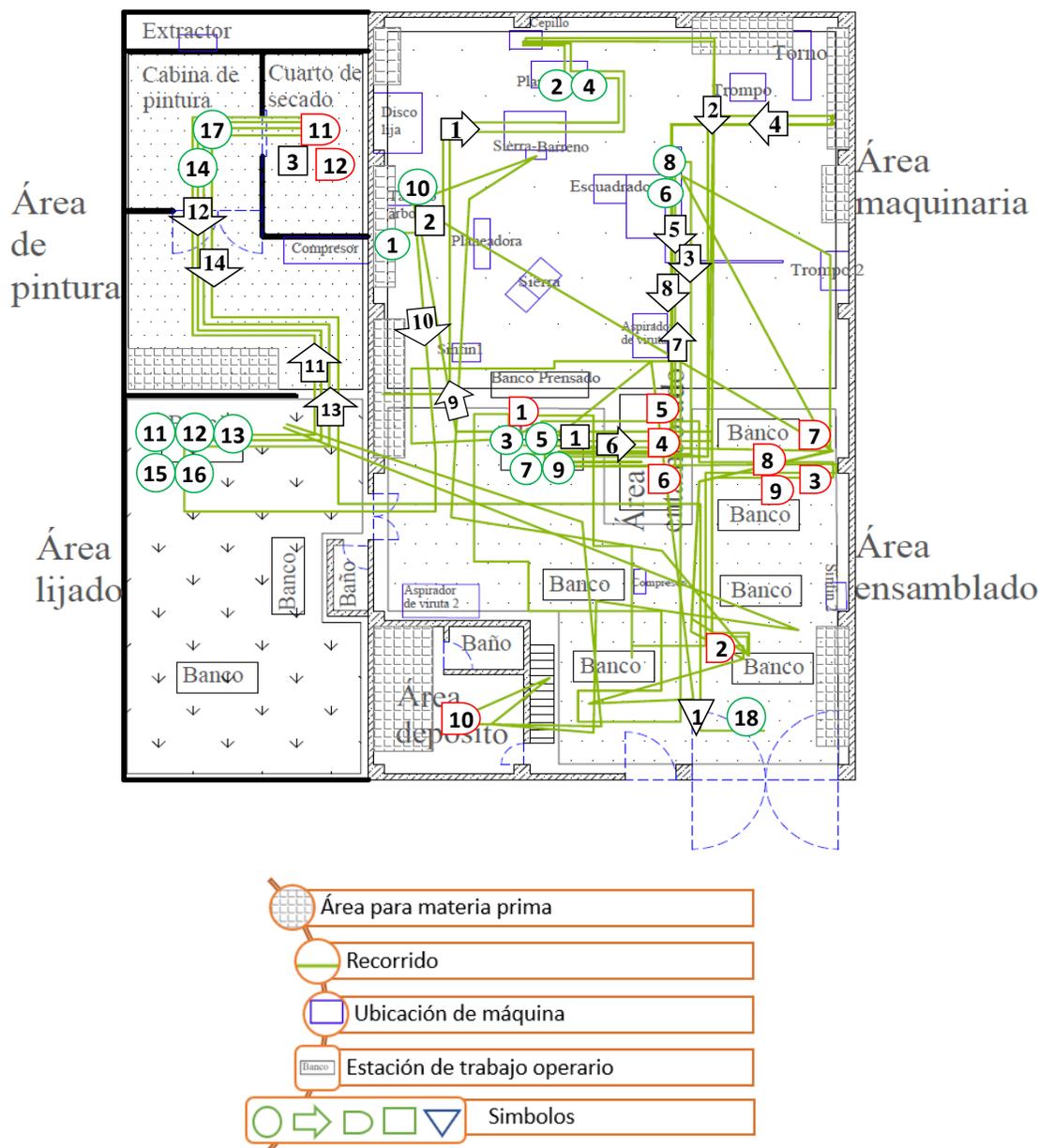


Figura 21: Diagrama de recorrido puerta, método actual.

Fuente: Los autores, 2019

La madera del marco se lleva a la sierra para cortarla a la medida, seguido se debe planear y cepillar para eliminar asperezas y marcas del aserrado, posteriormente se lleva al banco de trabajo del operario donde se pulen las partes del marco usando cepillos manuales para que los acabados tengan una textura totalmente lisa, para armar el marco se barrena para que las uniones sean más resistentes durante su manipulación y uso posterior.

La madera de la puerta también se planea y corta eliminando asperezas y marcas del aserrado y para el recubrimiento de la hoja se lleva el tríplex a la escuadradora cortándolo a la medida de la puerta y se cortan pequeñas piezas de tríplex que sirven de estructura de la puerta (ver Figura 22), a estas pequeñas piezas se les denomina como aviones.

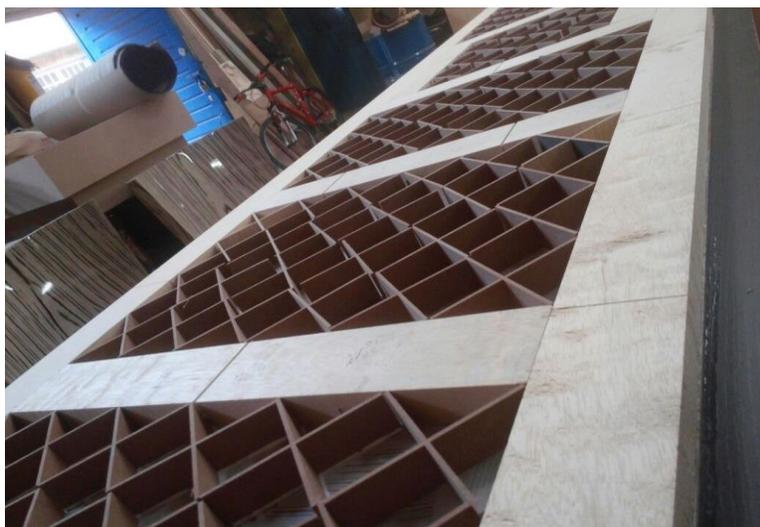


Figura 22: Estructura interna de una puerta.

Fuente: Los autores (2019)

Una vez las partes de la puerta estén listas se arma la estructura usando la grapadora neumática, se procede a pegarlas usando preflex (pegante para madera) y prensar en el área de entamborado.

Al pasar las doce horas del tiempo de entamborado de la puerta se procede a refilarla en la escuadradora para dejar la puerta a la medida exacta, luego se enchapa y se abisagra de una vez con el tipo de bisagra seleccionado en el pedido.

Ahora la puerta y el marco son llevados para el área de lijado, donde usando lijas suaves se pulirán los bordes que pueda tener la puerta y se lijara por completo dando una textura suave libre de asperezas, luego se procede a tintillar del color previamente establecido y se pinta con sellador o poliéster en el área de pintura.

Nuevamente se lija la puerta y el marco, siguiendo con la aplicación de laca catalizada o poliuretano, esto dependiendo del tipo de acabado que se requiera, si es en poliuretano necesitara otro lijado para proceder a brillar o de lo contrario no necesita de etapas adicionales.

Una vez la pintura aplicada se encuentre totalmente seca, la puerta es llevada a la entrada de la bodega donde, se realiza el embalaje usando burbuja y papel stretch para prevenir daños causados por la manipulación durante el despacho y transporte al lugar de destino. Solamente en el caso de que no sea posible la entrega se almacena producto terminado.

Finalmente, para el caso de las puertas, es indispensable la instalación, que es realizada por alguno de los tres ebanistas o el carpintero. Esta actividad no se incluye en el estudio por llevarse a cabo en lugares ajenos a la fábrica.

3.2.2 Diagrama de flujo del proceso.

La Figura 23 muestra el Cursograma analítico del operario, el cual describe el proceso actual para la elaboración de una puerta, con un total de 18 operaciones que van desde la selección de la materia prima hasta el despacho del producto terminado, se presentan 14 transportes equivalentes a 384 metros de recorrido en el proceso, el proceso completo tarda 39 horas tres minutos de los cuales 21 horas y nueve minutos corresponden a demoras, las tareas operativas requieren de 16 horas y 42 minutos de trabajo de los operarios involucrados en el proceso, que para el caso son un carpintero, un lijador y un pintor.

Cursograma analítico		Resumen					
Diagrama Núm.	1	Actividad	Distancia (metros)	Actual	Propuesta	Economía	
Objeto:		Operación	0	18			
		Transporte	156	14			
Actividad:	Fabricación de una puerta	Demoras	232	7			
		Almacenamiento	0	0			
Método :	Actual	Inspección		3			
Lugar:	Bodega Comodidad y Lujo	Total	388	42			
Operario (s): En el ciclo de fabricación interviene un carpintero, un Lijador y un pintor							
Aprobado por:		Símbolo				Observaciones	
	Descripción	Distancia	Tiempo	●	→	■	
	Seleccionar madera para marco y puerta		0:44:56	X			
	Llevar la madera a la sierra	3,7	0:04:49		X		
	Planear, pulir y barrenar madera marco		2:08:27	X			
	Llevar madera al banco de trabajo	17,1	0:03:15		X		
	Buscar tornillos para el marco	29,7	0:07:00			X	
	Armar marco		0:32:55	X			
	Planear y cortar madera puerta		0:43:32	X			
	Llevar la madera al banco de trabajo	18,2	0:03:00		X		
	Buscar Grapadora neumática y ganchos	29,7	0:05:00			X	
	Armar estructura puerta		0:13:46	X			
	Llevar el triplex a la escuadradora	5,4	0:05:00		X		
	Cortar triplex de puerta y aviones		1:12:13	X			
	Llevar triplex al banco de trabajo	10,5	0:05:22		X		
	Verificar medidas		0:05:00			X	
	Buscar puntillas y pegantes	35,7	0:05:00			X	
	Entamborar		0:19:34	X			
	Llevar puerta al lugar de entamborado	2,6	0:05:00		X		
	Poner peso para prensar puerta		0:15:00			x1	
	Esperar tiempo de secado		12:00:00			x1	
	Quitar peso de puerta		0:10:00			x1	
	Buscar discos de corte y herramientas	17,3	0:05:00			X	
	Llevar la puerta a la escuadradora	10,7	0:03:00		X		
	Refilar puerta		0:47:53	X			
	Llevar la puerta al banco de trabajo	10,7	0:02:00		X		
	Buscar pegante y vulcanizante	29,7	0:08:00			X	
	Enchapar		1:15:38	X			
	Buscar brocas de 2 medidas diferentes	43,3	0:08:00			X	
	Llevar puerta al taladro de árbol	4	0:03:00		X		
	Barrenar huecos para chapa y abisagrar		0:41:21	X			
	Verificar que cumpla con las características del pedido		0:05:00			X	
	Llevar puerta y marco a zona de lijado	9,8	0:03:00		X		
	Solicitar lija de distinto tipo de grano	46,3	0:06:00			X	
	Lijar marco		0:27:09	X			
	Lijar puerta		1:05:01	X			
	Tintillar marco y puerta		0:25:51	X			
	Llevar puerta y marco a zona de pintura	11,8	0:03:00		X		
	Pintar con sellador puerta y marco		1:07:24	X			
	Esperar tiempo de secado		4:00:00			XI	
	Llevar puerta y marco a zona de lijado	11,8	0:03:00		X		
	Lijar marco		0:38:36	X			
	Lijar puerta		2:24:58	X			
	Llevar puerta y marco a zona de pintura	11,8	0:05:00		X		
	Lacar puerta y marco		1:34:04	X			
	Esperar tiempo de secado		4:00:00			XI	
	Verificar que cumpla con las características del pedido		0:05:00			X	
	Llevar puerta y marco a zona de productos terminados	28	0:07:00		X		
	Despachar		0:18:36	X			
	Total	388	39:01:20	16:41:54	0:55:26	0:44:00	
				0:00:00		0:15:00	

Figura 23: Cursograma analítico del operario, elaboración de una puerta (Tiempo en h:min:s).

Fuente: Los autores (2019)

3.2.3 Estudio de tiempos.

Para determinar los ciclos de estudio necesarios se tendrá en cuenta la Tabla 6 establecida por la General Electric Company para determinar el número de observaciones necesarias para la toma del tiempo estándar de los tres productos seleccionados para el presente estudio (según los diagramas de flujo: Figura 23 para la puerta, Anexo L para el closet y Anexo M para la silla), el número recomendado de ciclos de observación es de tres (3), para ciclos que superen los cuarenta minutos (Niegel & Freivalds, 2014).

Tabla 6: Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 -5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 -40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Niegel & Freivalds (2014)

Para el muestreo del trabajo de las puertas, closets y sillas, se realizó el estudio de tiempos mediante la observación de las actividades, con el uso de cámaras de videograbación, que además es una manera justa y exacta de tomar los tiempos para calificar el desempeño del operario, sin alterar su ritmo normal de trabajo al sentirse observado.

En primer lugar, para las puertas, se tomaron los tiempos de 18 Actividades (Ver Figura 24) desarrolladas en un ciclo de producción de un lote de cinco puertas.

Actividades desarrolladas para la elaboración de una puerta			
1	Seleccionar madera para marco y hoja	10	Barrenar huecos para chapa y abisagrar
2	Planear, pulir y barrenar madera marco	11	Lijar marco
3	Armar marco	12	Lijar puerta
4	Planear y cortar madera puerta	13	Tintillar marco y puerta
5	Armar estructura puerta	14	Pintar con sellador puerta y marco
6	Cortar triplex puerta y aviones	15	Lijar marco
7	Entamborar	16	Lijar puerta
8	Refilar hoja	17	Lacar marco y puerta
9	Enchapar	18	Despacho

Figura 24: Actividades observadas en puertas

Fuente: Los autores (2019)

En segundo lugar, para la producción de los muebles de closet se obtuvo, mediante la toma de tiempos de 16 Actividades (Ver Figura 25), llevadas a cabo en la producción de tres closets.

Actividades elaboración de un closet			
1	Seleccionar madera estructura	9	Pulir
2	Planear cepillar y cortar	10	Desarmar estructura
3	Armar estructura	11	Enchapar
4	Cortar triplex	12	Lijar
5	Entamborar	13	Tintillar y sellar
6	Refilar	14	Lijar
7	Barrenar	15	Lacar
8	Armar closet	16	Despachar

Figura 25: Actividades observadas para closet

Fuente: Los autores (2019)

Finalmente, para la producción de sillas se registraron 19 actividades (Ver Figura 26) desarrolladas en la producción de un lote de 8 sillas.

Actividades elaboración silla	
1 Seleccionar madera para patas	11 Barrenar
2 Planear, cepillar y cortar	12 Pulir estructura interna
3 Barrenar	13 Armar silla
4 Tornear	14 Pulir silla
5 Seleccionar madera para brazos	15 Lijar
6 Planear y cepillar	16 Tintillar y pintar con sellador
7 Rodear en sierra sinfín	17 Lijar
8 Ensamblar	18 Lacar
9 Seleccionar madera estructura	19 Despachar
10 Planear cepillar y cortar	

Figura 26: Actividades observadas en silla

Fuente: Los autores (2019)

Las observaciones realizadas únicamente tuvieron en cuenta la duración de las actividades y es necesario tener en cuenta las demoras inevitables como los tiempos de secado de la pintura, para el tiempo de ciclo total. Por tal razón se aumenta en un 20% el tiempo de ciclo de las actividades teniendo en cuenta el Anexo N para la selección de las Holguras recomendadas por ILO como se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7: Holguras recomendadas

Holguras	% de holgura del tiempo de trabajo
A. Holguras constantes:	
-Holgura personal	5%
-Holgura por fatiga básica	4%
B. Holguras variables:	
-Holgura por estar parado	2%
-Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb: 25	4%
-Mala iluminación:	
Un poco abajo de lo recomendado	0%
-Atención cercana:	
Trabajo fino o exacto	2%
-Nivel de ruido:	

Holguras	% de holgura del tiempo de trabajo
Intermitente: fuerte	2%
-Esfuerzo mental:	
Proceso bastante complejo	1%
-Monotonía:	
Baja	0%
-Tedio:	
Algo tedioso	0%
% de holgura total	20%

Fuente: Los autores (2019), basada en las holguras recomendadas por Internacional Labour Office (Ver Anexo N)

Una vez reunidos los datos de la toma de tiempos se consideraron los cuatro factores del sistema Westinghouse (Niebel & Freivalds, 2014) para evaluar el desempeño del operario. Para la habilidad se asignó B1 con calificación de excelente teniendo en cuenta la destreza y experiencia mostrada en el desarrollo de las actividades desarrolladas por los operarios, el esfuerzo se calificó con C1 como bueno teniendo en cuenta la velocidad con que se trabaja que no muestra ritmos acelerados o demasiado lentos, para las condiciones se calificó con una D que es promedio considerando la temperatura, la luz y el ruido presentado en la fábrica y finalmente la consistencia se calificó con una C que es buena debido a que el ritmo de trabajo se mantiene constante ni con pocas variaciones por la naturaleza de los materiales o filo de las herramientas. En la Tabla 8 se resume la calificación obtenida por los operarios en el desempeño mostrado para determinar el tiempo estándar de fabricación de puertas, closets y sillas obteniendo como factor de desempeño 1,17.

Tabla 8: Calificación del operario. Comodidad y Lujó

Calificación del operario			
Habilidad	B1	Excelente	0,11
Esfuerzo	C1	Bueno	0,05
Condiciones	D	Promedio	0
Consistencia	C	Buena	0,01
Suma algebraica			0,17
Factor de desempeño			1,17

Fuente: Los autores, basado en tablas de clasificación sistema Westinghouse (Ver Anexo C)

La fabricación de las puertas se desarrolla en el orden descrito anteriormente en la Figura 24. Mas adelante en la Figura 27 se muestra cómo se registró la producción de 5 puertas con los datos de las actividades de la 1 a la 6 de la fabricación y el cálculo del tiempo estándar por operación usando el formato para la observación del estudio de tiempos, donde se adiciona al tiempo observado, 20% de holguras por fatiga y 17% más por la calificación del operario. En el Anexo D continua el registro de las actividades de la 7 a la 12 para las puertas y finaliza en el Anexo E las actividades de la 13 a la 18 con las que se puede establecer un tiempo estándar elemental de 16 horas 42 minutos para la fabricación de una puerta.

En la fabricación del closet se identificaron 16 actividades como se indicó en la Figura 25 y se realizaron tres observaciones por cada operación, que es lo recomendado para ciclos de producción de 40 minutos o más, donde al igual que el caso de las puertas se adiciona 20% de holguras por fatiga y 17% por calificación del operario. Las actividades de la 1 a la 6 se muestran en el Anexo F, continuando las actividades de la 7 a la 12 están en el Anexo G y finaliza el registro de las actividades de la 13 a la 16 en el Anexo H, obteniendo como tiempo estándar elemental de fabricación de closet 24 horas y 34 minutos.

Por último, para la elaboración de sillas, como se listan en la Figura 26 con un total de 19 actividades, se realizaron ocho observaciones de cada una, de un lote de fabricación de ocho sillas. De igual forma se aumenta el tiempo en un 20% de holguras por fatiga y 17% más por calificación del operario. Las actividades están registradas de la 1 a la 6 en el Anexo I, de la 7 a la 12 se muestran en el Anexo J y finalmente las actividades de la 13 a la 19 se muestran en el Anexo K. Obteniendo como tiempo estándar elemental nueve (9) horas 35 minutos para producir una silla.

En la fabricación de los tres productos intervinieron tres ebanistas distintos uno para cada producto, con diferentes ubicaciones de trabajo en la fábrica, así como también participaron un lijador distinto por producto y el pintor si es el mismo para los tres productos.

	1			2			3			4			5			6		
	Seleccionar madera para marco y hoja			Planear, pulir y barrenar madera marco			Armar marco			Planear y cortar madera puerta			Armar estructura puerta			Cortar triplex puerta y aviones		
Ciclo	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN	C	TO	TN
Puerta 1	1,17	0:25:34	0:29:55	1,17	1:33:20	1:49:12	1,17	0:24:02	0:28:07	1,17	0:28:22	0:33:11	1,17	0:13:47	0:16:08	1,17	0:56:03	1:05:35
Puerta 2	1,17	0:31:26	0:36:47	1,17	1:39:57	1:56:56	1,17	0:21:42	0:25:23	1,17	0:26:37	0:31:08	1,17	0:10:07	0:11:50	1,17	0:50:57	0:59:37
Puerta 3	1,17	0:34:39	0:40:32	1,17	1:25:11	1:39:40	1,17	0:22:31	0:26:21	1,17	0:32:29	0:38:00	1,17	0:13:26	0:15:43	1,17	0:57:00	1:06:41
Puerta 4	1,17	0:28:30	0:33:21	1,17	1:24:00	1:38:17	1,17	0:23:00	0:26:55	1,17	0:33:34	0:39:16	1,17	0:06:00	0:07:01	1,17	0:49:02	0:57:22
Puerta 5	1,17	0:39:53	0:46:40	1,17	1:34:58	1:51:07	1,17	0:25:59	0:30:24	1,17	0:34:00	0:39:47	1,17	0:05:43	0:06:41	1,17	0:44:08	0:51:38
TO total	2:40:02			7:37:26			1:57:14			2:35:02			0:49:03			4:17:10		
Calificación	1,17			1,17			1,17			1,17			1,17			1,17		
TN Total	3:07:14			8:55:12			2:17:10			3:01:23			0:57:23			5:00:53		
# Observaciones	5			5			5			5			5			5		
TN Promedio	0:37:27			1:47:02			0:27:26			0:36:17			0:11:29			1:00:11		
% de Holgura	20%			20%			20%			20%			20%			20%		
Tiempo estándar elemental	0:44:56			2:08:27			0:32:55			0:43:32			0:13:46			1:12:13		

Figura 27: Toma de tiempos para puerta actividades de la 1 a la 6.

Fuente Los autores (2019)

3.2.4 Muestreo del trabajo.

Se realizó un estudio piloto que permitiera determinar el tamaño de la muestra clasificando las observaciones en ocurrencias productivas y no productivas basadas en el ejemplo (ver Anexo P) formulario para el estudio de muestreo del trabajo (Niebel & Freivalds, 2014) donde se tendrían en cuenta los ocho empleados y así determinar la productividad de la empresa.

Se tomaron 80 muestras aleatorias repartidas equitativamente entre los operarios (ver ejemplo Figura 28), para la generación de las horas y minutos aleatorios de la toma de las muestras se tuvieron en cuenta los horarios de trabajo, para los tres lijadores y el pintor es de lunes a viernes de 7:30 am a 5:00 pm de la tarde, con tiempo para almorzar de una hora, de 12:30 pm a 1:30 pm, con descansos para tomar onces de 15 minutos en la mañana a las 10:00 am, para la tarde 15 minutos a las 3:30 pm, el día sábado la jornada es de 7:30 am a 1:00 pm con descanso para tomar onces de 15 minutos a las 10:00 am y para los ebanistas y el carpintero el horario de trabajo es de una hora adicional de lunes a viernes es decir de 7:30 am a 6:00 pm con los mismos horarios para almorzar y tomar onces.

Las muestras aleatorias se dividen en dos grupos donde se identifican las actividades que el operario desarrolla en cualquier momento del día clasificándolas entre actividades productivas y actividades no productivas como se muestra en la Figura 28.

	REFERENCIA	SÍMBOLO
Ocurrencias no productivas	Buscar herramientas	BH
	Buscar materia prima	BMP
	Hablar	H
	Inactividad	I
	Llegada tarde	LT
	Tomar refrigerio (fuera de tiempo)	TR
Ocurrencias productivas	Afilar herramienta	AH
	Limpiar sitio de trabajo	LST
	Mano de obra general	MOG
	Maquinar	M

REFERENCIA	SÍMBOLO
Selección de materia prima	SMP
Transportar	T

Figura 28: Actividades a observar

Fuente: Los autores, basado en el formulario para estudio muestreo del trabajo (Ver Anexo P)

Los resultados de la Tabla 9 muestran la cantidad de ocurrencias no productivas que se presentaron y la cantidad de ocurrencias productivas, así calcular el tamaño de la muestra. De 80 muestras tomadas, diez por cada operario, 24 corresponden a las actividades no productivas equivalentes a un 30%. Es decir que durante el día observado se ocupó el 30% del tiempo en actividades que no agregan valor al proceso productivo y el 70% de la jornada laboral se estaban desarrollando actividades que le agregan valor al proceso productivo de la empresa, las actividades productivas incluyen las actividades que agregan valor y aquellas que no agregan valor, pero son necesarias.

Tabla 9: Resultados estudio piloto aleatorio

		REFERENCIA	SÍMBOLO	Observaciones	(%)	
Ocurrencias no productivas	1	Buscar herramientas	BH	1	1,25%	30%
	2	Buscar materia prima	BMP	9	11,25%	
	3	Hablar	H	5	6,25%	
	4	Inactividad	I	6	7,50%	
	5	Llegada tarde	LT	2	2,50%	
	6	Tomar refrigerio (fuera de tiempo)	TR	1	1,25%	
Ocurrencias productivas	7	Afilar herramienta	AH	3	3,75%	70%
	8	Limpiar sitio de trabajo	LST	2	2,50%	
	9	Mano de obra general	MOG	35	43,75%	
	10	Maquinar	M	10	12,50%	
	11	Selección de materia prima	SMP	1	1,25%	
	12	Transportar	T	5	6,25%	
		Total		80	100,00%	

Fuente: Los autores (2019)

A partir de los datos obtenidos se calcula el tamaño de la muestra. Las ocurrencias productivas equivalen a p con un 70% y q son las ocurrencias no productivas con un 30% de las 80 muestras aleatorias, para un nivel de confianza del 95% y un error del 5%.

$$n = \frac{z_{\alpha/2} * p * q}{\rho^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.7 * 0.3}{0.05^2} = 323 \text{ muestras}$$

Ecuación 3: Número de muestras

Fuente: Nivel & Freivalds (2014)

Se requieren 323 observaciones aleatorias para el muestreo del trabajo las cuales serán distribuidas por partes iguales entre los operarios de la empresa para establecer la productividad general.

Las observaciones se tomaron seis días seguidos (Ver Anexo Q), de lunes a sábado mediante el uso de cámaras de videograbación disponibles en la empresa a excepción de las observaciones requeridas para el pintor que se realizaron por observación directa debido a la no disponibilidad de cámaras en el área de pintura. Se tomaron siete observaciones diarias para cada uno de los ocho operarios para un total general de 336 observaciones aleatorias como se muestra en la Tabla 10 obteniendo como resultado que aproximadamente el 77% de las veces se están desarrollando actividades que le agregan valor al proceso productivo.

Tabla 10: Resultados muestreo del trabajo

	REFERENCIA	SÍMBOLO	Observaciones	(%)	
Ocurrencias no productivas	Buscar herramientas	BH	12	3,57%	23%
	Buscar materia prima	BMP	25	7,44%	
	Hablar	H	21	6,25%	
	Inactividad	I	10	2,98%	
	Llegada tarde	LT	7	2,08%	
	Tomar refrigerio (fuera de tiempo)	TR	3	0,89%	

	REFERENCIA	SÍMBOLO	Observaciones	(%)	
Ocurrencias productivas	Afilar herramienta	AH	2	0,60%	77%
	Limpiar sitio de trabajo	LST	10	2,98%	
	Mano de obra general	MOG	198	58,93%	
	Maquinar	M	36	10,71%	
	Selección de materia prima	SMP	7	2,08%	
	Transportar	T	5	1,49%	
Total			336	100,00%	

Fuente: Los autores (2019)

3.3 Hallazgos

En la observación de los tres productos seleccionados para estudio se identificaron los siguientes desperdicios.

3.3.1 Demoras y recorridos.

Se presentaron demoras que retrasaban el inicio de alguna actividad por transportes del operario dentro de la fábrica buscando o solicitando herramientas y materia prima como se explica a continuación.

En el cursograma analítico de las puertas (Ver Figura 23) se presentan demoras inevitables como lo son el tiempo de secado de pegantes, tiempo de secado de pinturas, búsqueda de herramientas de trabajo por no tener un sitio fijo de almacenaje o la solicitud de lijas representando 232 metros de distancia recorrida de los 384 mostrados en el cursograma analítico representando un 60% de los recorridos y aumentando el tiempo estándar de producción en 44 minutos que no generan valor agregado al proceso productivo.

En el caso de los closets se registraron 153 metros de recorrido adicional siendo un 47.4% de los movimientos innecesarios por búsqueda herramientas de trabajo o solicitud de materia prima aumentando el tiempo estándar de producción en 32 minutos (Ver Anexo L).

Para el caso de las sillas las demoras presentadas (Ver Anexo M) por búsqueda de herramientas, solicitud de materia prima y limpieza de sitio de trabajo por acumulación de materia

prima innecesaria y acumulación de residuos de materia prima y de aserrín producido por la misma, aumentaron los recorridos en 193 metros representando un 45% de los 424 metros de recorrido registrados y un aumento del ciclo estándar de producción en 81 minutos.

3.3.2 Acumulación de Inventarios.

Existen inventarios obsoletos de sobrantes de materia prima y productos en proceso acumulados en diferentes partes de la fábrica.

En el área de pintura se presenta materia prima dispersa porque no cuenta con estantes para almacenarla y clasificarla como se muestra en la Figura 29. El pintor no cuenta con un sitio de trabajo adecuado para la preparación de pinturas y debe realizar dicha operación sobre las mismas canecas que contienen la pintura, las herramientas de mantenimiento y limpieza no tienen un sitio fijo.



Figura 29: Área de pintura

Fuente: Los autores (2019)

En las áreas de maquinado y ensamblado se encuentran sobrantes de materia prima acumulada alrededor de las máquinas dificultando la maniobrabilidad del operario y el flujo de la materia prima en proceso. En las estaciones de trabajo presentan acumulación de piezas de madera y sobrantes de productos elaborados previamente.



Figura 30: Área de producción

Fuente: Los autores (2019)

En la Figura 31 se muestran las áreas resaltadas en rojo donde se acumulan productos en proceso, resultado de la acumulación de objetos en años anteriores, ocupando un área aproximada de 35.7 m^2 en la bodega principal.

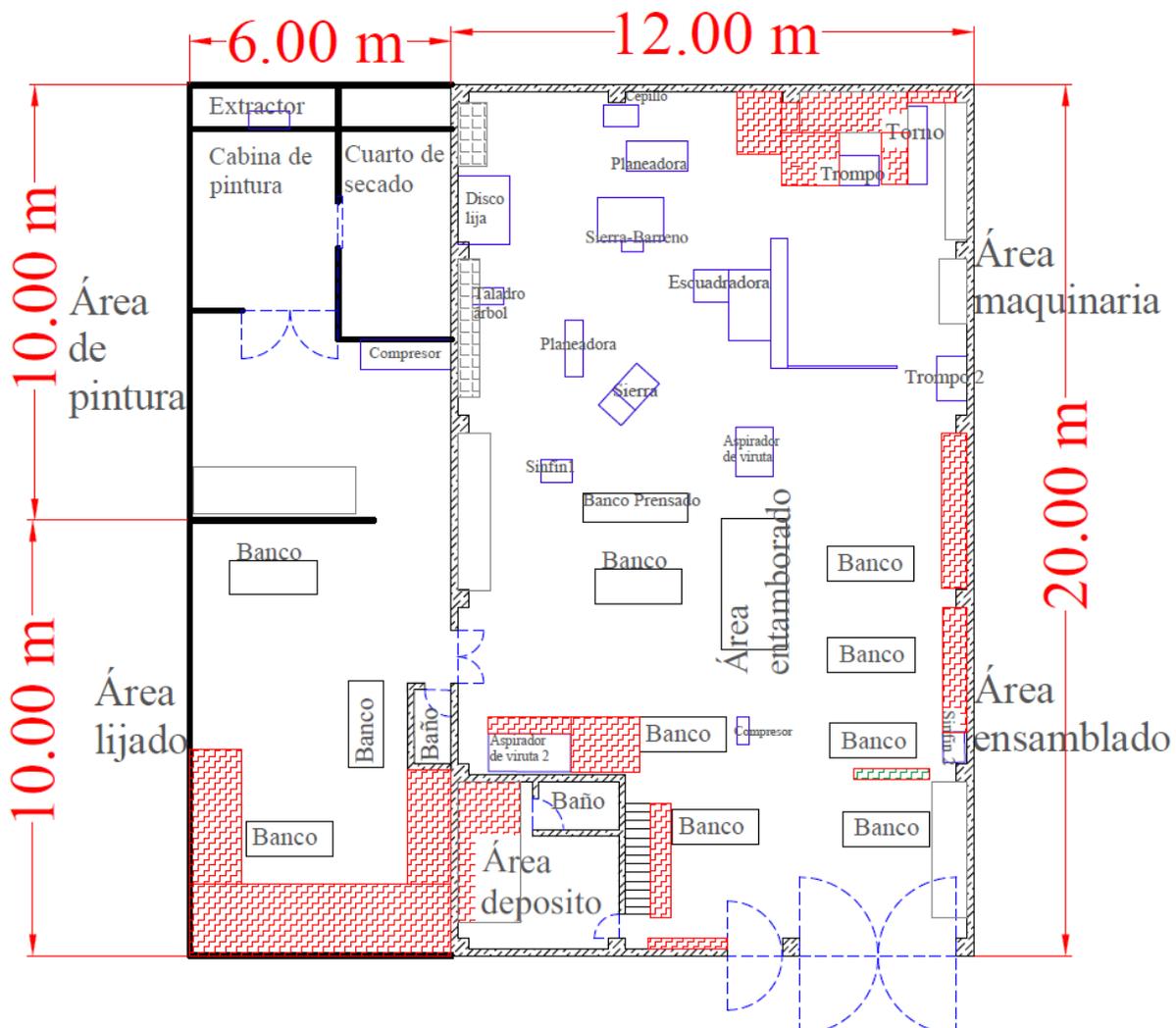


Figura 31: Áreas con productos en proceso

Fuente: Los autores (2019)

En la bodega adicional de igual forma como se muestra en la Figura 32 las áreas en rojo muestran los lugares donde se acumulan productos en proceso que no se terminaron en años anteriores, reduciendo el área disponible para almacenaje en $12.7 m^2$.

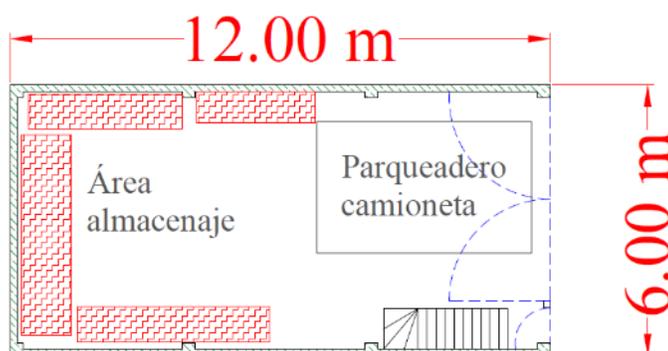


Figura 32: Productos acumulados área almacenaje

Fuente: Los autores (2019)

Las herramientas se encuentran dispersas a causa de no tener un lugar de almacenamiento adecuado según su clase, si es eléctrica como taladros, ruteadoras y caladoras, se tiende a revolver y guardar con herrajes y tornillos (Ver Figura 33). Los operarios también almacenan las herramientas en sus estaciones de trabajo aun después de terminar de usarlas dificultando su ubicación en caso de ser requerido por otro operario.



Discos de corte

Herramientas eléctricas

Figura 33 : Herramientas dispersas

Fuente: Los autores (2019)

3.3.3 Reprocesos.

Al terminar la elaboración de un producto, justo antes de ser despachados, estos son almacenados temporalmente en la entrada de bodega donde se revisa la calidad de los acabados para su posterior despacho, allí se encuentra materia prima y productos en proceso, ocasionando golpes o daños a los productos ya terminados generando reprocesos para el área de pintura y retrasos en las entregas.

En la Tabla 10: Resultados muestreo del trabajo, se muestran los datos obtenidos de las 366 muestras aleatorias que se tomaron durante seis días seguidos por igual para cada uno de los ocho empleados (Ver Anexo Q), mediante el uso de las cámaras disponibles en la empresa, a excepción del pintor que se realizaron directamente por no contar con cámaras en el área de pintura. Las Ocurrencias no productivas suman un 23% de las observaciones que no agregan valor al proceso productivo. La búsqueda de materia prima encabeza la lista con un 7.44% debido a la variabilidad de lugares donde se almacenan los tornillos, enchapes, lijas entre otros. Por la misma causa la búsqueda de herramientas ocupa un 3.57% de las observaciones, las cuales se relacionan directamente con las actividades de hablar e inactividad con un 6.25% y 2.98% respectivamente, porque en los casos que el operario no encontraba materia prima o alguna herramienta que necesitara, se pudo observar que recurre a preguntar a los demás operarios interrumpiendo sus actividades hasta que encontrara lo que estaba buscando o le suministraran la materia prima que solicitaba.

Con el horario de trabajo de los operarios se calcularon las horas de trabajo disponibles en una semana como se muestra en la Tabla 11, obteniendo un total de 382 horas de trabajo, de las cuales el 20.24 % se gasta en las actividades no productivas mencionadas, es decir 77.32 horas de trabajo en la semana se dedican a las actividades que no agregan valor al proceso productivo.

Tabla 11: Horas disponibles según empleado

Operario	Cantidad	Horas semanales	Horas disponibles
Pintor	1	45,25	45,25
Lijador	3	45,25	135,75

Operario	Cantidad	Horas semanales	Horas disponibles
Carpintero	1	50,25	50,25
Ebanista	3	50,25	150,75
	Total		382

Fuente: Los autores (2019)

3.3.4 Riesgos.

En las visitas realizadas a la empresa se identificaron los siguientes riesgos en el lugar de trabajo.

Riesgo locativo: Se presenta por la disposición provisional de materiales en los lugares de tránsito como pasillos, lugar de ensamblado y mercancías, porque no se cuenta con lugares exclusivos para almacenamiento. Los materiales sobrantes y desperdicios acumulados en los lugares de trabajo pueden ocasionar accidentes. Las herramientas no se almacenan en lugares adecuados porque no se dispone de sitios asignados.

Riesgo por almacenamiento: La materia prima en el área de pintura no cuenta con estanterías y se tiende a amontonar. Las herramientas eléctricas como taladros y ruteadoras se encuentran en distintos lugares, ocasionando daños por manipulación inadecuada.

Riesgo ergonómico: No se cuenta con un lugar donde preparar las pinturas y realizar mantenimiento y limpieza de herramientas de trabajo, estas actividades se desarrollan de manera provisional sobre las mismas canecas de pintura, provocando posturas incómodas.

Riesgo falla de máquina: Las máquinas tienen sobrantes de materia prima acumulada alrededor y residuos que impiden verificar fácilmente su estado, limitando la accesibilidad para realizar trabajos y mantenimientos.

Para la evaluación de los riesgos se toman como referencia la Tabla 12 y se calcula la severidad según la ecuación 3, la evaluación de los riesgos identificados se muestra en la Tabla 13.

Tabla 12: Rango de medición de probabilidad, impacto y severidad

Nivel de Probabilidad	Rango	Nivel de Impacto	Rango	Nivel de riesgo	Severidad
MUY ALTO	0,8	MUY ALTO	0,8	MUY ALTO	[0,32;0,64]
ALTO	0,4	ALTO	0,4	ALTO	[0,16;0,32]
MEDIO	0,2	MEDIO	0,2	MEDIO	[0,08;0,16]
BAJO	0,1	BAJO	0,1	BAJO	[0,004;0,008]
MUY BAJO	0,05	MUY BAJO	0,05	MUY BAJO	[0,0125;0,004]

Fuente: Los autores (2019)

$$Severidad = Probabilidad * Impacto$$

Ecuación 4: Severidad de los riesgos

Fuente: Los autores (2019)

Tabla 13: Evaluación de riesgos.

Riesgos	Probabilidad	Impacto	Severidad	Nivel de riesgo
Riesgos locativos	0,2	0,4	0,08	BAJO
Riesgo por almacenamiento	0,4	0,4	0,16	MEDIO
Riesgo ergonómico	0,8	0,4	0,32	ALTO
Riesgo falla de máquina	0,2	0,8	0,16	MEDIO

Fuente: Los autores (2019)

Entonces, se determina el nivel de riesgo de acuerdo con los rangos de severidad. Y se debe implementar un plan de respuesta para mitigar los riesgos priorizando el riesgo ergonómico y después el de almacenamiento y falla de máquina.

4 Estrategias y métodos propuestos

De acuerdo con los puntos críticos evidenciados en el diagnóstico y hallazgos se proponen las siguientes alternativas de solución que contribuyen al mejoramiento de la productividad.

4.1 Redistribución de planta

La primera propuesta se refiere a una redistribución de planta, lo que se propone se basa en la metodología de Muther. El primer paso es establecer un listado de las áreas (en este caso se enfoca más en las áreas de las máquinas) y calcular por cada máquina una los espacios necesarios a las máquinas (ESPACIOM) según la ecuación establecida por Muther:

$$\text{ESPACIOM} = \text{EBM} + \text{EOYM} + \text{ETEP}$$

Ecuación 5: Espacio necesario de una máquina

Fuente: Los autores (2019)

Donde se determina:

- EBM= Espacio básico de máquina
- EOYM = Espacio de operador y mantenimiento
- ETEP= Espacio de trabajo en proceso que toma en cuenta el espacio necesario por el manejo de la materia prima y por el número de trabajadores en la máquina al mismo tiempo.

A continuación, en la Tabla 14 se resume toda la información:

Tabla 14: Cálculo de superficies de las máquinas

CÁLCULO DE SUPERFICIES Y DEFINICIÓN DE NECESIDADES DE MÁQUINAS E INSTALACIONES													
IDENTIFICACIÓN		MEDIDAS (m)											
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ANCHO	LARGO	EBM	EOYM	NECESIDADES DE ESPACIO MUTHER			ESPACIOM	Nº DE TRABAJADORES	Medidas Materias Primas		
						ETEP					Largo	Ancho	Área
						Largo	Ancho	Área					
1	Área de pintura	10,0	6,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	1			
2	Área deposito	4,0	4,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	1			
3	Área entamborada	3,0	2,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	1			
4	Área lijada	10,0	6,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	3			
5	Aspirador de viruta	1,5	0,8	1,2	0,8	0,0	0,0	0,0	2,0	1	0,0	0,0	0,0
6	Banco	0,8	2,2	1,8	2,2	1,0	0,8	2,0	5,9	1	1,2	1,0	1,2
7	Banco prensado	1,0	2,2	2,2	2,7	1,0	1,0	2,0	6,9	1	1,0	1,0	1,0
8	Cepillo	0,9	0,9	0,8	1,3	2,3	1,0	3,7	5,7	1	3,0	0,5	1,4
9	Compresor	1,1	0,4	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	1,4	1	0,0	0,0	0,0
10	Disco Lija	1,4	1,0	1,3	2,0	0,0	0,0	1,5	4,9	1	1,5	1,0	1,5
11	Planeadora 25 cm	1,7	0,5	0,8	1,7	0,5	0,5	1,0	3,5	1	3,0	0,3	0,8
11	Planeadora 35 cm	1,6	1,0	1,6	2,4	0,5	0,5	1,3	5,3	1	3,0	0,4	1,1
12	Sierra escuadradora	3,2	2,6	8,3	9,9	0,8	2,0	5,7	24,0	1	2,3	1,8	4,1
13	Sierra pequeña	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	2,2	4,7	1	3,0	0,4	1,2
14	Sierra-Barreno	1,2	1,2	1,4	2,0	1,0	1,0	2,2	5,7	2	3,0	0,4	1,2
15	Sinfín	0,7	0,5	0,3	0,7	0,7	0,7	0,9	1,9	1	1,0	0,4	0,4
15	Sinfín 2	0,7	0,5	0,3	0,7	0,7	0,7	0,9	1,9	1	1,0	0,4	0,4
16	Taladro de árbol	1,0	0,9	0,9	0,9	0,3	0,3	1,1	2,9	1	1,0	1,0	1,0
17	Torno	0,7	1,8	1,3	1,3	0,3	0,3	0,6	3,1	1	1,2	0,4	0,5
18	Trompo	0,8	0,8	0,7	1,1	1,0	1,0	5,5	7,2	1	3,0	1,5	4,5
18	Trompo 2	0,8	0,8	0,7	1,1	1,0	1,0	5,5	7,2	1	3,0	1,5	4,5

Fuente: Los autores (2019)

El segundo paso consiste en el levantamiento de las relaciones entre máquinas y áreas para poder priorizarlas. Los tipos de relación se registran según la metodología de Muther como lo resume la Figura 34:

Muther (1973)	
Absolutamente necesario que este cerca	A
Especialmente necesario que este cerca	E
Importante que este cerca	I
Cercanía común	O
No importa la cercanía	U
No se desea que este cerca	X

Figura 34: Relaciones de Muther

Fuente: Los autores (2019)

Y por cada relación de tipo A, E o X se justifica según los criterios resumidos en la Figura 35:

Razones	
1	Aspiración de polvos
2	Secuencia de procesamiento

Figura 35: Justificación de las relaciones

Fuente: Los autores (2019)

El diagrama de relación se encuentra a continuación como la Figura 36:

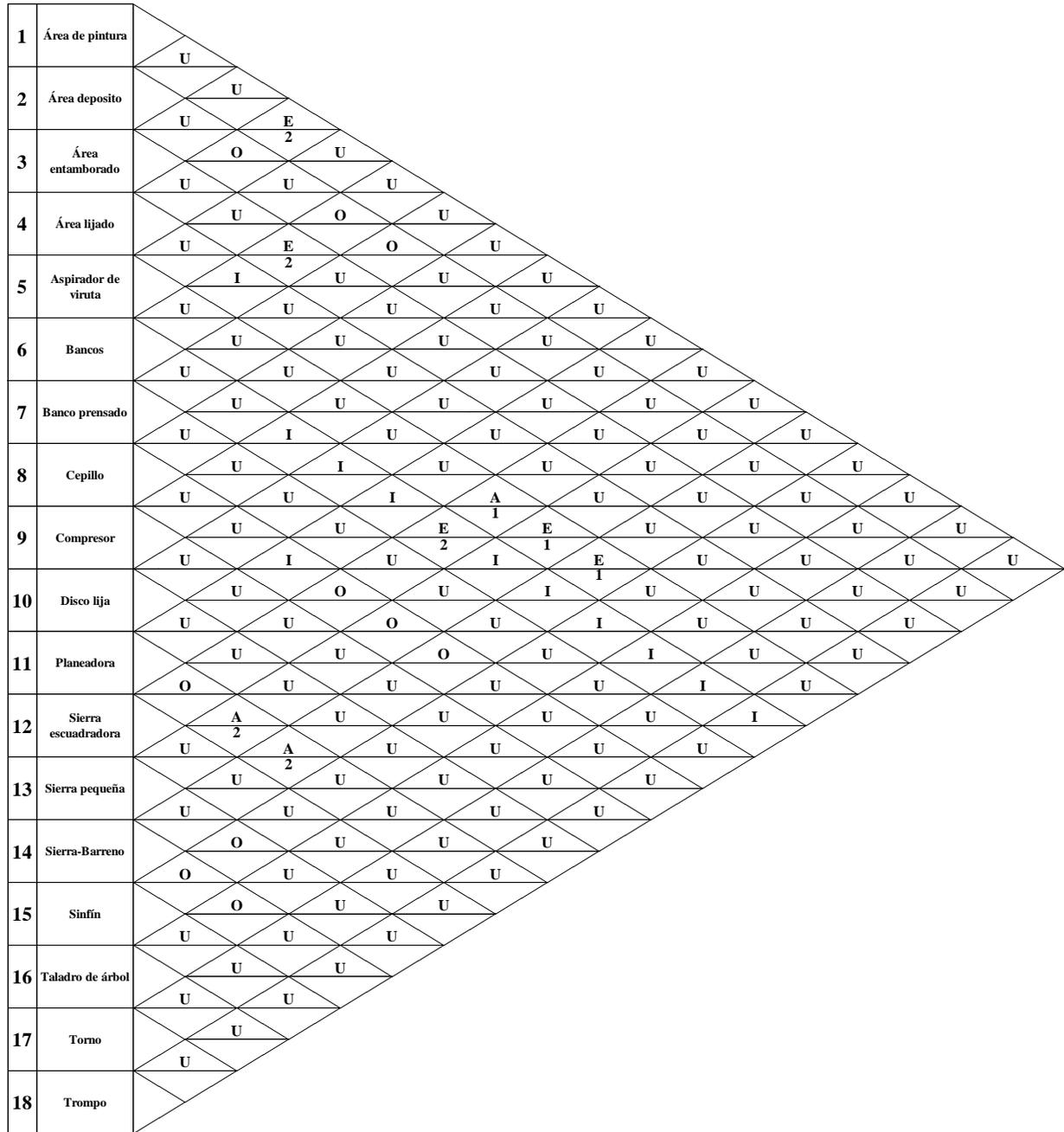


Figura 36:Diagrama de Relaciones

Fuente: Los autores (2019)

De acuerdo con los datos del diagrama de relaciones, se concatena los resultados en la Tabla 15:

Tabla 15: Resumen de las relaciones

Ítem	Departamento	A	E	I	O	U	X	TCR	Ordenamiento	Restricción
1	Área de pintura		1			16		3	NA	Fija
2	Área depósito				3	14		3	NA	Fija
3	Área entamborada		1			16		3	NA	Fija
4	Área lijada		1	1	1	14		6	NA	Fija
5	Aspirador de viruta	1	2			14		11	5	
6	Banco		2	10	1	4		27	1	Solo se utilizan 4 No utilizado (en reserva)
7	Banco prensado				1	16		0	NA	
8	Cepillo			1	3	13		5	7	
9	Compresor			1		16		2	10	
10	Disco lija			1		16		2	11	
11	Planeadora	2		2	1	12		15	2	
12	Sierra escuadradora	1	1		2	13		10	6	
13	Sierra pequeña	1	1	1	2	12		12	4	
14	Sierra-Barreno	1	1	1	3	11		13	3	
15	Sinfín			1	2	14		4	8	
16	Taladro de árbol			1	1	15		3	9	
17	Torno			1		17		2	12	
18	Trompo			1		17		2	13	
TOTAL		1,9%	3,2%	7,1%	6,5%	81,2%	0,0%	123		

Fuente: Los autores (2019)

Así, se establece el orden de implementación de las máquinas en las propuestas según el cálculo de la Tasa de Cercanía Total (TCR):

$$TCR = n_A * 5 + n_E * 3 + n_I * 2 + n_O * 1 + n_X * 1$$

Ecuación 6: Tasa de Cercanía Total

Fuente: Los autores (2019)

Y se determina el número de cuadrícula afectado a cada máquina según su superficie. Se define que una cuadrícula corresponde a un metro cuadrado. En la Tabla 16, se recapitula esa información:

Tabla 16: Priorización de las áreas

Orden	Máquinas	Área (m ²)	Cuadrículas	Cantidad
1	Banco	5,9	6	4
2	Planeadora	5,3 y 3,5	6 y 4	2
3	Sierra-Barreno	5,7	6	
4	Sierra pequeña	4,7	6	
5	Aspirador de viruta	2,0	2	
6	Sierra escuadradora	24,0	24	
7	Cepillo	5,7	6	
8	Sinfin	1,9	2	2
9	Taladro de árbol	2,9	3	
10	Compresor	1,4	2	
11	Disco lija	4,9	6	
12	Torno	3,1	3	
13	Trompo	7,2	8	2

Fuente: Los autores (2019)

Luego, se define en adecuación con el mapa de la empresa la disposición en la cual se va a implementar la propuesta: en parte izquierda de la Figura 37 se define las zonas fijas (en gris), las zonas reservadas a la materia prima y materiales, y las zonas para la implementación (en blanco). En la parte derecha de la ilustración se dimensiona la forma de cada máquina:

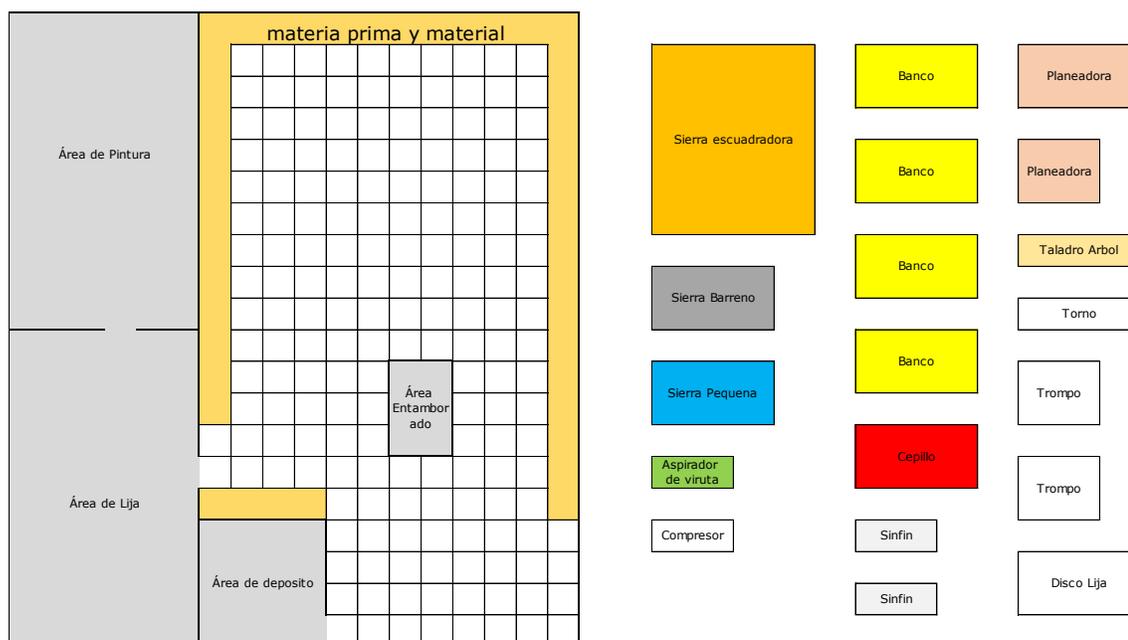


Figura 37: Área y máquinas para redistribución

Fuente: Los autores (2019)

Se realizan cuatro propuestas, que tienen cada una, una disposición inicial de los bancos diferentes. De acuerdo con la disposición de la planta, no hay restricciones en la disposición de las máquinas, ni de accesibilidad a la red eléctrica, ni de iluminación. En la Tabla 17, se resume el resultado de cada propuesta, lo que permite elegir la que tiene la mayor TCR es decir la mejor tasa de cumplimiento de relaciones entre máquinas y áreas:

Tabla 17: Resumen comparativo de propuestas

Propuestas	A	E	I	O	TCR
Propuesta 1	6	6	12	8	65,0%
Propuesta 2	6	9	9	8	67,5%
Propuesta 3	6	10	15	8	79,7%
Propuesta 4	6	8	17	6	76,4%

Fuente: Los autores (2019)

Entonces la propuesta que selecciona es la número 3, la cual se encuentra a continuación como la Figura 38 (las otras propuestas se ubican en Anexo R, Anexo S y Anexo T).

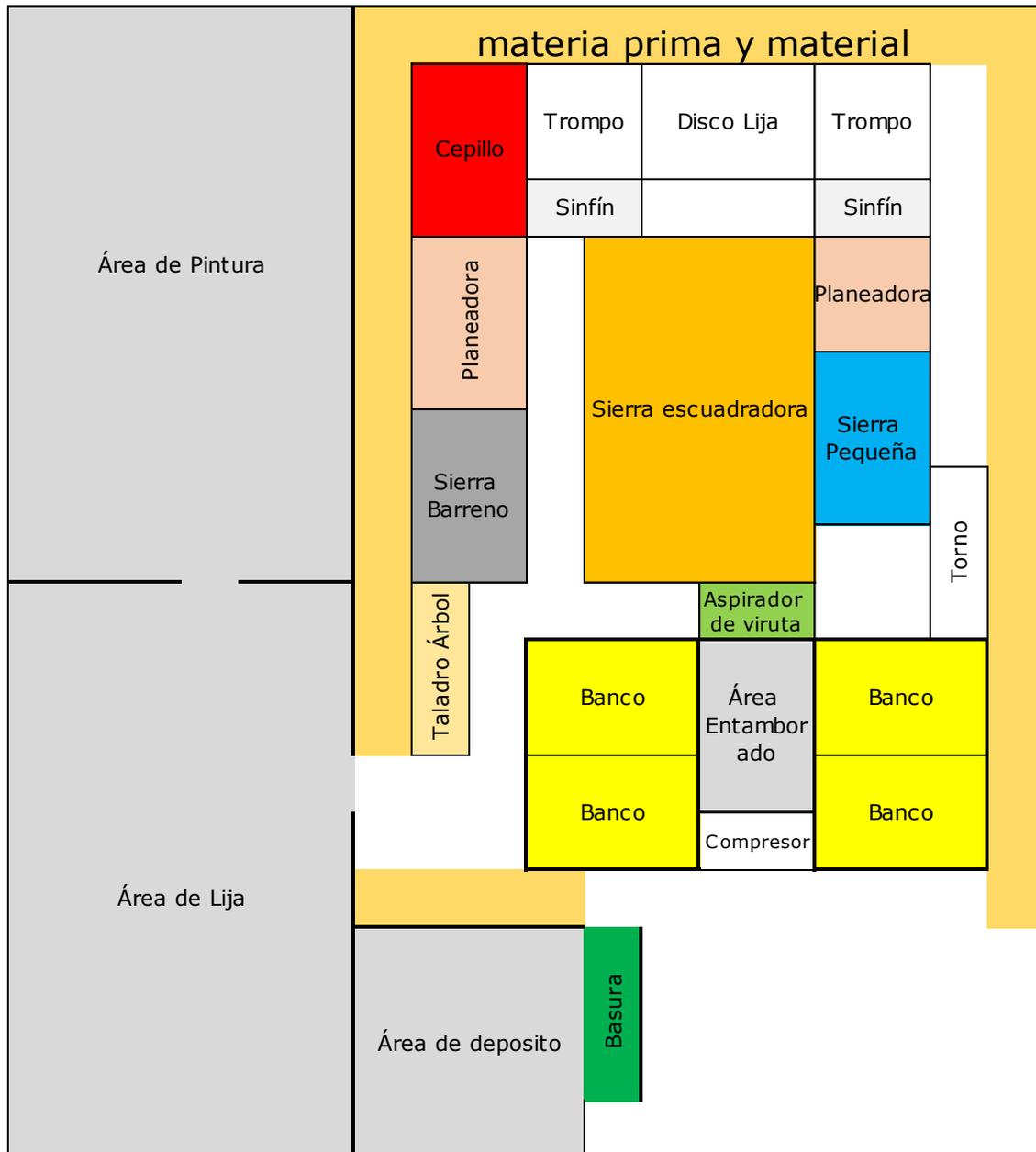


Figura 38: Propuesta de redistribución No 3

Fuente: Los autores (2019)

En consecuencia, se realiza el nuevo mapa y los diagramas de recorrido para los tres productos estudiados. El diagrama de recorrido de las puertas se encuentra a continuación como Figura 39 y

los de closets y sillas en Anexo U y Anexo V respectivamente, donde se observa una disminución del recorrido que se detalla en la parte 5.3 Beneficios.

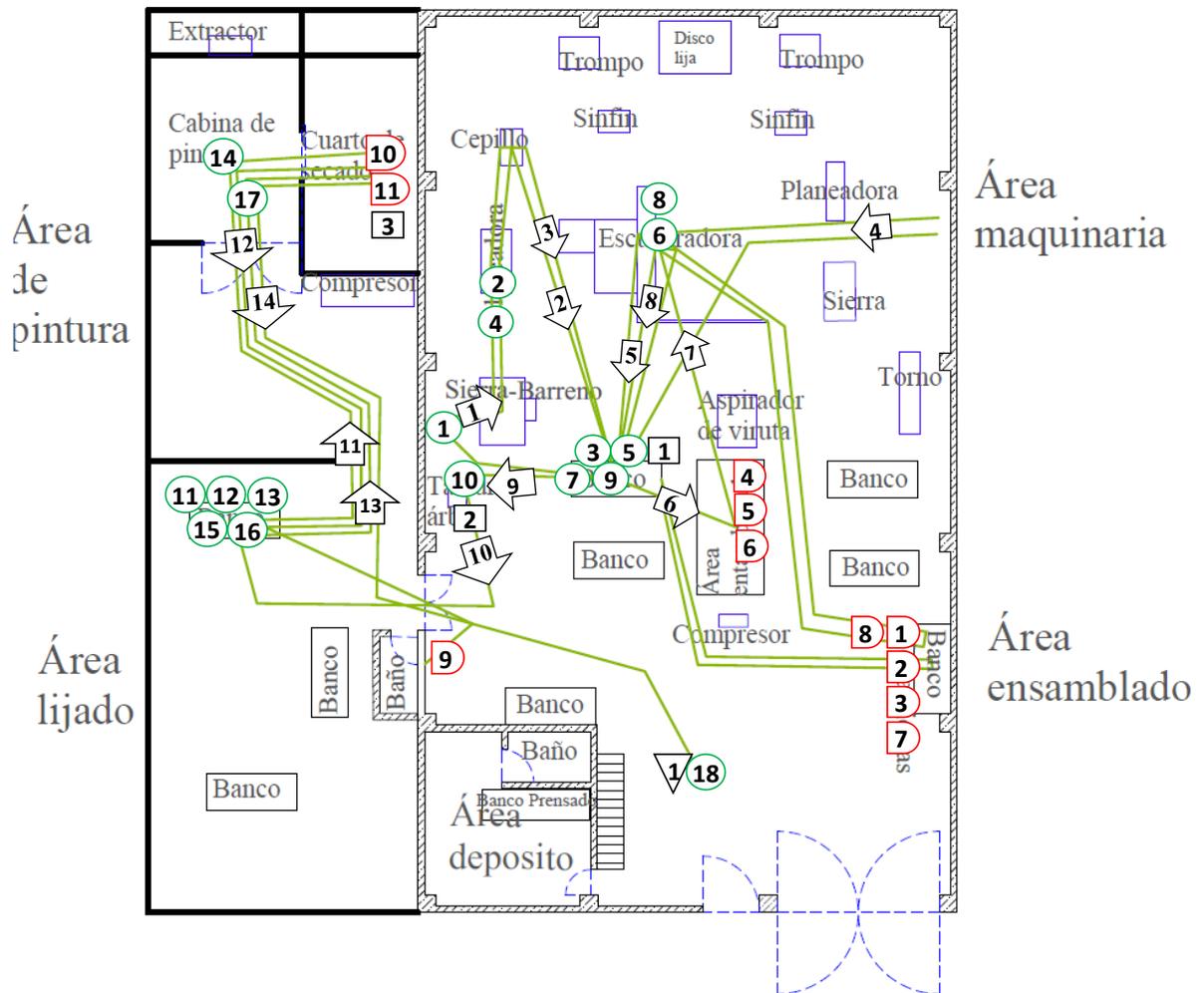


Figura 39: Recorrido propuesto puerta

Fuente: Los autores (2019)

4.2 Método 5s

Toda actividad que no genera valor agregado en un proceso productivo es considerada un desperdicio o muda, los siete tipos de desperdicio son: Sobreproducción, Filas, Transporte, Inventario, Movimientos innecesarios, Sobreprocesamiento y producto defectuoso.

“El método 5S es una manera de aprender a mantener el orden y la limpieza” (Gillet-Goinard & Seno, 2014, pág. 148), los cinco pasos con sus nombres japoneses son: *Seiri* -Seleccionar, *Seiton* - Ordenar, *Seiso* – Limpiar, *Seiketsu*, estandarizar y *Shitsuke* – Disciplina.

A continuación, en la Figura 40 se muestra el plano con las áreas definidas para desarrollo de las diferentes etapas de la metodología 5S.

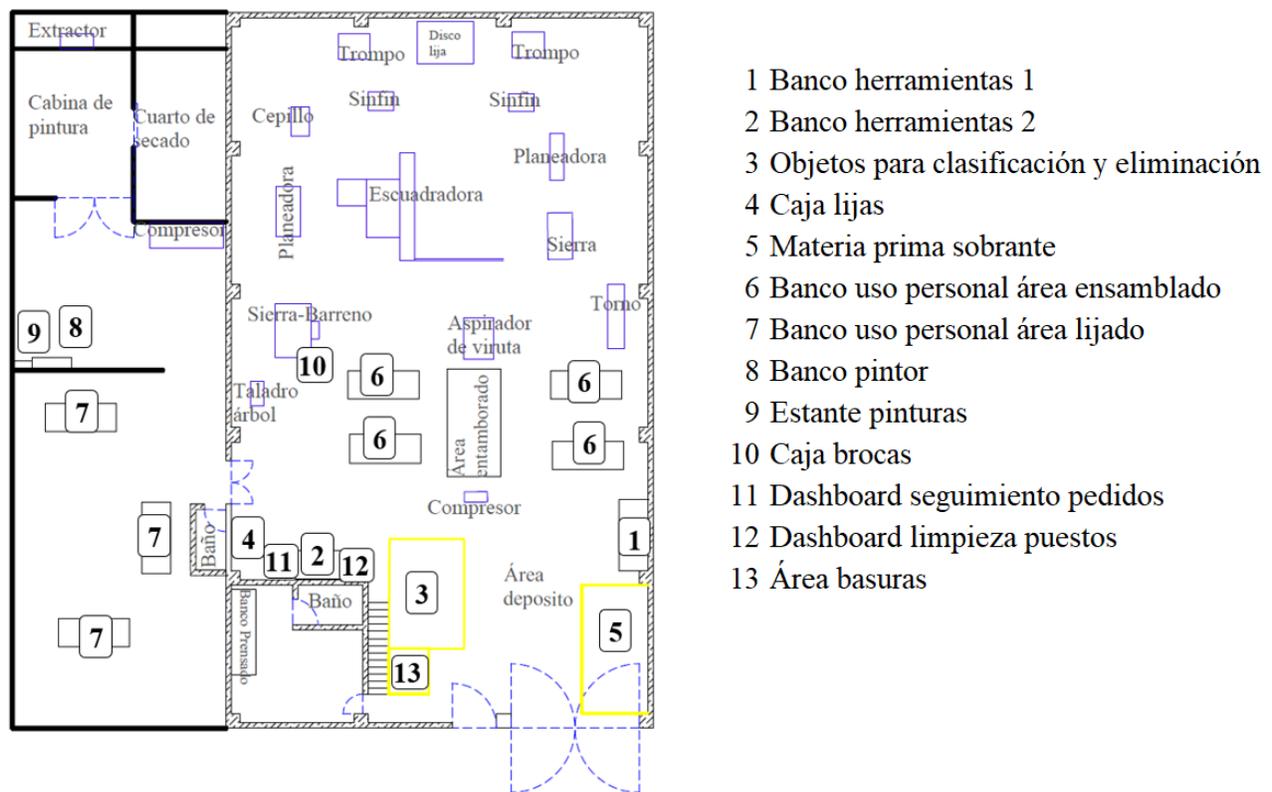


Figura 40: Mapa nueva distribución para metodología 5S

Fuente: Los autores (2019)

La propuesta para la implementación de la metodología 5S se plantea de la siguiente manera:

4.2.1 Etapa 1 Seiri – Seleccionar.

A esta etapa le corresponde la selección de los objetos que se encuentran en cada lugar de trabajo, para este caso se divide en tres: Seleccionar objetos en Bancos de trabajo, seleccionar objetos en máquinas y seleccionar objetos en áreas comunes.

Seleccionar objetos en bancos de trabajo: De los bancos de trabajo únicamente se deben dejar las herramientas de uso personal que estén funcionando, las que sean de uso grupal como se muestra en la Figura 41 se deben llevar al lugar asignado para este tipo de herramientas.

Operario	Uso	Herramientas	Lugar asignado
Carpinteros y ebanistas	Uso personal	Martillos, Cepillos, Escuadras, Formones	# 6 Banco personal de ensamblaje
	Uso grupal	Fresas, Taladros, Brocas, prensa	#1 Banco de herramientas
Lijadores	Uso personal	Lijadoras, Polichadoras	#7 Banco personal de los lijadores
	Uso grupal	Lijas	#4 Caja de lija
	Uso grupal	Pinturas, Tintillas, Espátulas	#7 Banco central de los lijadores
Pintor	Uso personal	Llaves fijas, Llaves brístol Martillo, Alicates, pinzas, pistolas de pintura, Espátulas, Tintillas	#8 Banco pintor

Figura 41: Ejemplo de clasificación de elementos usados en la fábrica

Fuente: Los autores (2019)

Seleccionar objetos en máquinas: Para el caso de las máquinas se deben retirar las herramientas y accesorios que no se necesiten para su funcionamiento, las herramientas o accesorios que sean de otras máquinas deberán llevarse a la que corresponda o al banco # 1 asignado para herramientas.

Seleccionar objetos en áreas comunes: Las áreas comunes son los lugares de almacenamiento de materia prima, almacenamiento de herramientas eléctricas y de uso manual, área de producto terminado, área de entaborado y área de almacenamiento. De igual forma se deberá retirar y etiquetar los objetos que no correspondan a cada lugar.

Por cada uno de los objetos definidos anteriormente, cuando se identifique que está dañado, obsoleto o innecesario, se genera la etiqueta (Ver Figura 42 abajo) para determinar la causa de la eliminación. Luego, se lleva a la zona de eliminación (Lugar #3 en la Figura 40) para una última revisión antes de desecharlo definitivamente.

Fecha		
Ítem		
Causa de eliminación	Dañado	
	Obsoleto	
	Innecesario	
Quien solicita		

Figura 42: Formato etiquetas de selección

Fuente: Los autores (2019)

En la Figura 43 mostrada a continuación, se listan los lugares de trabajo existentes con su estado actual y las acciones que se sugieren para cada caso.

Puesto de trabajo	Estado	Acción
Banco 1	Funcional	
Banco 2	Funcional	
Banco 3	Funcional	
Banco 4	Funcional	
Banco 5	Funcional	Se utiliza para el almacenamiento
Banco 6	Funcional	Se utiliza para el almacenamiento
Banco lijador 1	Funcional	
Banco lijador 2	Funcional	
Banco lijador 3	Funcional	
Banco Prensado	Funcional	Va en reserva
Planeadora 1	Funcional	
Planeadora 2	Funcional	

Puesto de trabajo	Estado	Acción
Sierra-Barreno	Funcional	
Sierra pequeña	Funcional	
Aspirador de viruta 1	Funcional	
Aspirador de viruta 2	Sin uso	Va en reserva
Sierra escuadradora	Funcional	
Cepillo	Funcional	
Sinfín 1	Funcional	
Sinfín 2	Sin uso	Se reemplenta
Taladro de árbol	Funcional	
Compresor	Funcional	
Disco lija	Funcional	
Torno	Funcional	
Trompo 1	Funcional	
Trompo 2	Sin uso	Se reemplenta

Figura 43: Lista de puestos de trabajo estado actual

Fuente: Los autores (2019)

Para las herramientas y accesorios que sean candidatos para eliminación, se debe agregar una etiqueta roja indicando si está dañado, es obsoleto o es innecesario, para esto el operario debe llevar a la entrada de la bodega junto a las basuras (Lugar #3 en la Figura 40), donde se reúnen todos los objetos con esta característica para almacenarlos temporalmente, y luego decidir si se necesitará a futuro o definitivamente se debe descartar su uso. Los sobrantes de materia prima acumulados deberán llevarse al frente de las escaleras (Lugar #5 en la Figura 40) en el lugar marcado en el piso con la cinta amarilla designado para su posterior reutilización.

4.2.2 Etapa 2 Seiton – Ordenar.

En esta etapa se debe ordenar cada uno de los objetos que se decidieron mantener, en la ubicación asignada en la etapa anterior.

Como actualmente no hay estanterías o lugares para el almacenamiento de materia prima, ni una estación de trabajo para la preparación de las pinturas y el mantenimiento de los elementos de trabajo como pistolas de pintura, se propone lo siguiente para el área de pintura: elaboración de

una estación de trabajo para el área de pintura con la materia prima sobrante de proyectos anteriores teniendo las dimensiones recomendadas en la

Figura 44 teniendo en cuenta que el operario desarrolla sus actividades estando de pie y se debe adoptar una postura cómoda.

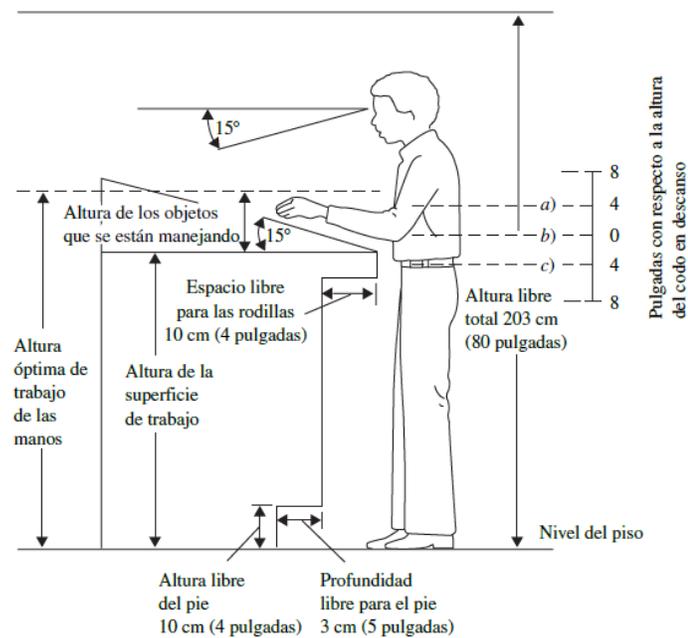


Figura 44: Dimensiones recomendadas del lugar de trabajo de pie

Fuente: Niebel & Freivalds (2014)

Las herramientas se deberán ubicar en un lugar fijo en la estación de trabajo con fácil acceso e identificación para minimizar los movimientos, como se muestra en la Figura 45 y Figura 46.

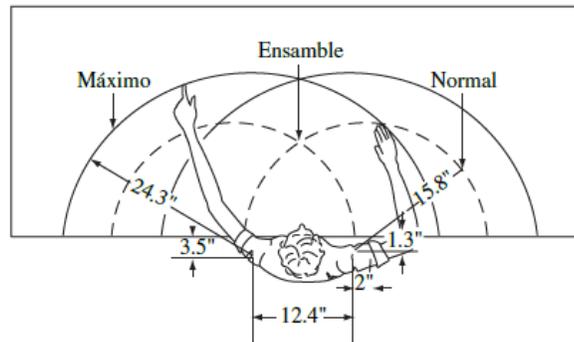


Figura 45: Áreas de trabajo normales y máximas en el plano horizontal

Fuente: Niebel & Freivalds (2014)

La estación consta de un banco de trabajo de 0.85 m de altura que es la altura recomendada para trabajos de pie y debe estar mínimo ocho pulgadas por debajo de la altura de los codos, una superficie de 1.1 m de ancho aproximadamente y 0.35m de fondo para desarrollar las actividades de preparación de pinturas, limpieza y mantenimiento de las pistolas de pintura.

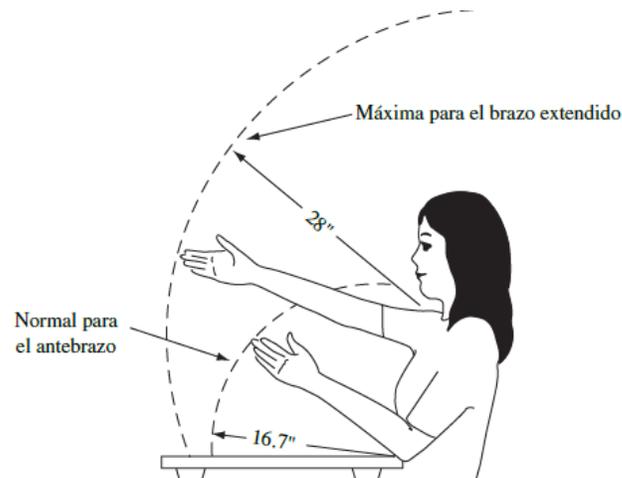


Figura 46: Áreas de trabajo normal y máxima en el plano vertical.

Fuente: Niebel & Freivalds (2014)

Se recomienda que tenga dos cajones para almacenar pequeños accesorios y repuestos (Lugar #8 en la Figura 40). En la pared se sugiere la instalación de un panel para disponer de las herramientas colgadas por ser de uso diario como: martillo, atornilladores, llaves fijas y las pistolas de pintura como se muestra en la Figura 47.

Internamente solamente se recomienda un entrepaño fijo para almacenamiento de pintura con la presentación en galones y la parte baja se sugiere dejar 0.45 m libres de altura para almacenar canecas de pinturas en presentación de cinco galones.

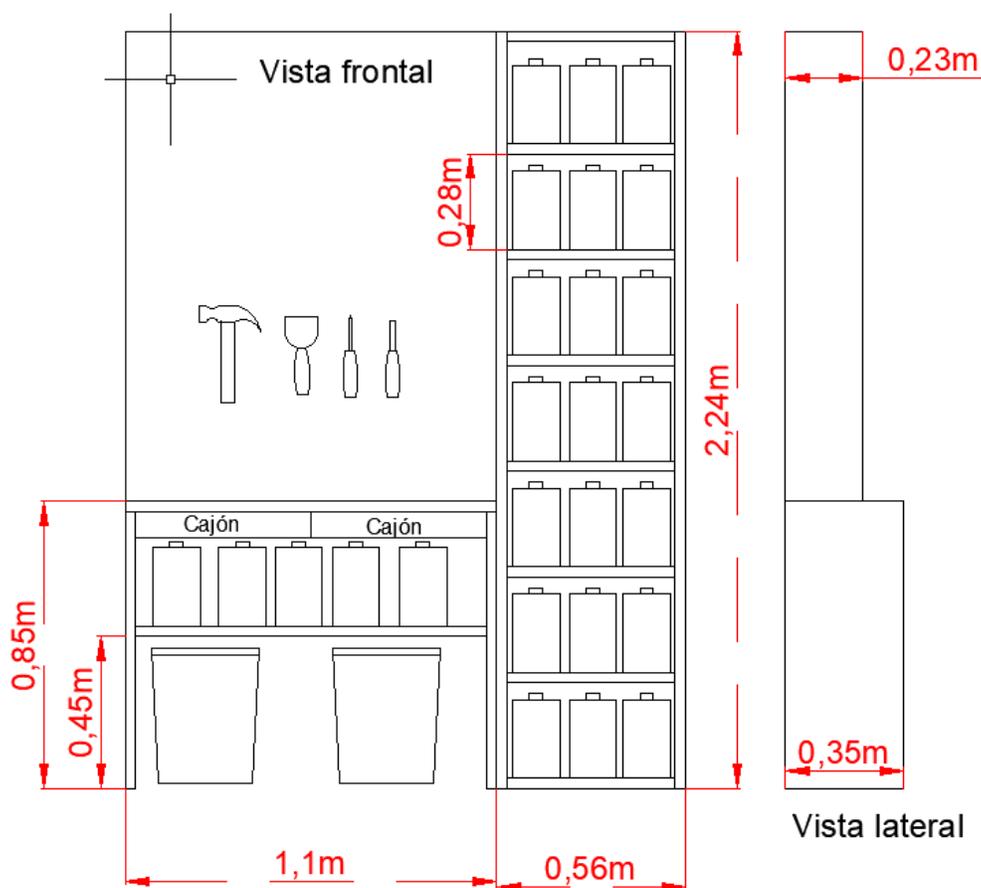


Figura 47: Propuesta estación de trabajo pintor

Fuente: Los autores (2019)

Por otra parte, se sugiere la elaboración de un estante para almacenar las pinturas que se adquieren en presentación tipo galón y pequeños envases (Lugar #9 en la Figura 40). Es

importante ubicarla a un costado del banco de trabajo propuesto, para que la materia prima utilizada esté siempre disponible en el lugar de preparación, evitando recorridos innecesarios, las medidas propuestas para el estante son de 0.56 m de ancho y una altura de 2.24 m de alto para almacenar hasta 21 galones y el fondo recomendado es de 0.23 m que es suficiente para los galones. Es indispensable asegurar el estante al piso y a la pared para prevenir caídas accidentales.

Para el área de lijado se recomienda la implementación de un estante (Ver Figura 48) donde se encuentren disponibles las lijas de pliego y de disco de uso diario, donde cada uno de los lijadores llevara un control de materia prima utilizada (Lugar #4 en la Figura 40).

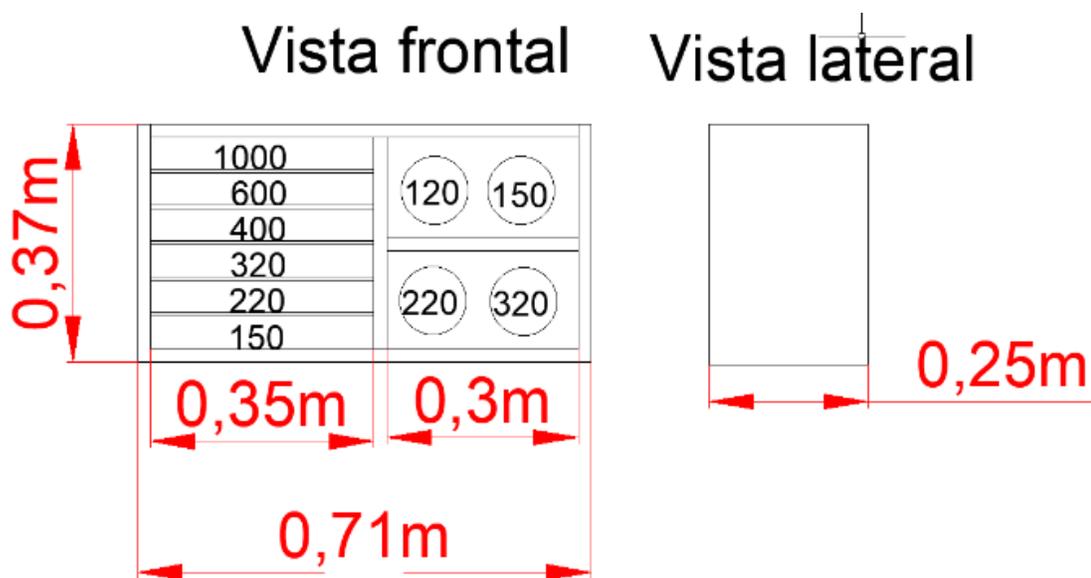


Figura 48: Estante para lijas

Fuente: Los autores (2019)

El control de materia prima de las lijas se hace a través del formato a continuación en la Figura 49, la cual se ubica en una carpeta fijada en la parte lateral derecha de la caja de lija.

			REGISTRO DE CONTROL DE INVENTARIO DE LIJA			
REGISTRO N°			EXISTENCIA MÍNIMA: 20			
FECHA DE INICIO DEL REGISTRO:			FECHA DE FIN DEL REGISTRO:			
NOMBRE DEL OPERARIO	FECHA	TIPO DE LIJA	STOCK INICIAL	STOCK FINAL	ALERTA	FECHA DE APROVISIONAMIENTO

Figura 49: Formato registro de control de inventario de lija

Fuente: Los autores (2019)

Para determinar el número de existencias mínimas para las lijas, se usó el promedio de lijas usadas por día, por operario (hasta 2 lijas por día por operario del mismo tipo), multiplicado por el número de lijadores que es 3. Adicionalmente, se contempla que se debe esperar tres días antes de recibir un nuevo pedido y se asigna un coeficiente de 10% de seguridad. Así el número de existencia mínima se calcula en la ecuación siguiente:

$$N_{\text{existencia min}} = 2 \text{ lija/día} * 3 \text{ lijadores} * 3 \text{ días de entrega} * (1 + 10\%)$$

$$N_{\text{existencia min}} = 19,1 \text{ lijas}$$

$$N_{\text{existencia min}} = 20 \text{ lijas}$$

Ecuación 7: Número de existencia mínima de Lija

Fuente: Los autores (2019)

En al área de ensamblado se sugiere el uso de uno de los bancos de trabajo disponibles para ubicar la máquina Ingleteadora, liberando así el trompo donde está ubicado actualmente y por otro lado este banco debe estar ubicado contra la pared, que servirá de punto de apoyo para el anclaje del estante de herramientas eléctricas (Lugar #1 en la Figura 40).

En este banco se ubicarán las diferentes herramientas eléctricas de uso común ubicándolas encima y contra la pared en un estante de espacios abiertos con lugares marcados para cada tipo de herramientas y así facilitar la identificación de estos cuando estén almacenados o en uso, como se muestra en la Figura 50.

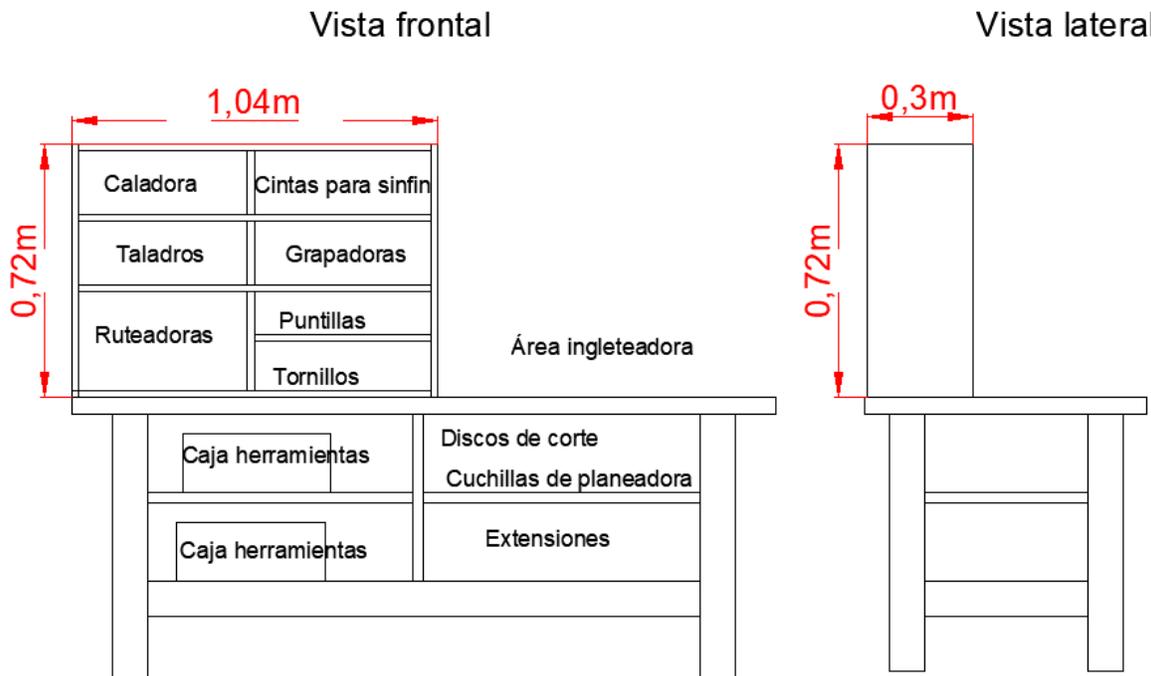


Figura 50: Estante para herramientas y máquina Ingleteadora.

Fuente: Los autores (2019)

Para eliminar la demora en los tres productos, por búsqueda de brocas, se recomienda hacer una caja para almacenarlas, esta se debe asegurar directamente a la máquina sierra barreno que es el lugar de uso (Lugar #10 en la Figura 40), las dimensiones y forma se especifica en la Figura 51 como se muestra a continuación.

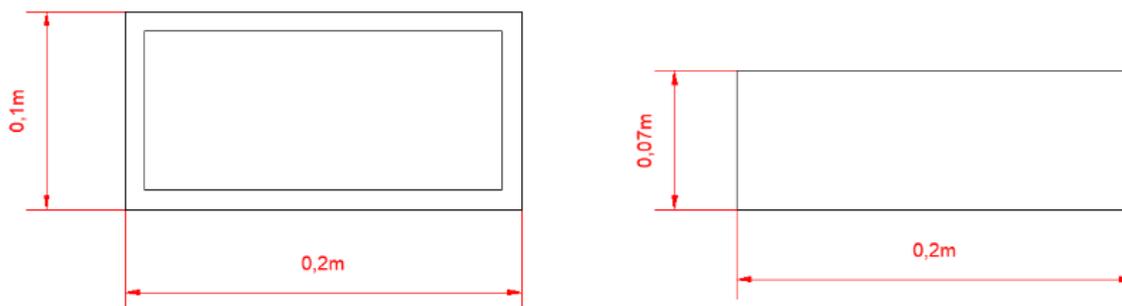


Figura 51: Caja para brocas

Fuente: Los autores (2019)

La lista de materiales, con las dimensiones para los estantes se encuentran en el Anexo Z donde se calcula en $8.5 m^2$ de superficie.

Finalizando esta etapa se almacenarán temporalmente los desechos en el área designada para las basuras junto a la escalera como se define en la redistribución seleccionada (Ver Figura 40), delimitando el área con una cinta de color amarillo.

4.2.3 Etapa 3 Seiso – Limpieza.

En esta etapa se deben limpiar en primer lugar los puestos de trabajo eliminando la suciedad acumulada hasta ahora. Se estima a razón de 30 minutos por máquina y por puesto de trabajo por el área de ensamblaje, lo que corresponde a un total 12 horas de trabajo para el área de ensamblaje. Para el área de pintura, la limpieza completa se estima a 4 horas y para el área de lijado se necesita de 9 horas. Eso significa que solo la limpieza de los puestos corresponde a un medio día de trabajo para todos los empleados.

También se debe revisar el estado de las máquinas durante la limpieza para identificar riesgos potenciales que antes no eran evidentes a simple vista. Esta inspección es un elemento determinante de la etapa, porque tiene por motivo la prevención a través de los potenciales riesgos que pueden ocurrir de acuerdo con cada máquina, y la detección de oportunidades de mantenimiento. Esto último será evaluado por el gerente de la empresa, determinando los

diferentes impactos en término de costos, tiempos y riesgos, antes de dar su aprobación, rechazo o aplazar el mejoramiento.

De igual forma, se debe limpiar todo lo que queda es decir el piso, las paredes, las herramientas y los lugares donde se almacene la materia prima, lo que representa medio día más de trabajo. Consiguientemente, se estima el trabajo de medio día más, lo que genera un día entero de trabajo para la realización de la limpieza en toda la empresa.

4.2.4 Etapa 4 Seiketsu – Estandarización.

En esta etapa se pretende mantener de manera permanente los resultados obtenidos con el uso de las tres primeras S. Para el cumplimiento de esta etapa, se propone destinar los últimos cinco minutos de la jornada laboral para la limpieza del lugar de trabajo de cada operario, a lo cual se añade una limpieza rápida e inspección de cada máquina después de su uso para que queda lista para la siguiente operación y para revelar los posibles problemas que pueden ocurrir para realizar la prevención o el mantenimiento adecuado.

Adicionalmente, se sugiere realizar una capacitación de todos los miembros de la empresa para sensibilizar los empleados al Lean Management y más específicamente a la implementación de los 5S. De acuerdo con el Plan de capacitación en Anexo AA, se deben tratar los temas siguientes: una presentación del Lean Management, como aplicar y controlar las 5S. Esa capacitación está planificada para durar medio día.

4.2.5 Etapa 5 Shitsuke – Disciplina.

Se debe evaluar periódicamente el cumplimiento de las etapas anteriores. Entonces, para esta etapa se sugiere un seguimiento a través de dos *dashboards* accesibles a todo el mundo. Uno que consiste en hacer un seguimiento de los pedidos (ver Figura 52) donde se escribe la fecha de inicio y de fin de cada fase (Elaboración, Lijado y Pintura, y Entrega) y el responsable lo que permite

tener una visión global de todos los pedidos (Lugar #11 en la Figura 40). El cumplimiento de los pedidos que se calcula con el KPI (Key Performance Indicator) en la ecuación siguiente:

$$\% \text{ Cumplimiento de los entregables} = \frac{\# \text{ Entregables a tiempo}}{\# \text{ Total de entregables}}$$

Ecuación 8: Cumplimiento de los pedidos

Fuente: Los autores (2019)

El otro *dashboard*, es una lista de chequeo de limpieza de los puestos de trabajo (que se encuentra en la Figura 53) y que permite validar diariamente a lo largo de un mes el estado de cada puesto (Lugar #12 en la Figura 40).



TABLERO DE CONTROL DE SEGUIMIENTO DE LOS PEDIDOS

Pedido N°	Elaboración			Lijado y Pintura			Entrega
	Fecha inicio	Responsable(s)	Fecha Fin	Fecha inicio	Responsable(s)	Fecha Fin	Fecha

RESUMEN

Entregado a tiempo:

Entregado con retraso:

No entregado:

% Cumplimiento de los entregables:

Figura 52: *Dashboard* de Seguimiento de pedidos

Fuente: Los autores (2019)



TABLERO DE CONTROL DE LIMPIEZA DE LOS PUESTOS

MES:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	# de falla
Banco 1	<input type="checkbox"/>																															
Banco 2	<input type="checkbox"/>																															
Banco 3	<input type="checkbox"/>																															
Banco 4	<input type="checkbox"/>																															
Planeadora 1	<input type="checkbox"/>																															
Planeadora 2	<input type="checkbox"/>																															
Sierra-Barreno	<input type="checkbox"/>																															
Sierra pequeña	<input type="checkbox"/>																															
Aspirador de viruta	<input type="checkbox"/>																															
Sierra esquadadora	<input type="checkbox"/>																															
Cepillo	<input type="checkbox"/>																															
Sinfin 1	<input type="checkbox"/>																															
Sinfin 2	<input type="checkbox"/>																															
Taladro de árbol	<input type="checkbox"/>																															
Compresor	<input type="checkbox"/>																															
Disco lija	<input type="checkbox"/>																															
Torno	<input type="checkbox"/>																															
Trompo 1	<input type="checkbox"/>																															
Trompo 2	<input type="checkbox"/>																															
Puesto de lija 1	<input type="checkbox"/>																															
Puesto de lija 2	<input type="checkbox"/>																															
Puesto de lija 3	<input type="checkbox"/>																															
Puesto de pintura	<input type="checkbox"/>																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	

Figura 53: Dashboard - Control de limpieza

Fuente: Los autores (2019)

Adicionalmente, se recomienda implementar reuniones Top 5. Estas son reuniones que se componen por todo el equipo de trabajo y que consisten en hacer un punto de cómo va cada operario con sus tareas, hablar del cumplimiento de los pedidos e igualmente de los problemas que ocurrieron o que pueden presentarse. Se apoyan de los dashboards como soporte visual y se recomienda hacer la reunión diariamente en los cinco primeros minutos de la jornada para arrancar el día con una visión clara de lo que hay que hacer y tomar acciones preventivas o correctivas si se identifica un problema.

5 Análisis de los beneficios y costos de la propuesta

5.1 Costos de la redistribución

Se estima el costo de la redistribución, al tiempo que se necesita para desplazar y limpiar las máquinas. Se determina a un día por los tres empleados que trabajan en el área de ensamblaje y producción, y a razón de ocho horas de trabajo diarios y un costo de \$8.500/hora. El costo de reubicación se eleva a \$204.000 bruto.

Sin embargo, no se debe olvidar el costo de oportunidad, porque el trabajo no se dedica a la producción. En 2019, hasta el 12 de julio, la venta de los productos representa \$110.369.640, en un periodo de 145 días, lo que corresponde a un promedio de \$761.170/día.

Entonces el costo total de la redistribución son los \$204.000 de tiempo real de trabajo de los tres operarios de producción, más los \$761.170 de beneficio potencial perdido, lo que se eleva a un total de \$965.170.

5.2 Costos de la aplicación de los 5S

El tiempo de fabricación de las estanterías, los costos estimados de los materiales y de mano de obra se muestran en la Tabla 18. El costo de materia prima se ahorra porque se hará uso de los sobrantes de materia prima acumulada en la empresa.

Tabla 18: Costo elaboración estanterías.

Ítem	Área de materia prima (m^2)	Costo materia prima	tiempo de elaboración (horas)	Costo tiempo elaboración (\$) 8500 Hora)	Energía eléctrica (\$) 498.60 KWh)
Estación de trabajo pintor y Estante para pinturas	5,289	\$ 213.209	3,5	\$ 29.750	\$ 6.980
Estante para lijas	1,145	\$ 46.157	1	\$ 8.500	\$ 1.994
Estante para herramientas	2,052	\$ 82.720	1,5	\$ 12.750	\$ 2.992
Caja para brocas	0.062	\$2.500	0.3	\$2.550	598
Total	8.5	\$ 344.585	6.3	\$53.550	\$ 12.565

Fuente: Los autores (2019)

Los tiempos estimados de fabricación fueron consultados con uno de los operarios de la empresa, teniendo en cuenta que los estantes no necesitan de acabados adicionales.

Para generar en los empleados disciplina y compromiso con la estrategia de las 5S, se sugiere una capacitación con un experto de *Lean Manufacturing* de 4 horas, consolidando las bases para la apropiación de una sólida cultura de mejora, de conocimiento de las técnicas y herramientas fundamentales de “LEAN” a través del ordenamiento y del aseo de los puestos de trabajo o la explicación de los procesos de estandarización, lo que ayudará a crear disciplina y así implementar la correcta aplicación en los procesos de mejora que están en ejecución. Los costos se especifican en la Tabla 19 a continuación:

Tabla 19: Costos aplicación 5S

Etapa 5S	Descripción	Tiempo	Costos	Costo cesante
Seleccionar	Etiquetas		\$ 50.000	
	Inventariar la empresa	8h / todos los empleados	\$ 479.200	\$ 761.170
Ordenar	Ordenar	2h / todos los empleados	\$ 119.800	\$ 190.293
	Estanterías, caja lijadores y caja para brocas	6.3h / un ebanista	\$ 66.200	\$ -
	Cinta amarilla para piso		\$ 20.000	
Limpieza	Limpiar	8h / todos los empleados	\$ 479.200	\$ 761.170
Estandarización	Capacitación	4h / todos los empleados	\$ 239.600	\$ 380.585
Disciplina	Dashboards plastificado		\$ 30.000	
	5 marcadores		\$ 20.000	
Total			\$ 1.504.000	\$ 2.093.218

Fuente: Los autores (2019)

El costo total de la propuesta de 5S se estima en \$ 3'597.218 el cual se podría financiar por tesorería de la empresa.

5.3 Beneficios de las propuestas

Con la implementación de las propuestas de redistribución y de 5S se espera disminuir el tiempo de ciclo de fabricación en 47 minutos, para el caso de las puertas como se muestra en la Tabla 20. También se presentan ahorros de tiempos de fabricación y recorridos en la elaboración de los closets en 67 minutos y 92 minutos para las sillas (Ver Anexo BB).

Eliminación del 70% de las demoras por búsqueda de materia prima y herramientas en la fabricación de las puertas, 74% en los closets y 90% para las sillas.

Tabla 20: Ahorros obtenidos con las propuestas (Caso Puertas)

Puerta	Actual			Propuesto			Diferencia			
	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (h:min:s)	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (h:min:s)	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (h:min:s)
Operación		18	0	16:41:54	18	4	16:41:54	0	-4	0:00:00
Transporte		14	156	0:55:26	14	114	0:39:00	0	42	0:16:26
Demoras		7	232	0:44:00	6	115	0:13:00	1	117	0:31:00
Almacenamiento		0	0	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0:00:00
Inspección		3	0	0:15:00	3	0	0:15:00	0	0	0:00:00
Total		43	388	18:36:20	42	233	17:48:54	1	155	0:47:26

Fuente: Los autores (2019)

De la nueva distribución de la planta se disminuyen los recorridos en el 40%, 48% y 52% respectivamente al proceso de las puertas, closets y sillas, como lo muestra la Tabla 21 a continuación:

Tabla 21: Resumen Recorrido Actual vs Propuesto

Producto	Recorrido actual	Recorrido propuesto	Ahorro	
	[m]	[m]	[m]	[%]
Puerta	388	233	155	40%
Closet	323	167	156	48%
Silla	424	202	222	52%

Fuente: Los autores (2019)

Tabla 22: Costo recorridos actual vs propuesto

Producto	Distancia actual (m)	Tiempo (h:min:s)	Costo actual	Distancia Propuesta	Tiempo	Costo
				(m)	(h:min:s)	propuesto
Puerta	388	1:39:26	\$ 12.750	229	0:52:00	\$ 7.367
Closet	323	2:04:06	\$ 17.567	167	0:57:00	\$ 8.075
Silla	424	2:21:21	\$ 19.975	202	0:49:00	\$ 6.942

Fuente: Los autores (2019)

Como se muestra en la Tabla 23 se disminuye el costo de los recorridos actuales en un 42% para las puertas, 54% para el closet y 65% en las sillas. que en los tres productos en estudio representa un costo de \$ 1.476.000 pesos de diferencia.

Tabla 23: Costo de los recorridos de transporte anual actual vs propuesto

Producto	Unidades año 2018	Costo 2018	Costo con propuesta
Puerta	16	\$ 204.000	\$ 117.867
Closet	5	\$ 87.833	\$ 40.375
Silla	103	\$ 2.057.425	\$ 714.992
Total		\$ 2.349.258	\$ 873.233

Fuente: Los autores (2019)

Por otra parte, como se muestra en la Tabla 24 actualmente se eliminarían los sobrecostos por \$7'260.000/año a causa de las áreas que no están disponibles debido a la acumulación de materia prima, productos en proceso que reducen el espacio operativo de la empresa.

Tabla 24: Costos arriendo bodega.

	Área total disponible m^2	Costo arriendo anual	Costo m^2 al año	Área no disponible	Costo área no disponible
Bodega	376 m^2	\$ 56.400.000	\$ 150.000	35.7 m^2	\$ 5.355.000
Bodega adicional	72 m^2	N/A	\$ 150.000	12.7 m^2	\$ 1.905.000
				Total	\$ 7.260.000

Fuente: Los autores (2019)

Como consecuencia se producen los siguientes efectos:

- Disminución de los tiempos de recorridos por los tres productos principales
- Reducción de fatiga en los operarios por realizar largos recorridos al transportar materia prima y productos en proceso
- Mejora la circulación de operarios, materia prima, productos en proceso y productos terminados dentro de la empresa
- Restablecimiento de la operatividad de la sierra sinfín y el trompo industrial

- Mitigación del riesgo locativo, riesgo por almacenamiento y riesgo ergonómico causadas por la disposición actual de la empresa gracias al ordenamiento propuesto con los 5S. A continuación, en la Tabla 25, se presenta la nueva severidad de los riesgos con su nivel correspondiente

Tabla 25: Evaluación de riesgos implementando propuestas

Riesgos	Probabilidad	Impacto	Severidad	Nivel de riesgo	Acciones correctivas	Nueva probabilidad	Nuevo impacto	Nueva severidad	Nuevo nivel de riesgo
Riesgos locativos	0,2	0,4	0,1	BAJO	Asignación de un lugar para las herramientas y materias primas	0,05	0,4	0,02	MUY BAJO
Riesgo por almacenamiento	0,4	0,4	0,2	MEDIO	Asignación de un lugar por las herramientas y materias primas	0,05	0,4	0,02	MUY BAJO
Riesgo ergonómico	0,8	0,4	0,3	ALTO	Fabricación de un banco para el pintor	0,1	0,4	0,04	MUY BAJO
Riesgo falla de máquina	0,2	0,8	0,2	MEDIO	Inspección previa para hacer mantenimientos preventivos	0,05	0,8	0,04	MUY BAJO

Fuente: Los autores (2019)

Debido a la variabilidad de los pedidos, no se puede hacer proyecciones de la productividad global, ni parcial de manera transversal de los productos. Entonces, se calcula la productividad parcial estimada por cada uno de los tres productos estudiados en el plan de mejoramiento, los datos se resumen en la Figura 54. Se proyecta un crecimiento de la productividad parcial de cada producto, lo que va a impactar la productividad global invirtiendo la tendencia actual de decrecimiento de la productividad.

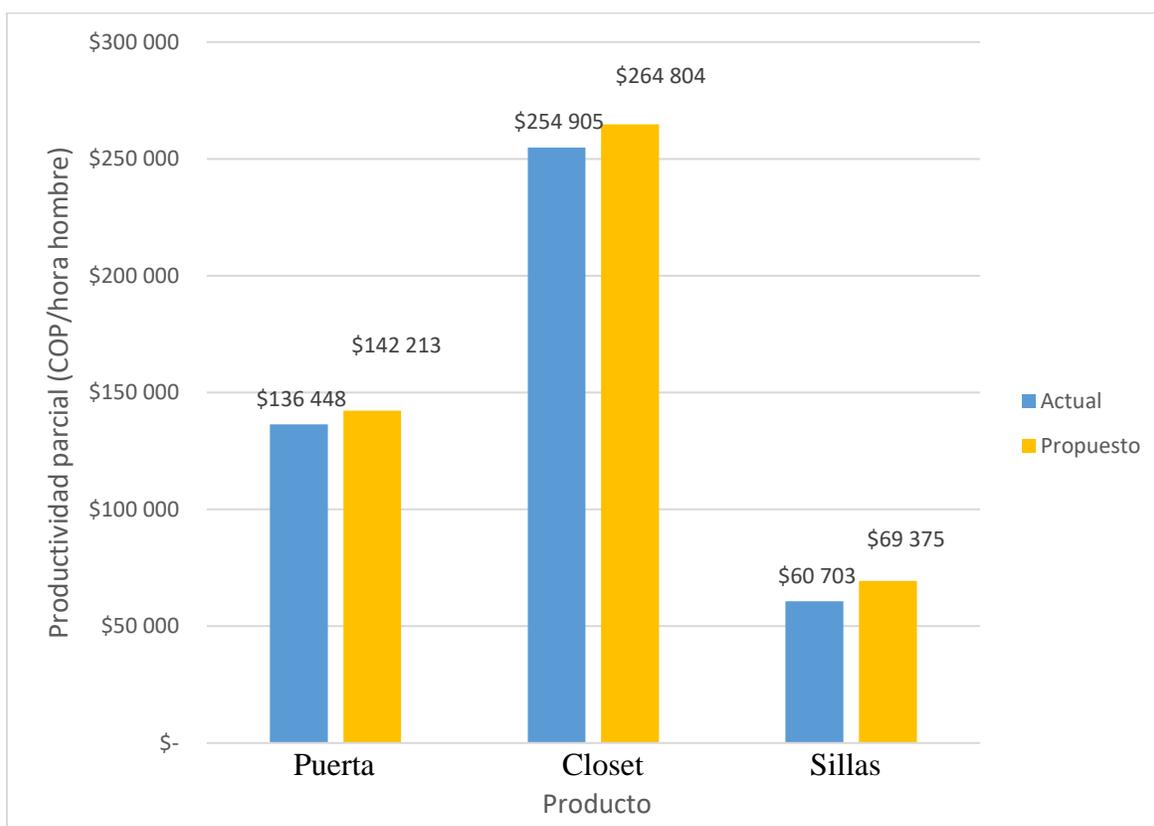


Figura 54: Productividad parcial actual vs propuesta

Fuente: Los autores (2019)

A continuación, se van a proyectar el ahorro y las ganancias potenciales. Eso es un supuesto basado en las ventas del año 2018, y no da ninguna garantía porque se soporta en lo que actualmente se rechaza en proyectos. Según el gerente de la empresa, actualmente se rechaza el 10% de los proyectos por falta de tiempo para producirlos.

El ahorro en tiempo se estima únicamente para los productos en estudio. Los beneficios de las propuestas se replican positivamente en los otros productos que no hicieron parte del estudio. Así, los tiempos estimados de ahorro son estimaciones bajas.

Tabla 26: Proyección del ahorro en horas con las propuestas

Producto	Unidades Vendidas 2018 (1)	Ahorro con la propuesta/unidad (horas) (2)	Ahorro total (horas) (3)
Puertas	16	0,8	12
Closet	5	1	5
Sillas	103	1,5	154,5
Total de hora			171,5

Fuente: Los autores (2019)

En la Tabla 26 se muestra en la columna (1) la cantidad de productos realizados, en la columna siguiente (2) se muestra el ahorro en tiempo por cada producto y finalmente en la tercera columna (3) se muestra el ahorro total en tiempo por cada tipo de producto como resultado de las propuestas para un total de 171,5 horas disponibles.

Tabla 27: Proyecciones en costo (escenario puertas)

Producto	Ventas anuales	Cantidades	Precio promedio	Proyección	Posible ganancia
Puertas	\$ 40.388.600	16	\$ 2.524.288	9	\$ 22.718.588

Fuente: Los autores (2019)

Teniendo en cuenta los ahorros de tiempo de 171 horas, se pueden producir nueve puertas adicionales lo cual corresponde a un aumento en las ventas de \$22.718.588 COP.

Tabla 28: Proyecciones en costo (escenario closet)

Producto	Ventas anuales	Cantidades	Precio promedio	Proyección	Posible ganancia
Closet	\$ 34.093.500	5	\$ 6.818.700	6	\$ 40.912.200

Fuente: Los autores (2019)

Con los ahorros de tiempo de 171 horas, se pueden producir seis closets adicionales lo cual corresponde a un aumento en las ventas de \$ 40.912.200 COP.

Tabla 29: Proyecciones en costo (escenario Sillas)

Producto	Ventas anuales	Cantidades	Precio promedio	Proyección	Posible ganancia
Sillas	\$ 75.029.500	103	\$ 728.442	16	\$ 11.655.068

Fuente: Los autores (2019)

Finalmente con los ahorros de tiempo de 171 horas, se pueden producir dieciséis sillas adicionales lo cual corresponde a un aumento en las ventas de \$ 11.655.068 COP.

En los tres escenarios supuestos con los productos en estudio se libera tiempo para producir y vender más cantidades. Entonces, se puede proyectar un incremento de las ventas en un rango de \$11.655.000 hasta \$40.912.000.

6 Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Con el plan de mejoramiento propuesto se da cumplimiento al objetivo general del presente proyecto, mediante la redistribución de planta propuesta y la metodología 5S inculcando en el empleado el pensamiento de mejora continua, que influye directamente en la productividad parcial de mano de obra, obteniendo resultados como se mostró en la Figura 54 que a su vez impacta en el aumento de la productividad parcial de los tres productos estudiados y la metodología 5S permite igualmente disminuir los tiempos de operaciones innecesarias, y así aumentar la productividad parcial de mano de obra de los otros productos. En consecuencia, se va a generar una inversión en la tendencia actual de la productividad y así va a progresar.

Como resultado del diagnóstico realizado en la empresa Comodidad y Lujo, se identificaron diferentes tipos de desperdicios que influyen directamente la productividad de la empresa. Mediante el estudio de los ciclos de producción de Puertas, closets y sillas, se evidenciaron recorridos innecesarios, demoras innecesarias, acumulación de materia prima, desorganización en las áreas comunes y puestos de trabajo.

El plan de mejoramiento propuesto comienza por una redistribución de planta, teniendo en cuenta la variabilidad de productos que fabrica la empresa, agrupando las máquinas de acuerdo con los procesos que tienen en común los tres productos en estudio, proponiendo la mejor alternativa de las cuatro propuestas de redistribución realizadas, con las que se pueden reducir en los recorridos en un 40% para las puertas, 48% en los closets y 52% en las sillas. De otro lado se integra con la metodología 5S para disminuir los diferentes desperdicios que se desprenden del método actual de trabajo, causados principalmente por el desorden, al contar con un lugar asignado a cada herramienta y materia prima, eliminando las demoras en un 70% para las puertas, 74% para los closets y 90% de las demoras en el ciclo de producción de las sillas. Además, con la metodología en mención se involucran a los empleados en el desarrollo de la filosofía de mejora continua. Con la implementación de los dashboards se tendría control de las actividades desarrolladas en la empresa, permitiendo hacer seguimiento a la producción mediante los análisis

de los índices de desempeño propuestos para las entregas a tiempo y el mantenimiento de la metodología 5S.

Para el análisis costo beneficio se estimaron las reducciones en tiempo y distancias recorridas comparando el costo para los tres productos en estudio vs el costo de los nuevos recorridos y disminución de las demoras, mostrando ahorros de los costos del 42% en puertas, 54% en closets y 65% en sillas, que inevitablemente favorece a otros productos que se fabriquen. Además, se presentan beneficios cualitativos que favorecen el desarrollo de las diferentes actividades y se controlan los riesgos presentes con las condiciones locativas actuales. En adición, se realizaron proyecciones teniendo en cuenta los ahorros de tiempo obtenidos con los que se pueden producir bien sea nueve puertas, seis closets o 16 sillas. Los tres escenarios llevan a una estimación de aumento de ventas entre \$11.000.000 COP o \$40.000.000 COP.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda la implementación del plan de mejoramiento no solo por los beneficios de la productividad, sino que también son importantes los efectos cualitativos como la mejora en la actitud de los empleados y desarrollo del sentido de pertenencia con la empresa.

Llevar un registro de los diferentes contratiempos que se puedan presentar durante la fabricación de muebles, para identificar nuevas oportunidades de mejora, permitiendo la toma de acciones preventivas o correctivas en los siguientes proyectos.

Se recomienda crear un mapa estratégico con un *Balance Scorecard* para tener claro los objetivos y plan estratégico de la empresa. Y luego, desarrollar una reunión con todos los empleados para explicarles claramente este plan, de manera que todo el equipo sea alineado y enfocado en la misma dirección de crecimiento de la empresa. Esa acción permitiría reforzar la cohesión del grupo.

Se sugiere también capacitar a los empleados en habilidades interpersonales y blandas para fomentar interacciones positivas con los clientes como escucha activa, comunicación asertiva, primeros auxilios y actividades de equipo para fortalecer la ayuda mutua.

Se recomienda realizar un estudio de mercadeo para aprovechar la oportunidad que ofrece el proyecto con el aumento de la capacidad de producción.

7 Referencias

- Arias, B. D., & Galán, L. A. (2015). Propuesta de mejoramiento de los procesos operativos y rediseño de áreas de trabajo, para aumentar la productividad de la línea de ensamble de hornos, en la empresa Challenger S.A.S. Obtenido de [https://bosq.ent.sirsi.net/client/es_ES/default/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:563582/one](https://bosq.ent.sirsi.net/client/es_ES/default/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:563582/one)
- Barbesi Jaimes, M. A., & Khaddaj Nieto, R. F. (2016). Propuesta de mejoramiento de los procesos en el área de producción de pan árabe en la empresa Panadería Beiruth.
- Borges, R., Freitas, F., & Sousa, I. (2015). Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2014). *Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministros* (13ra. Ed. ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill. Recuperado el 2018
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the productivity of sheet metal stamping subassembly área using the application of lean Manufacturing principles.
- Comodidad y Lujo. (2018).
- Congreso de colombia. (1979). Ley 9 de 1979.
- Congreso de la república. (1995). Ley 232 del 26 de diciembre de 1995.
- El presidente de la república de Colombia. (2018). Decreto número 1496 de 2018.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México D.F.: Cengage Learning.
- Felizzola, H., & Luna, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico.
- Figueredo, F. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de.
- Gillet-Goinard, F., & Seno, B. (2014). *La caja de herramientas: Control de calidad*. Grupo Editorial Patria.
- Google.com/maps*. (2019). Obtenido de <https://www.google.com/maps/dir/4.7550573,-74.0808224/4.7550258,-74.080739/@4.7549627,-74.0807052,188a,35y,301.88h/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e0?hl=es-419>
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. México, D.F.: Mc Graw-Hill.

- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México, D.F.: Mc Graw-Hill.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Imai, M. (1998). *Como implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. Mc Graw Hill.
- Mancera Fernández, M., Mancera Ruiz, M. T., Mancera Ruíz, M. R., & Mancera Ruíz, J. R. (2012). *Seguridad e higiene industrial: Gestión de riesgos*. Bogotá: Alfaomega Colombiana.
- Ministerio de trabajo y seguridad social. (2002). Decreto numero 1607 de 2002.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- Pérez, I., Marmolejo, N., Mejía, A., Caro, M., & Rojas, J. (2014). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta en una empresa de confecciones.
- Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of lean production principles and tools for quality improvement of production processes in a cartoon company.
- Tejeda, A. S. (Abril-Junio de 2011). *www.redalyc.org*. Recuperado el 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757005>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2017). Case study concerning 5S method impact in an automotive company.
- Villar, C. (2019). *Revista El Mueble & la madera*. Obtenido de <https://revista-mm.com/economia-sectorial/balance-economico-como-va-el-sector-del-mueble-y-la-madera/>