

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA FABRICADORA DE MUEBLES**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

JOSE LUIS FARROÑAN GARCIA

ASESOR

Mgtr. JOSELITO SANCHEZ PEREZ

Chiclayo, 2019

Dedicatoria

A mis padres, por el gran apoyo y confianza que siempre me han brindado. A mis hermanos, para que sepan que todo en la vida se puede lograr con esfuerzo y dedicación. A mi abuelita Rosa, por ser esa mujer cariñosa y de tan buen corazón, y a mi amada hija, por ser el ángel que guía mi camino y la personita por la que daría hasta mi propia vida.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por el gran soporte económico que fueron durante la realización de mi carrera.

RESUMEN

El presente estudio forma parte de la necesidad actual de algunas empresas fabricantes en el Perú como es la mejora de procesos de producción del producto [1], en esta ocasión, para el incremento de la productividad. Dicha investigación se llevó a cabo en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de muebles sofá, para lo cual, se recopiló toda la información necesaria para la determinación de los indicadores actuales de productividad, de tal manera que, a través de metodologías de la ingeniería de métodos, como es el estudio de tiempos y desarrollo de procedimientos; y las técnicas lean, como la metodología 5S's, se pudo mejorar indicadores de productividad. Entre los más trascendentales, el incremento del nivel de producción en un 30%, la reducción del tiempo de ciclo en un 21%, la disminución del cuello de botella en 14 min/operario-día, el aumento de la eficiencia económica en un 10%, entre otros. Finalmente, a través de un análisis costo beneficio se logró determinar el tiempo de recuperación en un plazo de 6 días, y una ganancia económica adicional de S/0.40 por cada sol invertido.

PALABRAS CLAVE: Productividad, proceso y estandarización de tiempos.

ABSTRACT

This study is part of the common need of most manufacturing companies in Peru as is the improvement of production processes of the product, this time, for the increase of productivity. This investigation was carried out in a company dedicated to the manufacture and commercialization of sofa furniture, for which, all the necessary information for the determination of the current indicators of productivity was compiled, in such a way that, through methodologies of the engineering of methods, such as the study of times and development of procedures; and the lean techniques, such as the 5S's methodology, could improve productivity indicators, among the most important, increase the level of production by 30%, reduce the cycle time by 21%, decrease the bottleneck in 14 min / operator-day, the increase in economic efficiency by 10%, among others. Finally, through a cost-benefit analysis, it was possible to determine the recovery time within 6 days, and an additional economic gain of S / 0.40 for each sun invested.

KEYWORDS: Productivity, process and standardization of times.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	15
II.	MARCO TEÓRICO	17
2.1	Antecedentes:	17
2.2	Bases Teóricas Científicas:	19
2.2.1	Sistema de producción	19
2.2.2	Producción y proceso productivo.....	19
2.2.3	Estudio del trabajo y tiempo:	22
2.2.3.1	Estudio de métodos:.....	22
2.2.3.2	Medida del trabajo:	22
2.2.3.2.1	Etapas a seguir en la medida del trabajo.....	23
2.2.3.2.1.1.	Métodos de calificación:	25
2.2.3.2.2	Características principales de los factores de nivelación.....	27
2.2.3.2.3	Suplementos del estudio de tiempos.....	31
2.2.3.3	Equipo para el estudio de tiempos	33
2.2.3.3.1	Observaciones necesarias para calcular el tiempo medio observado	34
2.2.4	Productividad	34
2.2.5	Eficacia y Eficiencia.....	35
2.2.6	Diagrama de procesos	36
2.2.7	Diagrama de flujo.....	37
2.2.7.1	Cómo construir el diagrama de flujo	38
2.2.8	Balance de Línea	39
2.2.9	Diagrama de Ishikawa.....	40
2.2.10	Metodología 5S	41
2.2.10.1	Seiri – Clasificar	42
2.2.10.2	Seiton– Ordenar	43
2.2.10.3	Seiso– limpieza	44
2.2.10.4	Seiketsu - Bienestar Personal / Estandarizar.....	45
2.2.10.5	Shitsuke– Disciplina	45
2.2.11	Metodología AHP	46
2.2.12	Análisis costos – beneficio.....	46
III.	RESULTADOS	47

3.1	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	47
3.1.1	Datos generales de la empresa	47
3.1.2	Perfil organizacional y principios empresariales	48
3.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	49
3.2.1	Productos	49
3.2.2	Desechos y desperdicios.....	51
3.2.3	Materiales e insumos	53
3.2.4	Proceso de producción	55
3.2.4.1	Actividades de producción: Sub-área Carpintería.	55
3.2.4.2	Actividades de producción: Sub-área Pintura.....	59
3.2.4.3	Actividades de producción: Sub-área Tapizado.	63
3.2.5	Sistema de producción	63
3.2.5.1	Producción por trabajos o bajo pedido.....	64
3.2.6	Definición de la línea de producción a mejorar	65
3.2.6.1	Producción histórica de sillas.....	65
3.2.6.2	Producción histórica de mesas	66
3.2.6.3	Producción histórica de Sofás	67
3.2.6.4	Participación de utilidad bruta de los productos fabricados por la empresa.....	68
3.2.6.5	Tiempo de ciclo de las líneas de producción de muebles	69
3.2.7	Diagrama de flujo del proceso de producción del Sofá Contemporáneo	71
3.2.8	Diagrama actual de análisis de operaciones	72
3.2.9	Diagrama de recorrido actual	73
3.2.10	Indicadores actuales de producción y productividad	74
3.2.10.1	Producción	74
3.2.10.2	Productividad	77
3.2.10.3	Eficiencia	80
3.2.10.4	Tiempo	84
3.2.10.5	Capacidad.....	85
3.2.11	Resumen de indicadores actuales	87
3.2.12	Análisis de información	88
3.3	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	90
3.3.1	Diagrama Ishikawa.....	91

3.3.2	Matriz de Operacionalidad	92
3.3.3	Descripción de las causas y propuesta de mejora	93
3.3.3.1	Problema N°01: Cuello de botella y tiempos innecesarios en la etapa de pintura 93	
3.3.3.2	Problema N°02: Actividades innecesarias y reasignación de operarios	94
3.3.3.3	Problema N°03: Falta de conocimiento del proceso productivo	96
3.3.3.4	Problema N°04: Desorden en las áreas de proceso.....	97
3.4	DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	99
3.4.1	Mejora 1: Adquisición de 05 pistolas de calor para la minimización de tiempos en las operaciones de secado natural.....	99
3.4.1.1	Estudios de tiempos de empresas competidoras que utilizan pistolas de calor 101	
3.4.1.1.1	Empresa 1: Muebles Torres SRL.....	102
3.4.1.1.2	Empresa 2: Muebles Becerra.....	110
3.4.1.1.3	Empresa 3: Muebles Decor EIRL.....	115
3.4.1.2	Comparativo de las empresas visitadas y estandarización de tiempo de secado en la empresa en estudio.....	120
3.4.1.3	Impacto en los nuevos indicadores con la mejora 1	122
3.4.1.4	Capacitación en el uso del nuevo método de secado	125
3.4.1.5	Inversión económica de la mejora 1	128
3.4.2	Mejora 2: Optimización de tiempos a través de la reasignación de operarios y adquisición de herramientas en el proceso productivo	129
3.4.2.1	Adquisición de una segunda sierra circular	129
3.4.2.2	Contratación de un personal de limpieza para la eliminación del tiempo de espera en la sub-área de carpintería.....	131
3.4.2.2.1	Análisis 5W + 1H para la contratación de un operario de limpieza	132
3.4.2.3	Reasignación de mano de obra en el proceso productivo	135
3.4.2.4	Impacto en los nuevos indicadores con la mejora 2	137
3.4.2.5	Inversión económica de la mejora 2	145
3.4.3	Mejora 3: Elaboración de un procedimiento del proceso de producción sofás y ejecución de un plan de capacitación para el personal operativo	146
3.4.3.1	Procedimiento oficial del proceso de producción de sofá	146
3.4.3.2	Programa de capacitación para el personal operativo.....	160
3.4.3.3	Inversión económica de la mejora 3	161

3.4.4	Mejora 4: Propuesta de implementación de la metodología 5S	162
3.4.4.1	Desarrollo de la propuesta	162
3.4.4.1.1	Fase 1: Preliminar	162
3.4.4.1.2	Fase 2: Ejecución.....	166
3.4.4.1.3	Fase 3: Seguimiento y mejora	169
3.4.4.2	Inversión económica de la mejora 4	171
3.4.5	Cuadro comparativo de indicadores	172
3.5	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	173
3.5.1	Inversión total.....	173
3.5.2	Ingresos promedio	174
3.5.3	Costos promedio.....	175
3.5.4	Evaluación económica y financiera.....	175
3.5.5	Beneficio/ Costo	177
3.6	PLAN DE ACCIÓN PARA LA MEJORA.....	178
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	179
4.1	CONCLUSIONES	179
4.2	RECOMENDACIONES	181
V.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	182
VI.	ANEXOS.....	184
6.1	Anexo: Lista de verificación de cumplimiento de 5S's en la empresa fabricante de muebles.....	184
6.2	Anexo: Resultados de la evaluación 5S en la empresa fabricante de muebles	186
6.3	Anexo: Análisis y evaluación del criterio de selección a través de la metodología AHP 187	
6.4	Anexo: Evaluación de capacitación	188
6.5	Anexo: Lista de asistencia.....	189
6.6	Anexo: Cotización de pistolas de calor	190
6.7	Anexo: Características técnicas de la pistola de calor.....	191
6.8	Anexo: Imágenes de la sierra circular actual.	192
6.9	Anexo: Imágenes de la nueva sierra circular propuesta.....	193
6.10	Anexo: Características de la nueva sierra circular	194
6.11	Anexo: Cotización de máquina sierra circular	195
6.12	Anexo: Formato Plan de Acción 5S's.....	196

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de Nivelación de los métodos de trabajo.....	28
Tabla 2: Características de nivelación de los métodos de trabajo.....	28
Tabla 3: Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales	34
Tabla 4: Número de ciclos a observar cuando se utiliza el criterio de General Electric...	36
Tabla 5: Acciones que tienen lugar durante un proceso dado.....	38
Tabla 6: Simbología de operaciones.....	40
Tabla 7: Número de trabajadores en el área de producción.....	49
Tabla 8: Insumos utilizados en la fabricación de muebles.....	56
Tabla 9: Equipos y herramientas para la fabricación de muebles.....	57
Tabla 10: Utilidad bruta promedio durante el año 2018.....	70
Tabla 11: Análisis de proceso de fabricación de sofás contemporáneos.....	77
Tabla 12: Producción de sofás Año 2018.....	78
Tabla 13: Avance de producción de sofás Año 2019.....	79
Tabla 14: Productividad de mano de obra.....	80
Tabla 15: Productividad de horas hombre.....	81
Tabla 16: Eficiencia física de los sofás durante el año 2018.....	83
Tabla 17: Ingreso y Egresos del Año 2018.....	85
Tabla 18: Tiempos promedio fabricación de sofás.....	86
Tabla 19: Resumen de indicadores actuales de productividad.....	89
Tabla 20: Lista de verificación para el análisis de las operaciones.....	91
Tabla 21: Matriz de Operacionalidad.....	94
Tabla 22: Tiempos promedio y cuello de botella.....	95
Tabla 23: Tiempos promedio y asignación de operarios.....	97
Tabla 24: Tiempos promedio de las operaciones del proceso de producción en el área de pintura.....	103
Tabla 25: Número de ciclos a observar según criterio de General Electric.....	104
Tabla 26: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de masilla en la empresa 1.....	105
Tabla 27: Sistema de desempeño según Westinghouse.....	106
Tabla 28: Factor de calificación.....	106
Tabla 29: Tolerancia según la Organización Internacional del Trabajo (OIT).....	108
Tabla 30: Factores de tolerancia en el proceso.....	109
Tabla 31: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de pintura en la empresa 1.....	110
Tabla 32: Factor de calificación empresa 1.....	111
Tabla 33: Factores de tolerancia empresa 1.....	111

Tabla 34: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de masilla en la empresa 2.....	113
Tabla 35: Factor de calificación empresa 2.....	113
Tabla 36: Factores de tolerancia empresa 2.....	114
Tabla 37: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de pintura en la empresa 2.....	115
Tabla 38: Factor de calificación empresa 2.....	116
Tabla 39: Factores de tolerancia empresa 2.....	116
Tabla 40: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de masilla en la empresa 3.....	118
Tabla 41: Factor de calificación empresa 3.....	118
Tabla 42: Factores de tolerancia empresa 3.....	119
Tabla 43: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de pintura en la empresa 3.....	120
Tabla 44: Factor de calificación empresa 3.....	121
Tabla 45: Factores de tolerancia empresa 3.....	121
Tabla 46: Tiempos estándares de las empresas competidoras.....	122
Tabla 47: Tiempo estándar promedio de las operaciones de secado de masilla y pintura..	123
Tabla 48: Reducción de cuello de botella y tiempos de secado.....	124
Tabla 49: Tiempos del proceso de producción con la aplicación de la mejora 1.....	125
Tabla 50: Comparativo del tiempo de ciclo actual y mejorado.....	126
Tabla 51: Comparativo del cuello de botella actual y mejorado.....	126
Tabla 52: Comparativo de la producción actual y mejorada.....	127
Tabla 53: Horario de capacitación en el uso de pistolas de calor para el proceso de secado.	130
Tabla 54: Inversión económica de la mejora 1.....	130
Tabla 55: Tiempo mejorado en el cortado de madera.....	132
Tabla 56: Características principales de la nueva sierra circular.....	132
Tabla 57: Inversión de segunda sierra circular.....	133
Tabla 58: Análisis 5W + 1H para la contratación de un operario de limpieza.....	135
Tabla 59: Costo por contratación de personal de limpieza.....	137
Tabla 60: Reasignación de operarios en la línea de producción de sofás.....	138
Tabla 61: Reducción de costos de mano con la reasignación de operarios.....	139
Tabla 62: Mejora de tiempos y reorganización de operarios.....	140
Tabla 63: Comparativo del tiempo de ciclo con la mejora 2.....	141
Tabla 64: Mejora del cuello de botella con la mejora 2.....	142
Tabla 65: Comparativo de la producción actual y mejorada.....	142
Tabla 66: Comparativo de la productividad de MO actual y mejorada.....	143
Tabla 67: Comparativo de productividad de HH actual y mejorada.....	144
Tabla 68: Comparativo de eficiencia económica actual y mejorada.....	145
Tabla 69: Comparativo de capacidad real actual y mejorada.....	146

Tabla 70: Comparativo de capacidad utilizada actual y mejorada.....	146
Tabla 71: Comparativo de capacidad ociosa actual y mejorada.....	147
Tabla 72: Inversión económica de la mejora 2.....	147
Tabla 73: Resumen de actividades mejoradas.....	161
Tabla 74: Plan de capacitación de metodología 5S.....	167
Tabla 75: Inversión económica de la mejora 4.....	173
Tabla 76: Consolidado de indicadores actuales y mejorados.....	174
Tabla 77: Inversión total de las mejoras.....	175
Tabla 78: Ingreso mensuales con las mejoras.....	176
Tabla 79: Egreso promedio mensual con las mejoras.....	177
Tabla 80: Flujo de caja con mejoras.....	178
Tabla 81: Tiempo de recuperación de la inversión.....	178
Tabla 82: Plan de acción para la mejora.....	180

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos de un sistema productivo.....	22
Figura 2: Diagrama de Ishikawa.....	43
Figura 3: Ejemplo de tarjeta roja.....	45
Figura 4: Organigrama general de la empresa.....	50
Figura 5: Características generales del Sofá Contemporáneo.....	51
Figura 6: Características generales de la mesa Norma.....	52
Figura 7: Características generales de las Sillas Andor.....	53
Figura 8: Recortes de madera.....	54
Figura 9: Serrín y viruta.....	54
Figura 10: Muestra de madera Caoba.....	55
Figura 11: Muestra de madera Cedro.....	55
Figura 12: Corte de la madera.....	58
Figura 13: Cepillado de la madera.....	58
Figura 14: Pegado de madera.....	59
Figura 15: Pulido de la madera.....	59
Figura 16: Ensamblaje de la madera.....	60
Figura 17: Ensamblaje de la madera.....	60
Figura 18: Inspección del semiproducto.....	61
Figura 19: Enmasillado de la madera.....	62
Figura 20: Primer lijado.....	62
Figura 21: Primer teñido.....	63
Figura 22: Segundo teñido.....	63
Figura 23: Sellado.....	64
Figura 24: Acabado.....	65
Figura 25: Producción histórica de sillas.....	67
Figura 26: Producción histórica de mesas.....	68
Figura 27: Producción histórica de sofás.....	69
Figura 28: Participación de utilidad bruta en el año 2018.....	71
Figura 29: Tiempos de ciclo de las líneas de producción de muebles.....	72
Figura 30: Diagrama de flujo del proceso de producción del Sofá Contemporáneo....	73
Figura 31:DAP elaboración Sofá Contemporáneo.....	74
Figura 32: Diagrama de recorrido actual en la línea de producción de sofás.....	75
Figura 33: Diagrama Ishikawa para la identificación del problema y sus causas.....	93
Figura 34: Diagrama de flujo del proceso de producción de sofás en el área de pintura.....	102
Figura 35: Nuevo diagrama de flujo del proceso de producción de sofás.....	149
Figura 36: Diagrama de análisis de operaciones mejorado.....	160

Figura 37: Programa de capacitación sobre el procedimiento oficial del proceso de producción de sofás.....	162
Figura 38: Inversión económica por la mejora 3.....	163
Figura 39: Propuesta de estructura de la conformación del comité 5S en la empresa fabricante de muebles.....	165
Figura 40: Propuesta de programación de actividades 5S para la empresa fabricante de muebles.....	166
Figura 41: Ejemplo de formato de tarjeta roja.....	169
Figura 42: Modelo de formato para el resumen de las tarjetas rojas.....	169
Figura 43: Modelo de formato para el enlistado de objetos necesarios.....	170
Figura 44: Escala de puntuación de Saatly.....	189

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el rubro de la producción de muebles de madera viene compitiendo mundialmente en el mercado con las diferentes empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de los mismos, viéndose en la necesidad continua de crecer y ser más competitivos con sus productos. Así mismo, el avance de la tecnología y las nuevas herramientas de ingeniería, se vienen incorporando como algo vital en los procesos productivos, teniendo como fin satisfacer una necesidad con un producto de calidad. Cabe resaltar que los productos de la industria del mueble representan el nivel más elevado de procesamiento en relación a las de otras industrias que trabajan con la madera [2]

En el Perú, la industria de la madera tiene gran desarrollo por ser un país de grandes bosques, y junto a ellos las empresas dedicadas a la transformación de la madera para la producción de diversos modelos de muebles, ha venido logrando una gran participación económica en el mercado peruano [3]. Sin embargo, el problema común que sufren la mayoría de empresas productoras de muebles se encuentra en su área de producción, específicamente en sus procesos y métodos de fabricación [4]. Por tal motivo, es de gran vitalidad que tanto las grandes compañías como las pequeñas empresas, apliquen en sus procesos de producción las técnicas y métodos de la ingeniería para la mejora de la productividad, y de esta forma poder alcanzar un mejor grado de rentabilidad del negocio.

En el departamento de Lambayeque las pymes dedicadas a la producción de muebles presentan en sus procesos grandes deficiencias que impactan en una baja productividad [5]. Tal es así que, en la presente investigación se llevará a cabo un estudio en una “empresa fabricante de muebles” que por motivos de estricta confidencialidad y exigencia de los dueños no se indicará el nombre de la empresa para salvaguardar la información y mantener al margen de la competencia, buscando de esta manera, poder aportar a la compañía con la presente tesis de investigación.

En dicha empresa se pudo observar y evidenciar problemas relacionados a la baja productividad, principalmente en la línea de producción de sofás. En donde los indicadores de producción y tiempo se encuentran por debajo de lo que realmente se podría obtener con la aplicación de mejoras, ligadas a la ingeniería de métodos, en los diferentes procesos de producción. De esta forma, el presente estudio busca responder a la pregunta ¿Cómo podrá la mejora de los procesos en la producción de sofás ayudar en el aumento de la baja productividad de la empresa fabricante de muebles? Por lo tanto, el objetivo a planteado es la propuesta de mejora de los procesos de producción de la empresa fabricante de muebles para el incremento de la baja productividad.

Para ello, en primer lugar, se planteó llevar a cabo un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa fabricante de muebles para así poder determinar los indicadores actuales de productividad, tales como, la productividad de mano de obra, productividad hora hombre, eficiencia económica, entre otros. Posteriormente, se analizan las causas y se proponen las mejoras basadas en métodos de ingeniería para el incremento de la productividad. Luego del desarrollo de las propuestas de mejora, finalmente, se realiza una evaluación económica financiera para determinar la relación beneficio costo, así como el tiempo de recuperación de lo invertido.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes:

En 2015, Grimaldo et al. [6] en su estudio científico “Análisis de métodos y tiempos: Empresa textil Stand Deportivo”, llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual de la empresa y quiso detectar cuellos de botella de su proceso de producción. Para esto tuvo que efectuar la ingeniería métodos, para el proceso de fabricación de los productos de gran demanda. Después de la aplicación del método se logró estandarizar el tiempo del proceso de producción de una camiseta estampada con un tiempo de 74,68 min. Así mismo, se encontró la existencia de demoras en dicho proceso, a causa de los tiempos prolongados de transportes, producto de los 25,02 m que recorre el producto desde el almacenamiento de la materia hasta el almacenamiento de producto terminado. De esta forma, se pudo comprobar que el tiempo estándar del proceso, está directamente relacionado con la correcta distribución de la planta, y al no tener los espacios adecuados para el tránsito de materiales, personal e insumos, el ciclo de producción se incrementa en 2,63 minutos frente al tiempo estándar, y en efecto, se da una disminución de la capacidad productiva del producto.

En 2015, Betalleluz [7] en su investigación “Mejora de la productividad en la elaboración de pisco puro no aromático”, tiene por objetivo general: mejorar el sistema de producción del pisco puro no aromático para mejorar la productividad de la materia prima. Para la ejecución de dicho estudio se planteó la siguiente metodología: a) identificar las operaciones inmersas en la producción del pisco puro no aromático mediante el Diagrama de Operaciones; b) identificar la operación considerada como el cuello de botella dentro de la producción, c) aplicar la mejora en la operación seleccionada, calculando su productividad; d) evaluar económicamente la mejora. Con el desarrollo de la metodología antes descrita, se demuestra que la mejora se debe realizar en la operación de fermentación, debido a que, el pisco preservará de manera más completa los sabores y aromas, además de favorecer los azúcares de los orujos; con ello, se incrementa en 50.98% la productividad. Finalmente, se evalúa económicamente la propuesta, de la cual resulta, que, el ahorro en kilogramos de materia primera necesaria es de 2.99 kg, por lo que, se ahorra S/. 3.35 soles por litro de pisco

En 2015, Ibarra [8] en su investigación “Mejora en los procesos de producción de reencauche al frío en la empresa reencauchadora Europea Reneu S.A” Nos informan que se basó en un análisis de tiempos de producción con la finalidad de lograr una optimización de los procesos de reencauche al frío de neumáticos radiales, debido a que el 80% de la producción de la empresa se basa en este tipo de neumático. La investigación tuvo como objetivo, mejorar y estandarizar el proceso de reencauche y la calidad del producto. La mejora fue la implementación de la metodología 5s en el almacén de las carcasas por reencauchar generando un mejor ambiente de trabajo, la realización de plantillas de textura de raspado para que el trabajador tenga una mejor visión al realizar el proceso de raspado, la reducción de tiempo en la etapa de escareado haciendo que se realicen más neumáticos procesados, planillas de control para los diferentes procesos y hojas de verificación para que todos los trabajos estén realizados correctamente. Los resultados de la implementación permitieron una reducción de tiempo en los procesos de reencauche, disminuyendo el tiempo promedio en un 50% para la producción de 129 neumáticos; además logro también aumentar la capacidad de proceso de 0,12 a 0,33 y mejoramiento del ambiente de trabajo a través de la aplicación de las 5S, conllevando a que la empresa tenga una optimación en su producción.

En 2016, Miroslava [9] en su estudio “Estandarización: una de las herramientas de la mejora continua” determina que una de las técnicas de ingeniería para alcanzar una inmediata mejora continua es la normalización de tiempos, el cual logra diversos beneficios como la pronta formación de los operarios, la minimización de accidentes por lesiones, rápida solución de problemas. Así mismo, el autor manifiesta que la normalización, ha vuelto a las organizaciones muy competitivas durante la historia de la ingeniería, pues lograron minimizar costos y atender mayores demandas de productos. El objetivo de la presente investigación fue demostrar que la estandarización es una gran herramienta de mejora para las organizaciones. Los beneficios también suelen ser la documentación del proceso actual, la disminución de la variabilidad, los operarios, minimización en lesiones y esfuerzo, así como un punto de partida para las operaciones de mejora. Así mismo, la estandarización agrega la cultura, un elemento muchas veces olvidado, pero de gran vitalidad para cualquier compañía. También, el trabajo estandarizado es una herramienta de constante aprendizaje que brinda gran soporte a las auditorías, fomenta la solución de problemas y conflictos de procesos, y, sobre todo, está siempre involucrando a los colaboradores en el desarrollo del yoka-poka. ‘

En 2014, Pérez [10] en su investigación “Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones” tuvo como objetivo el diseño e implementación de un plan de acción de mejora continua, como solución a la carencia de control y estándares en las áreas de trabajo, aplicando herramientas de ingeniería como la manufactura esbelta, que incluyó el control visual y la metodología 5S’s. De esta forma, se redujeron los tiempos que no agregaban valor en un 12%, logrando beneficios cuantificados a partir de la reorganización de los puestos y áreas de trabajo de los operarios, así como beneficios cualitativos como el mejoramiento del ambiente de trabajo.

2.2 Bases Teóricas Científicas:

2.2.1 Sistema de producción

Un sistema de producción es aquel sistema que proporciona una estructura que agiliza la descripción, ejecución y el planteamiento de un proceso industrial [11].

2.2.2 Producción y proceso productivo

La producción es una actividad económica de la empresa, cuyo objetivo es la obtención de uno o más productos o servicios (según el tipo de empresa y su producción), para satisfacer las necesidades de los consumidores. Es en los procesos de producción en donde se genera valor añadido para el cliente, con la colaboración del resto de procesos empresariales, según lo indicado por Cuatrecasas [11]

Según el autor [11], la producción se lleva a cabo en un sistema productivo, cuyos elementos son:

- a.** Un conjunto de medios humanos y materiales que contribuyen los llamados factores de la producción. Ello se refiere a los materiales e insumos a partir de los cuales se llevará a cabo la actividad de producción, los elementos que se utilizarán en la misma (trabajadores, equipamientos y otros recursos), y la organización.
- b.** El proceso de producción, elemento central del sistema productivo, constituido por un conjunto de actividades coordinadas.

- c. El producto obtenido de dicho proceso de producción, sea bien o servicio, que deberá satisfacer las necesidades de los consumidores.



Figura 1: Elementos de un sistema productivo

Fuente: Cuatrecasas (2010)

De ello, se puede inferir que un proceso productivo es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos; de esta manera, los elementos de entrada, pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementan su valor.

El proceso productivo se define como la forma en que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, etc.). Los distintos procesos productivos se pueden clasificar en función de un flujo productivo o del tipo de producto; considerando su flujo productivo, el proceso puede ser en serie y la producción intermitente o bajo pedido [11].

- a. **Proceso en serie.** - Se le conoce como proceso en serie cuando se elaboran ciertos productos cuyo diseño básico es relativamente estable en el tiempo y cuyo destino es un gran mercado. Entre las ventajas se tienen altos niveles de eficiencia y necesidad de personal con menores destrezas, debido a que hace la misma operación [12].
- b. **Proceso intermitente o bajo pedido.** - Destinado a la fabricación de un producto más diferenciado, con características específicas, adaptado a las necesidades de un cliente concreto. Por ejemplo, los coches de lujo o los aviones privados [12].

Por su parte, Marmolejo [13] indican que existen cinco tipos de flujos de productos: proceso continuo, línea de ensamble, lote, taller de trabajo y proyectos.

- a. La **producción continua** tiende a estar altamente estandarizada con volúmenes de producción muy grandes. El proceso continuo tiende a elaborar productos con costos bajos, lo cual se convierte en el factor clave de la decisión de compra, de modo que la manufactura pueda competir en mercados que son muy sensibles al precio. Así la producción continua suele estar altamente automatizada, operar a toda su capacidad y minimizar los inventarios y los costos de distribución para reducir el costo total de manufactura; sin embargo, la flexibilidad para cambiar la mezcla de productos o el tipo de productos es muy limitada.
- b. Un flujo que se basa en una **línea de ensamble** se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones. El producto se desplaza de un paso al siguiente en forma secuencial desde el principio hasta el final. Estas operaciones requieren de productos de alto volumen y que sean estandarizados, por lo cual también es un sistema poco flexible.
- c. El **flujo en lotes** se caracteriza por la elaboración del producto en lotes o paquetes; cada lote de producto viaja en forma conjunta de una operación o centro de trabajo a otro. Un centro de trabajo es un grupo de máquinas o procesos similares que se usan para elaborar el producto. A menudo, estas operaciones utilizan equipos de propósitos generales, no especializados para la elaboración de un producto en particular, lo cual aporta flexibilidad. La mano de obra es más calificada en cuanto a su capacidad para fabricar diversos productos.
- d. Los **talleres de trabajo** elaboran productos de acuerdo a las órdenes de los clientes mediante el uso de una distribución física del proceso, este sistema usa equipos para propósitos generales y tiene un flujo discontinuo; cuenta con alta flexibilidad en la mezcla de los productos y el volumen de producción, pero los costos son más altos debido a que el volumen y la estandarización son bajos.
- e. La forma de **proyectos** se aplica para productos únicos o creativos, cada unidad se produce de modo individual y es diferente de las demás unidades, por lo cual el costo de producción es alto.

2.2.3 Estudio del trabajo y tiempo:

Definimos **estudio del trabajo**, a ciertas técnicas, y en **particular estudio de métodos y medida del trabajo**, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla. Por consiguiente, el estudio de métodos y la medida del trabajo se encuentran ligados entre sí, tratando de reducir el primero el contenido de trabajo de una tarea y fijando los tiempos para la realización de la misma el segundo [14].

2.2.3.1 Estudio de métodos:

Según Neira [14], se define como el estudio de métodos al registro y al examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos. Según el autor, el procedimiento del estudio de métodos es el siguiente:

- Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.
- Registrar los detalles del trabajo.
- Analizar los detalles del trabajo.
- Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo.
- Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo.
- Aplicar el nuevo método de trabajo.

2.2.3.2 Medida del trabajo:

Es una técnica que persigue el establecimiento de un estándar que será asignado para la realización de un trabajo concreto. Esta técnica se basa en la medida del contenido de trabajo en el método que se establece para realizar una operación, teniendo en cuenta la fatiga del trabajador y los retrasos personales inevitables. Entendiendo por contenido de trabajo a la cantidad de trabajo que debe de realizarse para hacer una tarea [14].

2.2.3.2.1 Etapas a seguir en la medida del trabajo

De acuerdo a lo mencionado por García [15], consiste en determinar el tiempo que demora un empleado en realizar una actividad, operación o un trabajo, bajo unas condiciones de trabajo y unas normas de trabajo previamente definidas en el estudio de métodos. Para realizar un estudio de tiempos se realiza el siguiente procedimiento:

- Seleccionar el trabajo a medir.
- Verificar que el método de trabajo esté estandarizado. En caso contrario se debe estandarizar antes de medirlo.
- Seleccionar un empleado calificado.
- Dividir el trabajo en elementos de trabajo.
- Determinar el número de ciclos a cronometrar (para determinar el tamaño de muestra se utiliza una formula estadística).
- Determinar la forma de cronometraje (con vuelta a cero o acumulativo).
- Cronometrar los ciclos de trabajo requeridos.
- Simultáneamente con el paso anterior calificar la velocidad del operario para ejecutar cada elemento de trabajo.
- Determinar los suplementos de trabajo de acuerdo a las condiciones de trabajo y políticas de la empresa.
- Calcular los tiempos medios, tiempos normales o básicos y el tiempo estándar.

El procedimiento anterior se aplica cuando se utiliza la técnica de estudio de tiempos con cronometro. Existen otros métodos para determinar el tiempo de un trabajo como el muestreo del trabajo, datos históricos y sistemas de tiempos predeterminados. También existen maquinas que tienen acoplados dispositivos automáticos, los cuales se programan para que contabilicen el tiempo y la cantidad de unidades fabricadas en cada lote fabricado [15].

Según García [15] un **estudio del tiempo** por lo general se hace con un cronómetro, ya sea en el lugar mismo o analizando una cinta de video del trabajo. Sin embargo, para hacer que todos los trabajadores puedan utilizar el tiempo del operador, debe incluirse una medida de la rapidez o el *índice de desempeño* para “normalizar” el trabajo. Aplicar un factor de calificación da como

resultado el tiempo normal. Por ejemplo, si un operador desempeña una tarea en dos minutos y el analista del estudio del tiempo estima que se está desempeñando alrededor de 20 por ciento más rápido que lo normal, la calificación del desempeño del operador sería 120 o 120 por ciento de lo normal. El tiempo normal se calcularía como 2 minutos x 1.2, es decir, 2.4 minutos. En forma de ecuación,

- **Tiempo normal** = tiempo de desempeño observado por unidad x índice de desempeño

En este ejemplo, denotando el tiempo normal por TN,

$$TN = 2(1.2) = 2.4 \text{ minutos}$$

Cuando se observa a un operador durante un periodo, el número de unidades producidas durante ese tiempo, junto con el índice de desempeño, genera la fórmula:

$$TN = \frac{\text{tiempo trabajado}}{\text{número de unidades producidas}} \times \text{índice de desempeño}$$

- El **tiempo estándar** se obtiene al sumar el tiempo normal y las tolerancias para necesidades personales (como ir al sanitario y hacer una pausa para tomar café), retrasos inevitables en el trabajo (por descomposturas en el equipo o falta de materiales) así como la fatiga del trabajador (física o mental). Las dos ecuaciones que representan lo anterior son:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo normal} + (\text{tolerancias} \times \text{tiempo normal})$$

O bien,

$$TE = TN (1 + \text{tolerancias}) \quad (1)$$

Y

$$TE = \frac{TN}{1 - \text{tolerancias}} \quad (2)$$

En la práctica la ecuación que se utiliza con más frecuencia es la (1). Si suponemos que las tolerancias deben aplicarse al periodo de trabajo total, entonces la ecuación (2) es la correcta. Supongamos, por ejemplo, que el tiempo normal para desempeñar una tarea es un minuto y que las

tolerancias para necesidades personales, demoras y fatiga suman un total de 15 por ciento; entonces, por la ecuación (1)

$$TE = 1(1 + 0.15) = 1.15 \text{ minutos}$$

En una jornada de ocho horas, un trabajador produciría $8 \times 60/1.15$ o 417 unidades. Esto implica 417 minutos trabajando y $480 - 417$ (o 63) minutos para tolerancias.

$$TE = \frac{1}{1 - 0.15} = 1.18 \text{ minutos}$$

En la misma jornada de ocho horas se producen $8 \times 60/1.18$ (o 408) minutos de trabajo y 72 minutos para tolerancias. De acuerdo con la ecuación que utilice, hay una diferencia de nueve minutos en el tiempo de tolerancia diario.

2.2.1.1. Métodos de calificación:

En 2008, Janiana [16], identifica tres métodos de calificación, que son:

- A. Nivelación.** Cuando se utiliza este método, al evaluar la actuación del operador se consideran cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.
- B. La habilidad** se define como “el aprovechamiento al seguir un método dado”. La tabla que se verá a continuación ilustra las características de los grados de habilidad, conjunto con sus valores numéricos equivalentes.

La aplicación de estos factores deberá establecerse claramente y, como dijimos con anterioridad, puede variar de empresa a empresa, de trabajo a trabajo y de operación a operación.

El observador debe evaluar y calificar dentro de una de seis clases – habilísimo, excelente, bueno, medio, regular, malo – la habilidad desplegada por el operador.

Luego, la calificación de la habilidad se traduce a su porcentaje equivalente de valor, que va de 15% hasta 22%.

C. El esfuerzo se define como una demostración de la voluntad, para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y puede ser controlada en un alto grado por el operador.

Tabla 1:Características de Nivelación de los métodos de trabajo

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1		+0.13	A1	
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Habilísimo
+0.11	B1		+0.10	B1	
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1		-0.04	E1	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.15	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

Fuente: Janiana, 2008

Tabla 2:Características de nivelación de los métodos de trabajo

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecto
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regulares
-0.07	F	Malas	-0.04	F	Deficientes

Fuente: Janiana, 2008

El análisis debe ser muy cuidadoso de calificar sólo el esfuerzo real demostrado. Puede darse el caso de que un operador aplique un esfuerzo mal dirigido, durante un periodo largo, a fin de aumentar también el tiempo del ciclo y, sin embargo, obtener un factor de calificación bueno. Los porcentajes y las clases de la tabla se pueden ajustar de acuerdo con los pesos con que trabaje una empresa [16].

Las **condiciones** son “aquellas circunstancias que afectan sólo al operador y no a la operación”. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen temperatura, ventilación, alumbrado, ruido, etc. [16].

Aquellas condiciones que afectan la operación, tales como las herramientas o materiales en malas condiciones, no se toman en cuenta cuando para las condiciones de trabajo se aplica el factor de actuación.

Por su parte, **consistencia** es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y la habilidad y esfuerzo del operador [16].

2.2.3.2.2 Características principales de los factores de nivelación

En 2005, García [15] determina las siguientes características principales de los factores de nivelación:

A. Habilidad

a-1. Habilidad deficiente

- Empleado nuevo o adaptado.
- No familiarizado con el trabajo.
- Incierto en el orden debido a las operaciones.
- Titubea entre las operaciones.
- Comete muchos errores.
- Movimientos torpes.
- No coordina su mente con sus manos.
- Falta de confianza en sí mismo.
- Incapaz de razonar por sí mismo.
- No puede interpretar bien los planos.

a-2. Habilidad regular

- Familiarizado superficialmente con el equipo y ambiente.
- Inadaptado al trabajo durante largo tiempo.
- Empleado relativamente nuevo.
- Sigue el orden debido de las operaciones sin demasiado titubeo.
- Un tanto torpe e incierto, pero sabe lo que está haciendo.
- Hasta cierto límite planea de antemano.

- No tiene confianza plena en sí mismo.
- Pierde tiempo a consecuencia de sus desaciertos.
- Puede interpretar planos relativamente bien.
- Produce lo mismo que el empleado de habilidad mala, pero con menos esfuerzo.

a-3. Habilidad promedio

- Trabaja con una exactitud razonable.
- Tiene confianza en sí mismo.
- Conoce bien su trabajo.
- Sigue un proceso establecido sin titubeos apreciables.
- Conoce sus herramientas y equipos.
- Planea las cosas de antemano.
- Coordina la mente y las manos.
- Interpreta bien los planos.
- Se muestra un poco lento de movimientos.
- Realiza un trabajo satisfactorio.

a-4. Habilidad buena

- Los titubeos se han eliminado totalmente.
- Francamente mejor que el hombre medio.
- Marcadamente inteligente.
- Posee una buena capacidad de razonamiento.
- Necesita poca vigilancia.
- Trabaja a una marcha constante.
- Bastante rápido en sus movimientos.
- Trabaja correctamente y de acuerdo con las especificaciones.
- Puede instruir a otros menos hábiles.
- Movimientos bien coordinados.

a-5. Habilidad excelente

- Trabaja rítmica y coordinadamente.
- Precisión de acción.
- Muestra velocidad y suavidad en la ejecución.
- Completamente familiarizado con el trabajo.
- No comete equivocaciones.
- Trabaja con exactitud, efectuando pocas mediciones y comprobaciones.
- Obtiene el máximo aprovechamiento de su máquina y herramienta.
- Tiene velocidad sin sacrificar la calidad.
- Tiene plena confianza en sí mismo.
- Posee gran destreza manual natural.

a-6. Habilísimo

- Trabaja como una máquina.
- Es un operador de habilidad excelente que se ha perfeccionado.
- Ha permanecido en su trabajo durante años.
- Naturalmente adaptado al trabajo.
- Sus movimientos son tan rápidos y suaves que son difíciles de seguir.
- No parece tener que pensar lo que está haciendo.
- Los elementos de la operación se unen entre sí de tal manera que sus puntos de separación son difíciles de reconocer.
- Indudablemente el mejor trabajador de todos.

B. Esfuerzo

b-1. Esfuerzo deficiente

- Pierde el tiempo claramente.
- Falta de interés en el trabajo.
- Le molestan las sugerencias.
- Trabaja despacio y se muestra perezoso.
- Intenta prolongar el tiempo utilizando métodos inadecuados tales como:
 - Dar vueltas innecesarias en busca de herramientas o materiales.
 - Efectuar más movimientos que los necesarios.
 - Mantener en desorden su lugar de trabajo.
 - Efectuar su trabajo con una exactitud mayor que la necesaria.
 - Utilizar a propósito herramientas equivocadas e inadecuadas.

b-2. Esfuerzo regular

- Las mismas tendencias generales que el anterior, pero en menor intensidad.
- Acepta sugerencias con poco grado.
- Su atención parece desviarse del trabajo.
- Afectando posiblemente por falta de sueño, vida desordenada o preocupaciones.
- Pone alguna energía en su trabajo.
- Utiliza métodos inadecuados, tales como:
 - Es medianamente sistemático, pero no sigue siempre el mismo orden.
 - Trabaja también con demasiada exactitud.
 - Hace su trabajo demasiado difícil.
 - No emplea las mejores herramientas.
 - Aparenta ignorancia sobre el trabajo que hace.

b-3. Esfuerzo promedio

- Trabaja con constancia.
- Mejor que el regular.
- Es un poco escéptico sobre la honradez del observador de tiempos o de la dirección.
- Acepta sugerencias, pero no pone en práctica ninguna.
- Parece frenar sus mejores esfuerzos.
- Con respecto al método:
 - Tiene una buena distribución de su área de trabajo.
 - Planea.
 - Trabaja con buen sistema.
 - Reduce los movimientos perdidos.

b-4. Esfuerzo bueno

- Pone interés en el trabajo.
- Muy poco o ningún tiempo perdido.
- No se preocupa por el observador de tiempos.
- Trabaja al ritmo más adecuado a su resistencia.
- Consciente de su trabajo.
- Tiene fe en el observador de tiempos.
- Se interesa por los consejos y sugerencias y los pone en práctica.
- Constante y confiado.
- Sigue el método establecido.

b-5. Esfuerzo excelente

- Trabaja con rapidez.
- Utiliza el razonamiento tanto como las manos.
- Tiene gran interés en el trabajo.
- Recibe y hace muchas sugerencias.
- Tiene una gran fe en el observador de tiempos.
- No puede mantener este esfuerzo por más de unos pocos días.
- Trata de mostrar superioridad.
- Utiliza el mejor equipo y los mejores métodos disponibles:

b-6. Esfuerzo excesivo

- Tiene un ritmo imposible de mantener constantemente.
- Realiza el mejor esfuerzo desde todos los puntos de vista, menos el de la salud.

2.2.3.2.3 Suplementos del estudio de tiempos

A continuación, en la tabla n°3 se muestra datos de un suplemento de estudio de tiempos según lo escrito por García [15]:

Tabla 3: Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales

Instituto de Administración Científica de las Empresas Curso de "Técnicas de organización" Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en Porcentajes de los tiempos normales.				
1. Suplementos constantes				
	Hombres	Mujeres		
Suplementos por necesidades personales	5	7		
Suplementos base por fatiga	4	4		
2. Suplementos variables				
	Hombres	Mujeres		
A. Suplem. por trabajo de pie	2	4		
B. Suplem. por postura anormal				
Ligeramente incómoda	0	1		
Incómoda (Inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)				
Peso levantado por kilogramo				
2.5	0	1		
5	1	2		
7.5	2	3		
10	3	4		
12.5	4	6		
15	5	8		
17.5	7	10		
20	9	13		
22.5	11	16		
25	13	20(máx)		
30	17	-		
33.5	22	-		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	
			Índice de enfriamiento en el termómetro Húmedo de – Suplemento	
			Kata (milicalorías/cm ² /segundo)	
			16	0
			14	0
			12	0
			10	3
			8	10
			6	21
			5	31
			4	45
			3	64
			2	100
			F. Concentración intensa	
			Hombres	Mujeres
			Trabajos de cierta precisión	
			0	0
			Trab. de precisión o fatigosos	
			2	2
			Trabajo de gran precisión o muy fatigosos	
			5	5
			G. Ruido	
			Continuo	
			0	0
			Intermitente y fuerte	
			2	2
			Intermitente y muy fuerte	
			5	5
			Estridente y fuerte	
			H. Tensión mental	
			Proceso bastante complejo	
			1	1
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	
			4	4
			Muy complejo	
			8	8
			I. Monotonía	
			Trabajo alto monótono	
			0	0
			Trabajo bastante monótono	
			1	1
			Trabajo muy monótono	
			4	4
			J. Tedio	
			Trabajo algo aburrido	
			0	0
			Trabajo aburrido	
			2	1
			Trabajo muy aburrido	
			5	2

Fuente: García, 2005

2.2.3.3 Equipo para el estudio de tiempos

A. Cronómetro

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: el tradicional cronómetro minuter decimal (0.01 min) y el cronómetro electrónico que es mucho más práctico. El cronómetro decimal, tiene 100 divisiones en la carátula, y cada división es igual a 0.01 minutos; es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El círculo pequeño de la carátula tiene 30 divisiones, cada una de las cuales es de 1 minuto. Por lo tanto, por cada revolución completa de la manecilla larga, la manecilla corta se mueve una división, o un minuto. Para iniciar este cronómetro, se desliza el botón lateral hacia la corona. Al oprimir la corona, ambas manecillas, la larga y la corta, regresan a cero. Al soltarla el cronómetro inicia de nuevo la operación, a menos que se deslice el botón lateral alejándolo de la corona. Al mover el botón lateral lejos de la corona el reloj se detiene [6].

B. Cámara de Videgrabación

Según Grimaldo [6], las cámaras de videgrabación son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar película de la operación y después estudiarla cuadro por cuadro, los analistas pueden registrar los detalles exactos del método usado y después asignar valores de tiempos normales. También pueden establecer estándares proyectando la película a la misma velocidad que la de la grabación y luego calificar el desempeño del operario. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el video es una manera justa y exacta de calificar el desempeño. Así mismo, a través del ojo de la cámara pueden surgir mejoras potenciales a los métodos que pocas veces se detectan con el procedimiento del cronómetro. Otra ventaja de las cintas de video es que con el software de MVTA, los estudios de tiempos pueden hacerse de forma casi automática. Más recientemente con la llegada de las cámaras de video digitales y el software de edición en PC, los estudios de tiempo se pueden realizar prácticamente en línea. Las cintas de video también son excelentes para la capacitación de los nuevos analistas de tiempos, ya que las secciones se pueden rebobinar y repetir fácilmente hasta que se adquiera la habilidad suficiente

2.2.3.3.1 Observaciones necesarias para calcular el tiempo medio observado

De acuerdo a lo documentado en García [15], se presenta a continuación en la tabla 4, el número de ciclos a observar cuando se utiliza el criterio de la General Electric.

Tabla 4: Número de ciclos a observar cuando se utiliza el criterio de General Electric

M	To	To	To	To	To	To	To	To	To	To	To
	0.10	0.25	0.50	0.75	1.00	2.00	5.00	10.0	20.0	40.0	40.0
N	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Fuente: García, 2005

M = Minutos por ciclo

N = Número de ciclos recomendados

2.2.4 Productividad

Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados [15].

Según García [15], si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto – insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

- Aumentar el **producto** y mantener el mismo **insumo**.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$1^{\text{e}} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Insumos}}$$

$$2^{\text{e}} = \frac{\textit{Resultados logrados}}{\textit{Recursos empleados}}$$

2.2.5 Eficacia y Eficiencia

En 2005, García [15], desde un punto de vista sistémico se sabe que para que una empresa trabaje bien, todas sus áreas y su personal, sin importar sus jerarquías, deben funcionar adecuadamente, pues la productividad es el punto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran una empresa.

La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad. De ello se desprende que la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos [15].

$$Productividad = \frac{Eficacia}{Eficiencia} = \frac{Valor \rightarrow Cliente}{Costo \rightarrow Productor}$$

- **Eficiencia física**

La eficiencia física es la materia prima de salida empleada o producto terminado entre la materia prima de entrada. El resultado de la eficiencia física tiene que ser menor o igual (\leq) a 1.

$$Eficiencia\ Física = \frac{M.P\ de\ salida}{M.P\ de\ entrada}$$

- **Eficiencia económica**

La eficiencia económica es la relación aritmética ente el total de ingresos o ventas y el total de egresos. Esta eficiencia debe ser mayor ($>$) a 1 para que se hable que la empresa obtiene beneficios.




$$Eficiencia\ Economica = \frac{Ingresos}{Egresos}$$




2.2.6 Diagrama de procesos

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que contribuyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido [12].

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Las definiciones incluidas en la siguiente Tabla N°5, cubren el significado de estas categorías en la mayoría de las condiciones encontradas en los trabajos de diagramado de procesos.

Tabla 5: Acciones que tienen lugar durante un proceso dado

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Operación:	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo.	
Transporte:	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. Ejemplo: Mover material a mano, en una plataforma en monorriel, en banda transportadora, etc. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido en un horno, etc. Los materiales van avanzando sobre una banda y no se consideran como transporte.	
Inspección:	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características. Ejemplo: Revisar las botellas que salen de un horno, pesar un rollo de papel, contar cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, temperatura, etc.	

Demora:	Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado. Ejemplo: Esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pasada o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.	
Almacenaje:	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados. Ejemplo: Almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre máquinas. Si el material se encuentra depositado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria para el proceso, no se considera almacenaje sino operación; tal sería el caso de curar tabaco, madurar cerveza, etc.	
Actividad combinada:	Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.	

Fuente: Meyers, 2004






2.2.7 Diagrama de flujo

De acuerdo a lo mencionado por Grimaldo [6], un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

El propósito principal de los diagramas de flujo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades

interrelacionadas. Igualmente ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado [6].

Tabla 6: Simbología de operaciones

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia del lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.

Fuente: Grimaldo, 2015

2.2.7.1 Cómo construir el diagrama de flujo

En 2005, García [15], la elaboración del diagrama de flujo es sumamente fácil e interesante. Se trata de unir con una línea todos los puntos en donde se efectúa una operación, un almacenaje, una inspección o alguna demora, de acuerdo con el orden natural del proceso.

Esta línea representa la trayectoria usual que siguen los materiales o el operador que los procesa, a través de la planta o taller en donde se lleva a cabo.

Una vez terminado el diagrama de flujo podemos darnos cuenta del transporte de un objeto o el itinerario que siguió algún operador durante determinado proceso. Este transporte o itinerario, aun en lugares pequeños, llega a ser algunas veces de muchos kilómetros por día, que sumados anualmente representan una pérdida considerable en tiempo, energía y dinero [15].

Cuando se sospecha que se realiza un número muy grande de transportes, almacenamientos y demoras en un proceso, es necesario elaborar un diagrama de proceso del recorrido con el fin de visualizar y reducir el número y así disminuir costos.

Este diagrama se realiza generalmente donde tenemos una parte o componente de ensamble general en fabricación.

2.2.8 Balance de Línea

En 2010, Rivero [17] a la línea de producción se le reconoce como el principal medio para fabricar a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados.

En su concepto más perfeccionado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo.

Según Rivero [17], deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- **Cantidad.** El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- **Equilibrio.** Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
- **Continuidad.** Una vez iniciadas, las líneas de producción deben continuar pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la previsión de fallas en el equipo.

Cada uno de estos problemas puede tener ciertas restricciones o no, de acuerdo con el producto y el proceso.

2.2.9 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es un esquema que muestra las posibles causas clasificadas de un problema [17].

El objetivo de este tipo de diagramas es encontrar las posibles causas de un problema. En un proceso productivo, el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los factores (6 Ms) que intervienen en cualquier proceso de fabricación [17]:

- **Métodos:** procedimientos por usar en la realización de las actividades.
- **Mano de obra:** la gente que realiza las actividades.
- **Materia prima:** el material que se usa para producir.
- **Medición:** los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos.
- **Medio:** las condiciones del lugar de trabajo.
- **Maquinaria y equipo:** los equipos y periféricos usados para producir.

Según Rivero [17], el diagrama de Ishikawa se basa en un proceso de generación de ideas llamado “Lluvia de ideas”, que puede realizarse de la siguiente manera:

- Cada miembro del equipo asignado al análisis de algún problema genera una sola idea cada vuelta, de manera ágil, ordenada y sin discusiones. Un miembro del equipo, asignado como secretario, toma nota numerando cada una de las ideas expresadas.
- Una vez finalizada la lluvia de ideas se procede con el problema por analizar.
- Se verifica que las ideas restantes tengan relación con el problema por analizar.
- Se clasifican las ideas resultantes en el diagrama de Ishikawa.

Una manera más directa de hacer el diagrama es realizar una lluvia de ideas para cada una de las diferentes ramas y colocar las ideas resultantes ahí mismo.

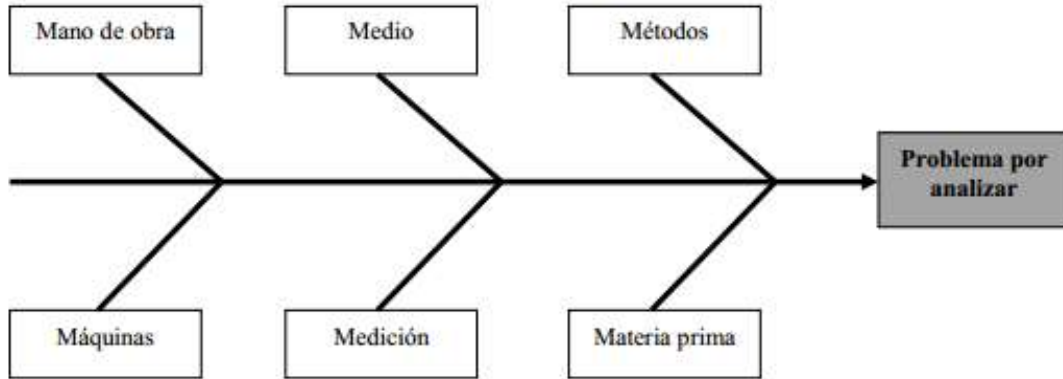


Figura 2:Diagrama de Ishikawa

Fuente: Rivero, 2010

2.2.10 Metodología 5S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas, más seguras, teniendo en cuenta la constancia, compromiso y la coordinación que se necesita para esto; es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo [2].

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito [18].

Los autores [2], [18], indican que la implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. La dirección de la empresa ha de estar convencida de que las 5S suponen una inversión de tiempo por parte de los operarios y la aparición de unas actividades que deberán mantenerse en el tiempo. Además, se debe preparar un material didáctico para explicar a los operarios la importancia de las 5S y los conceptos básicos de la metodología. Para empezar la implantación de las 5S, habrá que escoger un área piloto y concentrarse en ella, porque servirá como aprendizaje y punto de partida para el despliegue al resto de la organización. Esta área piloto debe ser muy bien conocida, debe representar a priori una probabilidad alta de éxito de forma que permita obtener resultados significativos y rápidos. Los hábitos de comportamiento que se consiguen con las 5S logrará que las demás técnicas Lean se implanten con mayor facilidad.

El principio de las 5S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5S como inicio del camino hacia una cultura Lean, éstas se describen a continuación [2], [18]:

2.2.10.1 Seiri – Clasificar

Organizar consiste en separar lo necesario de lo innecesario, guardando lo necesario y eliminando lo innecesario. Para poner en práctica la 1ra "S" deben hacerse las siguientes preguntas: ¿Qué debemos tirar?, ¿Qué debe ser guardado?, ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento? Y ¿Qué deberíamos reparar?

Rajadell y Sánchez [19], mencionan que esta etapa permitirá evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros tales como:

- Incremento de manipulaciones y transportes.
- Accidentes.
- Pérdida de tiempo en localizar objetos.
- Obsoletos, no conformes, etc.
- Coste del exceso de inventario.
- Falta de espacio.

Por lo tanto, la implementación del seiri permitirá obtener un espacio adicional, eliminar el exceso de herramientas y los elementos obsoletos, así mismo, facilita el uso de componentes a tiempo, evita el almacenamiento excesivo y los movimientos de personal innecesarios, y elimina el exceso de tiempo en los inventarios y el despilfarro.

En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas (Figura 3) para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho [20].

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Figura 3: Ejemplo de tarjeta roja

Fuente: Hernández y Vizán (2013)

2.2.10.2 Seiton– Ordenar

El orden se establece de acuerdo a los criterios racionales, de tal forma que cualquier elemento esté localizable en todo momento. Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. El orden se lleva a cabo mediante la identificación de un elemento, herramienta un objeto a través de un código, número o algo característico de tal forma que sea fácil de localizar [20].

Según Hernández y Vizán [20], señalan que la implementación del seiton permite:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Los autores indican que para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo [20].

Las ventajas que brinda esta segunda fase, se enfocan en la reducción del tiempo de búsqueda, utilización y devolución de materiales. Así mismo, se reduce el número de errores humanos, se evitan interrupciones del proceso, se ocupa menos espacio, se eliminan condiciones inseguras y en consecuencia se reducen accidentes [20].

2.2.10.3 Seiso– limpieza

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos [20].

- Los autores indican que la aplicación del seiso implica:
- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”.

Mantener permanentemente condiciones adecuadas de aseo e higiene, lo cual no sólo es responsabilidad de la organización, sino que depende de la actitud de los empleados. La limpieza la debemos hacer todos. Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las personas no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

2.2.10.4 Seiketsu - Bienestar Personal / Estandarizar

El emprender sistemáticamente las primeras TRES "S", brinda la posibilidad de pensar que éstas no se pueden aislar, sino que los esfuerzos deben darse en forma conjunta, pero para lograr esto en el trabajo es importante también que la persona esté en un estado "ordenado", lo que significa que hay una simbiosis entre lo que se hace y el cómo se siente la persona [18].

Para Hernández y Vizán [20], estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras "S".
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

2.2.10.5 Shitsuke– Disciplina

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada [20]. Cada empleado debe mantener como hábito la puesta en práctica de los procedimientos correctos y ser disciplinados con eso. Sea cual sea la situación se debe tener en cuenta que para cada caso debe existir un procedimiento [19].

Según Hernandez y Vizán [20], las ventajas que trae consigo la aplicación de la quinta S, son:

- Se concientiza a los trabajadores hacia la organización, el orden y la limpieza.
- Se crea el hábito a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de las normas y procedimientos establecidos.

2.2.11 Metodología AHP

El Proceso de Análisis Jerárquico, es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales. Esta metodología se utiliza para resolver problemas en los cuales existe la necesidad de priorizar distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la opción más conveniente. Las decisiones a ser tomadas con el uso de esta técnica, pueden variar desde simple decisiones personales y cualitativas hasta escenarios de decisiones muy complejas y totalmente cuantitativas [21]

2.2.12 Análisis costos – beneficio

El análisis coste-beneficio (ACB) es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costes y beneficios de un proyecto (programa, intervención o medida de política), con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable desde el punto de vista del bienestar social y, si lo es, en qué medida. Para ello, los costes y beneficios deben ser cuantificados, y expresados en unidades monetarias, con el fin de poder calcular los beneficios netos del proyecto para la sociedad en su conjunto. Esta metodología muestra además quién gana y quién pierde (y por cuánto) como resultado de la ejecución del proyecto. El ACB se utiliza en la evaluación ex ante como una herramienta para la selección de proyectos alternativos o para decidir si la implementación de un proyecto concreto es socialmente deseable. También puede ser empleado ex post para cuantificar el valor social neto de un proyecto previamente ejecutado [21].

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Para el presente estudio de tesis el propietario y gerente general ha solicitado al investigador resguardar el nombre de la empresa, con lo cual, se respetará dicha petición. Sin embargo, se presentan los datos generales de la empresa:

3.1.1 Datos generales de la empresa

- **Rubro:** Fabricación y comercialización de muebles.
- **Tiempo en el mercado:** 20 años.
- **Sistema de Producción:** Intermitente. La empresa trabaja de manera directa bajo contrato o pedido.
- **Producto:** MUEBLES. Entre los más importantes solicitados por el cliente tenemos: Sofás, Mesas y Sillas.
- **Materia prima:** MADERA, por lo general en Cedro y Caoba.
- **Número de trabajadores:** La empresa cuenta, en el área de producción, con un aproximado de 17 trabajadores. Véase la Tabla 7:

Tabla 7: Número de trabajadores en el área de producción

ÁREA DE PRODUCCIÓN		Nº TRABAJADORES	FORMACIÓN
CARGO/ MANDO	Supervisor	1	Técnico/Secundaria completa
	Jefe de producción	1	Superior/Ingeniero Industrial
SUB- ÁREAS	Carpintería	7	Nivel técnico/Secundaria completa
	Pintura	5	Nivel técnico/Secundaria completa
	Tapicería	3	Nivel técnico/Secundaria completa
TOTAL		17	

Fuente: Empresa fabricante de muebles

3.1.2 Perfil organizacional y principios empresariales

- **Visión**

La empresa tiene como visión consolidarse en el mercado regional como una empresa referente y de vanguardia en el diseño, producción y comercialización de sus productos a nivel regional.

Sin embargo, actualmente la empresa aún no logra innovar nuevos diseños ya que no cuenta con los recursos para poder hacerlos por lo que no logra consolidarse aún en el mercado nacional.

- **Misión**

La empresa se dedica a la fabricación y comercialización de muebles de madera de acuerdo a los parámetros y especificaciones otorgados por el cliente satisfaciendo su necesidad.

- **Políticas**

Las políticas actuales de la empresa es la de mantenerse firme en la producción y poco a poco ir incrementando ésta para poder explorar el mercado nacional.

Asimismo, otra de las políticas de la empresa es la de mejorar la calidad con la que viene realizando su producción. Sin embargo, estas no se cumplen en su totalidad ya que la empresa no cuenta con los recursos para poder cumplirlas.

- **Organigrama**

Actualmente la empresa se encuentra organizada tal y como se muestra en la Figura N°4:

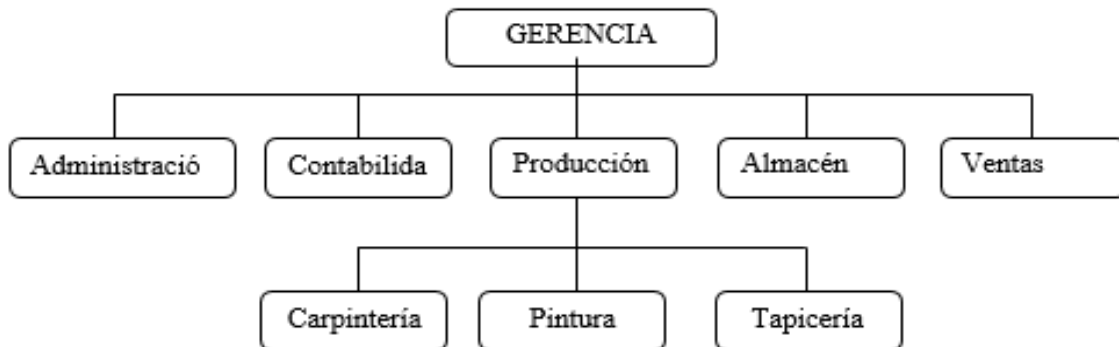


Figura 4: Organigrama general de la empresa

Fuente: Empresa fabricante de muebles

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Como se sabe el proceso de producción que emplea la empresa fabricante de muebles es un sistema intermitente, es decir, fabrica sus productos de acuerdo a los pedidos o contratos con clientes. Los productos principales que fabrica son: Sofás Contemporáneos, Mesas Norma y Sillas Andor. A continuación, se muestra el detalle de las características de estos productos.

3.2.1 Productos

A) Mueble: Juego de Sofás Contemporáneo

El juego de sofás contemporáneo es un mueble ejecutivo que por lo general es fabricado en dos colores, como son el negro y marrón. Las características generales de este producto se muestran en la Figura 5:


CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL JUEGO DE SOFÁS				
Imagen referencial	Modelo	Descripción	PRECIO SUGERIDO S/. (INC. IGV)	
	CONTEMPORÁNEO	Juego de sofás para sala de tres cuerpos hecho en madera cedro. Estructura interna 100% madera.	S/4,200.00	
		Relleno cojín de respaldo con scrap de espuma y fibra de poliéster. Tapizado con Tela tipo chenille.		
		Disponible en color negro y marrón		
		Dimensiones		
		Largo		218 cm
		Alto		76 cm
		Ancho		91 cm

Figure 5:Características generales del Sofá Contemporáneo

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Los sofás modelo contemporáneos por lo general son fabricados con madera cedro o caoba que le da una mayor calidad y estética al producto. En este producto es muy importante el correcto desarrollo del proceso de pintura y tapizado, ya que los resultados se verán reflejados en la presentación final del sofá puesto en tienda.

B) Mueble: Mesa Norma

Los modelos de Mesa Norma son del tipo de mesa comercial más demandado en la región, comúnmente usados en negocios como restaurantes, chifas y centros de consumo alimenticio. A continuación, en la figura 6 se muestran las características generales de este producto:


CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS MESAS				
Foto	Modelo	Descripción	PRECIO SUGERIDO S/. INC. IGV	
	NORMA	Mesa comercial fabricada con madera caoba y cedro, especialmente diseñada para lugares comerciales como Restaurantes y Chifas. Esta mesa puede fabricarse para 2 personas, 4 personas ó 6 personas, según la necesidad del cliente.	2 personas	100.00
			4 personas	215.00
			6 personas	489.00

Figure 6:Características generales de la mesa Norma

Fuente: Empresa fabricante de muebles

La empresa fabricante de muebles varía el precio de esta mesa cuando suele acompañarse con sillas como un juego de comedor. Sin embargo, por lo general los precios son establecidos de manera independiente tanto para las mesas como para las sillas.

C) Mueble: Sillas Andor

Las sillas Andor son el tipo de silla más demandado en estos últimos 4 años, debido a su calidad de diseño ergonómico y acabado final. La empresa fabricante de muebles produce este tipo de sillas con madera caoba o cedro, de acuerdo a la elección del cliente. En la Figura 7 se presentan las características generales de las Sillas Andor:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS SILLAS			
Foto	Modelo	Descripción	PRECIO SUGERIDO S/. INC. IGV
	ANDOR	Sillas grandes utilizadas para comedores o restaurantes, fabricado a base de madera caoba y cedro, y en colores tapizados como rojizo y perla. Medida: - Altura 1.00 m, - Asiento 0.45 m x 0.45 m Acabados con laca selladora.	Caoba 105.00
			Cedro 157.00

Figure 7:Características generales de las Sillas Andor

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Este modelo de sillas suele acompañar perfectamente con mesas fabricadas por la empresa, por ejemplo, Mesa Norma, o mesas con estilo moderno utilizadas normalmente en lugares comerciales como finos Restaurantes o Chifas.

3.2.2 Desechos y desperdicios

Los aceites usados, junto con envases, productos de limpieza y disolventes utilizados, son residuos que van ligados al funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria y los equipos presentes en el proceso de producción de este tipo de industrias. Así mismo, los sistemas de aplicación de barnices y tintes, muchas veces a través de pistolas y en el interior de cabinas, se limpian con disolvente orgánicos, generando disolvente de limpieza sucio y lodos. Algunos de los desperdicios producidos durante el proceso de producción tenemos:

- A) Recortes de madera.** Éste es el residuo de madera más frecuente. Se trata de trozos de madera de forma variada y de dimensiones que van desde varios centímetros a más de un metro. Se generan fundamentalmente en las empresas relacionadas con el sector de la madera y el mueble, tal y como se muestra en la Figura 8:



Figure 8:Recortes de madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

B) Serrín y viruta. El serrín es madera en polvo generada en los procesos de transformación y de corte. La viruta tiene un tamaño algo mayor. Se generan fundamentalmente en la fabricación de muebles y carpintería, tal y como se aprecia en la Figura 9.



Figure 9:Serrín y viruta

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Gran parte de estos residuos se producen durante las operaciones de dimensionado y mecanizado de la madera, mientras que el resto son materiales que no son susceptibles de continuar en el proceso de producción o bien son piezas defectuosas.

3.2.3 Materiales e insumos

A. Materia prima

La materia prima fundamental es la MADERA, de la que se obtiene un producto que queda definido por la calidad de la especie o especies utilizadas y por el destino del mismo. En este caso, por políticas de la empresa, ésta sólo trabaja con dos tipos de madera: CEDRO Y CAOBA, tal y como se muestra en las Figuras 10 y 11:



Figure 10:Muestra de madera Caoba

Fuente: Empresa fabricante de muebles



Figure 11:Muestra de madera Cedro

Fuente: Empresa fabricante de muebles

En el mercado nacional la madera Caoba y Cedro son las más cotizadas en la industria del mueble, es por tal motivo, que la empresa en estudio se enfoca en fabricar sus productos en base a esta calidad de madera.

B. Insumos

Según la empresa fabricante de muebles, para sus tres productos principales (sofá contemporáneo, mesa norma y sillas andor), los insumos utilizados son particularmente los mismos, el cual se detallan en la Tabla 8:

Tabla 8: Insumos utilizados en la fabricación de muebles

Insumos utilizados en la fabricación de muebles	
Selladora paracas	Tintes
Barniz marino paracas	Thiner
Tecnocola	Bisagras
Tecnocola extra	Lijas
Tecnocola ultra	Clavos
Cola unica cpp	Lisos
Terochap	+ espira lados
Preservantes duramad	+ En rollo
Preservantes anypsa	Accesorios para carpintería
Preservantes san felipe	Tapices/ Telas/ esponjas

Fuente: Empresa fabricante de muebles

C. Equipos y herramientas

La empresa fabricante de muebles cuenta con diversos equipos para su funcionamiento, así como herramientas, las cuales se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9: Equipos y herramientas para la fabricación de muebles

Equipos y Herramientas de trabajo	
Sierra circular	Alicates
Taladro	Llave francesa 12"
Serrucho costilla	Llave francesa 10"
Serruchos mediano y grande	Martillos
Cepillo N° 3	Comba pequeña
Cepillo N° 4	Arco de sierra
Cepillo N° 6	Caballetes
Juego de formones	Banco de trabajo
Escuadra grande y mediana	Soplete
Piedra de afilar	Desarmadores
Lijadora,	Alicates
Regruesadora,	winchas
Tupí espigadora,	Centímetro
Garlopas.	Escopeleadora,
Gramiles,	Pulidora,
Guías de corte y prensa de ajuste, entre otros	

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Estos equipos y herramientas son utilizados para fabricar la mayoría de sus productos, tales como los sofás contemporáneos, la mesa norma y las sillas andor.

3.2.4 Proceso de producción

El proceso de producción de la empresa fabricante de muebles pasa por tres sub-áreas que son: Carpintería, Pintura y Tapizado. Las actividades de producción para los tres productos (sofá contemporáneo, mesa norma y silla andor) suelen ser los mismos, excepto, las mesas que no incluyen el proceso de tapizado. A continuación, se muestra el detalle general de las actividades de producción.

3.2.4.1 Actividades de producción: Sub-área Carpintería.

Los procesos de carpintería son el punto de partida para el inicio de la fabricación del mueble (sofá, mesa o silla). La empresa fabricante de muebles define sus procesos de la siguiente manera:

A) Selección de madera

El proceso se inicia con la selección de la madera que hace el carpintero, de acuerdo a las dimensiones especificadas en la hoja de producción. Así mismo, selecciona la madera de acuerdo al tipo, si es madera Caoba o Cedro.

B) Cortado de la madera

En esta etapa el maestro carpintero habilita la madera y comienza a realizar los cortes respectivos respecto al diseño pre-establecido. En la Figura 12 se ejemplifica este proceso.

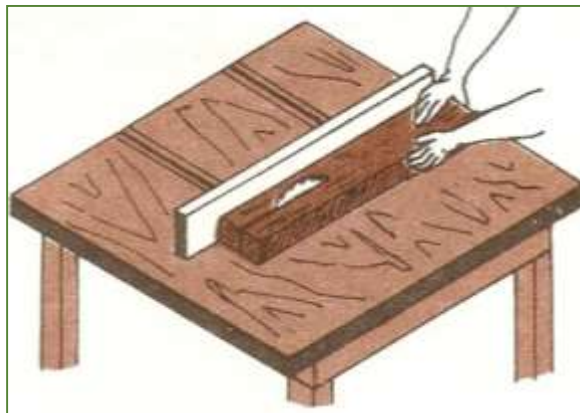


Figure 12:Corte de la madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

C) Cepillado

A través de una máquina cepilladora, el carpintero comienza a quitar la irregularidad y emparejar la superficie de la madera. En la Figura 13 se ejemplifica este proceso.



Figure 13:Cepillado de la madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

D) Pegado

En esta operación el operario comienza a unir algunas piezas con pegamento y clavos, y así ir armando poco a poco la estructura del producto. En la Figura 14 se ejemplifica este proceso.



Figure 14: Pegado de madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

E) Pulido

Luego de la operación anterior, el operario comienza a pulir la madera a través de lijas con la finalidad de ir eliminando asperezas o imperfecciones. En la Figura 15 se ejemplifica este proceso.



Figure 15: Pulido de la madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

F) Ensamblado

En esta operación el trabajador comienza a unir por completo todas las piezas trabajadas y a ensamblarlas una a una. En la Figura 16 se ejemplifica este proceso.



Figure 16:Ensamblaje de la madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

G) Lijado

En esta última operación, el carpintero termina su actividad realizando un último lijado, alisando de esta manera el material trabajado, y dejándolo listo para el área de pintura. En la Figura 17 se ejemplifica este proceso.



Figure 17:Ensamblaje de la madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

3.2.4.2 Actividades de producción: Sub-área Pintura.

Una vez llevado a cabo los procesos de carpintería, el producto semiterminado pasa a la sub-área de Pintura para las siguientes actividades. La empresa fabricante de muebles define sus procesos de la siguiente manera:

A) Inspección

Cuando el semiproducto llega al área de pintura, el operario teniendo ya su hoja de producción, realiza como primera actividad una inspección general, que consiste básicamente en determinar si existe algún error en el ensamble de la madera, como, por ejemplo: Que esté mal clavado, o que siga habiendo imperfecciones muy notorias luego del lijado, etc. Si el maestro pintor, encontrase un desperfecto, lo regresa para ser corregido al área de carpintería, por lo consiguiente, si encontrase un error pequeño y breve de corregir, lo corregirá él mismo pintor y continuará con la siguiente operación. Un ejemplo de esta actividad se puede apreciar en la Figura 18:



Figure 18:Inspección del semiproducto

Fuente: Empresa fabricante de muebles

B) Enmasillado

En esta operación el maestro pintor, comienza a masillar o curar algunas imperfecciones en la madera con la finalidad de mantenerlo liso. Un ejemplo de esta actividad se puede apreciar en la Figura 19:



Figure 19: Enmasillado de la madera

Fuente: Empresa fabricante de muebles

C) Primer Lijado

Luego del enmasillado, el operario espera un tiempo de 5 a 10 minutos, para después realizar el lijado del mismo. Un ejemplo de esta actividad se puede apreciar en la Figura 20:



Figure 20: Primer lijado

Fuente: *Manual del carpintero industrial (2010)*

D) Primer teñido

Este primer teñido consiste principalmente en aplicar un preservante para inhibir específicamente la propagación de organismos tales como: Moho, Hongos, Termitas, Polillas y Larvas. En la Figura 21 se ejemplifica este proceso.



Figure 21:Primer teñido

Fuente: Manual del carpintero industrial (2010)

E) Segundo teñido

En este segundo teñido el operario hace una mezcla de base de agua con colores oscuros y comienza aplicar suavemente por toda la madera. En la Figura N°22 se ejemplifica este proceso.



Figure 22:Segundo teñido

Fuente: empresa fabricante de muebles

F) Sellado

En esta actividad el maestro pintor comienza a pintar la madera aplicando varias capas muy finas de laca sobre la superficie de madera. El resultado es una superficie de apariencia muy lisa, con un gran brillo y muy suave al tacto. En la Figura 23 se ejemplifica este proceso.



Figure 23: Sellado

Fuente: Empresa fabricante de muebles

G) Segundo lijado

Luego del sellado, sigue la operación del lijado o pulido, esta actividad tiene por finalidad dejar la superficie de madera lista para el acabado.

H) Rectificado

El rectificado consiste básicamente en corregir algunas tonalidades en el color de la madera, ya sea que esté muy oscuro o demasiado claro.

I) Acabado

En esta operación el pintor da el acabo final, con una pistola de pintar, al producto semiterminado (si fuese una silla con tapizado) o producto terminado (si fuese un cama o mesa). En la Figura 24 se ejemplifica este proceso.



Figure 24:Acabado

Fuente: empresa fabricante de muebles

3.2.4.3 Actividades de producción: Sub-área Tapizado.

Una vez llevado a cabo los procesos de pintura, el producto semiterminado pasa a la sub-área de Tapicería (el proceso no aplica para las mesas). Esta es la etapa más sencilla del proceso de producción, en donde la empresa fabricante de muebles, de manera general desarrolla tres operaciones:

- **Cortado de la espuma:** Se corta la espuma de acuerdo a las mediciones hechas previamente por el operario.
- **Moldeado:** Este proceso, se realiza en base a las medidas de los cojines (sofá) o el asiento (sillas).
- **Ensamblado:** Es la etapa final en donde el tapizado queda terminado y pasa directamente a almacén.

3.2.5 Sistema de producción

En el sentido más amplio, un sistema de producción es cualquier actividad que produzca algo. Sin embargo, se define de manera más formal como aquello que toma un insumo y lo transforma en una salida o producto con valor inherente [22].

Un sistema de producción le otorga a un empresario o fabricante la estructura que facilita la descripción y ejecución de un proceso productivo, es decir, es la automatización de la producción en sí misma.

Se acepta que existen tres tipos tradicionales de sistemas de producción, que son: la producción por trabajos o bajo pedido, la producción por lotes y la producción continua [23].

Sin embargo, cada tipo de producción tiene características específicas y requieren condiciones diferentes para que sea eficaz su implantación y operación.

3.2.5.1 Producción por trabajos o bajo pedido.

Es el utilizado por la Empresa Fabricadora de Muebles que produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Sólo después del contrato o encargo de un determinado producto, la empresa lo elabora. En primer lugar, el producto se ofrece al mercado. Cuando se recibe el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis más detallado del trabajo que se realizará. Este análisis del trabajo involucra:

- Una lista de todos los materiales necesarios para hacer el trabajo encomendado.
- Una relación completa del trabajo a realizar, dividido en número de horas para cada tipo de trabajo especializado.
- Un plan detallado de secuencia cronológica, que indique cuando deberá trabajar cada tipo de mano de obra y cuándo cada tipo de material deberá estar disponible para poder ser utilizado.

El caso más simple de producción bajo pedido es el de taller o de la producción unitaria. Es el sistema en el cual la producción se hace por unidades o cantidades pequeña, cada producto a su tiempo lo cual se modifica a medida que se realiza el trabajo. El proceso productivo es poco automatizado y estandarizado.

3.2.6 Definición de la línea de producción a mejorar

3.2.6.1 Producción histórica de sillas

La empresa fabricante de muebles ha venido teniendo una producción inestable desde el año 2015, el cual, debido a la baja productividad, no ha logrado consolidar un buen resultado en la producción de sillas, tal y como se muestra en la Figura 25:



Figura 25: Producción histórica de sillas

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Tal y como se puede apreciar en la figura 25, desde el año 2015 al 2018 la producción de sillas ha venido siendo inconstante, sin embargo, en comparación a los otros dos productos de la empresa, es la que mejor número de unidades ha logrado producir.

3.2.6.2 Producción histórica de mesas

La producción histórica de mesas en la empresa fabricante de muebles también se encuentra sometida a la inestabilidad de los resultados anuales desde el año 2015 hasta el año 2018. La baja productividad viene siendo una vez más viene siendo el problema principal del área de producción. A continuación, en la figura 26 se muestra dicha estadística:

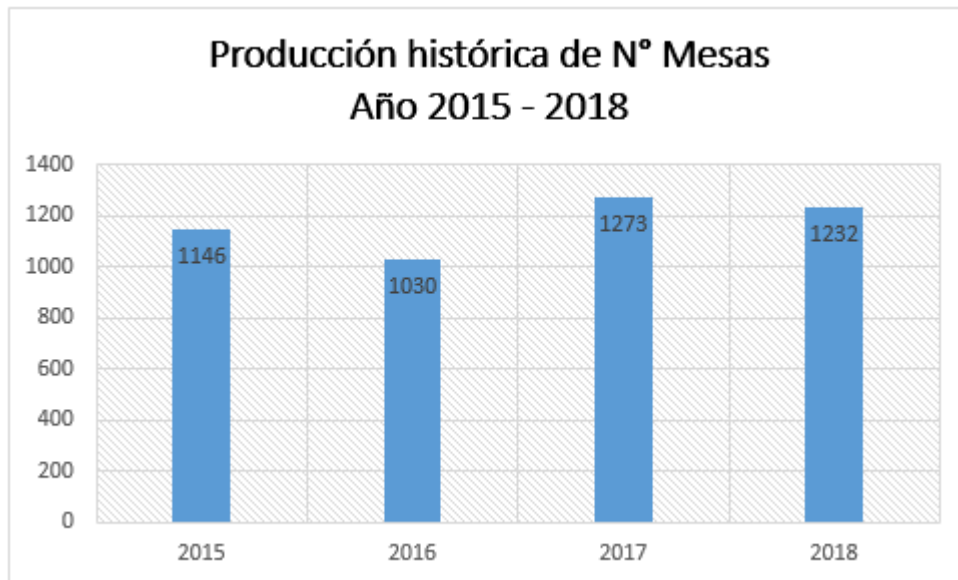


Figura 26: Producción histórica de mesas

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Tal y como se puede apreciar en la figura 26, desde el año 2015 al 2018 la producción de mesas ha venido siendo inestable, sin embargo, en los dos últimos años su producción ha venido presentando un mínimo incremento en comparación a los dos años anteriores.

3.2.6.3 Producción histórica de Sofás

Definitivamente la producción histórica de sofás es la que mayor preocupación viene generando en la gerencia y dueños de la empresa, debido a que desde el año 2015 hasta el año 2018 la producción ha venido cayendo paulatinamente sin ninguna mejora en estos últimos cuatro años. Los problemas de baja productividad han tenido gran impacto principalmente en esta línea de producción, tal y como se puede apreciar en la figura 27:

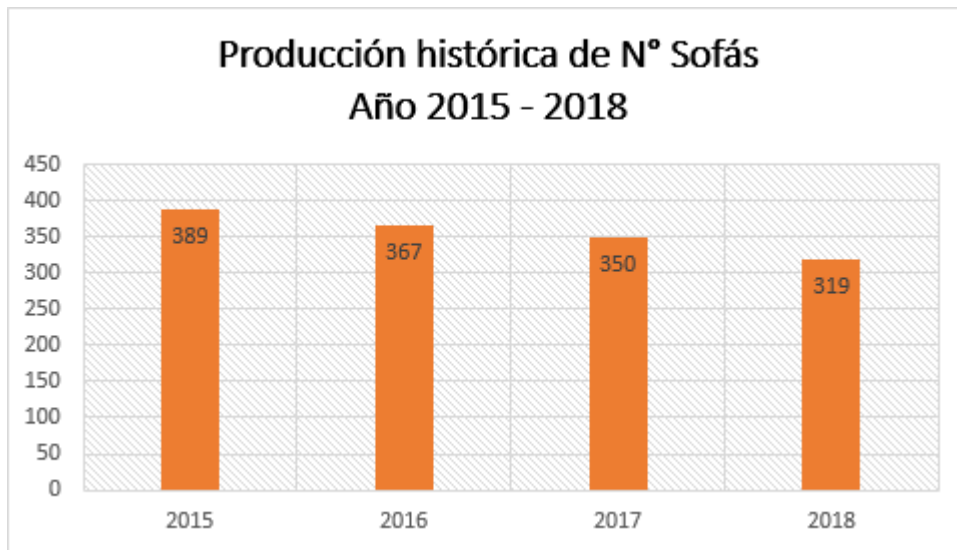


Figura 27: Producción histórica de Sofás

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Como se puede observar en la figura 27, la producción sigue disminuyendo año tras año, y las mejoras en los procesos de esta línea de producción vienen siendo prácticamente nulas. Así mismo, cabe resaltar que, por información fidedigna de la empresa, la línea de sofás representa el producto con mayor margen de utilidad bruta. Por lo tanto, el estudio de la propuesta de mejora de procesos debería enfocarse principalmente en esta línea de producción.

3.2.6.4 Participación de utilidad bruta de los productos fabricados por la empresa

Existe una gran necesidad que se alinea a los objetivos de la gerencia, y es lograr la mejora de procesos de la línea de producción de sofás, esto debido a la decreciente producción que ha venido sufriendo en éstos últimos cuatro años. Así mismo, porque la línea de sofás representa más del 50% de participación en la utilidad bruta de la empresa fabricante de muebles, tal y como se puede observar en la tabla 10 y en la figura 28:

Tabla 10: Utilidad bruta promedio durante el año 2018

UTILIDAD BRUTA PROMEDIO AÑO 2018				
Mes	Sofás	Mesas	Sillas	Sub-Total
Enero	54%	26%	20%	100%
Febrero	54%	28%	18%	100%
Marzo	51%	28%	21%	100%
Abril	53%	23%	24%	100%
Mayo	51%	25%	24%	100%
Junio	54%	24%	22%	100%
Julio	52%	26%	22%	100%
Agosto	53%	24%	23%	100%
Setiembre	59%	24%	17%	100%
Octubre	58%	21%	21%	100%
Noviembre	56%	20%	24%	100%
Diciembre	55%	19%	26%	100%
TOTAL	54%	24%	22%	100%

Fuente: Empresa fabricante de muebles



Figura 28: Participación de utilidad bruta en el Año 2018

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Según lo mostrado en tabla 10 y en la figura 28, se observa que la producción de sillas representa el 22% de participación en la utilidad bruta. Así mismo, la producción de mesas tiene una participación del 24% de la utilidad bruta. Finalmente, la producción de sofás es la que mayor participación de utilidad bruta posee con un 54%. De tal manera que, el presente estudio enfocará la propuesta de mejora para la línea de producción de sofás.

3.2.6.5 Tiempo de ciclo de las líneas de producción de muebles

Los tiempos de ciclo indican el tiempo total que demora en producir una unidad de un producto, teniendo en cuenta el tiempo base de trabajo. En este caso, para la empresa fabricante de muebles, considera un tiempo de base de 8 horas diarias por 6 días a la semana, siendo así, un tiempo base equivalente a 480 min/día. Además de ello, teniendo en cuenta, la producción promedio diaria de cada mueble (sofá, mesas y sillas), se pudo determinar la estadística del tiempo de ciclo promedio por cada producto. Tal y como se muestra en la figura 29:



Figura 29: Tiempos de ciclo de las líneas de producción de muebles

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en la figura 29, se puede apreciar que la producción de sillas tiene un tiempo de ciclo promedio de 96 min/silla. Así mismo, la producción de mesas posee un tiempo de ciclo promedio de 160 min/mesa. Finalmente, la producción de sofás tiene un tiempo de ciclo promedio de 460 min/sofá, siendo esta última la de mayor tiempo de ciclo, la de menor baja de producción histórica, y, sobre todo, la que mayor participación tienen en la utilidad bruta de la empresa. Por tal motivo, el presente estudio de tesis se enfocará en la mejora de procesos de la línea de producción de sofás.

3.2.7 Diagrama de flujo del proceso de producción del Sofá Contemporáneo

La empresa fabricante de muebles utiliza para la producción del Sofá Contemporáneo, el cual se muestra en la Figura 30:

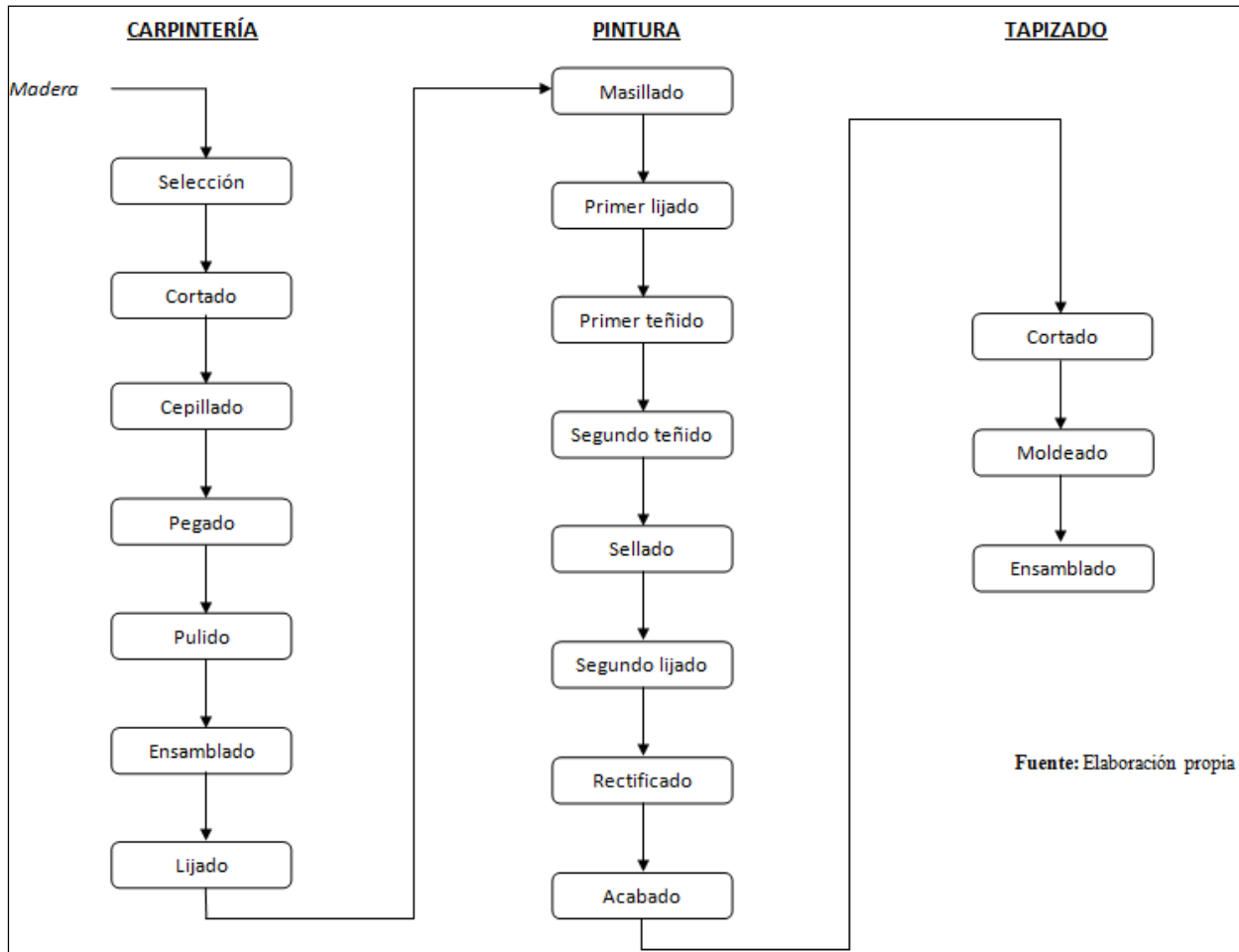


Figura 30: Diagrama de flujo del proceso de producción del Sofá Contemporáneo
Fuente: Empresa fabricante de muebles

3.2.8 Diagrama actual de análisis de operaciones

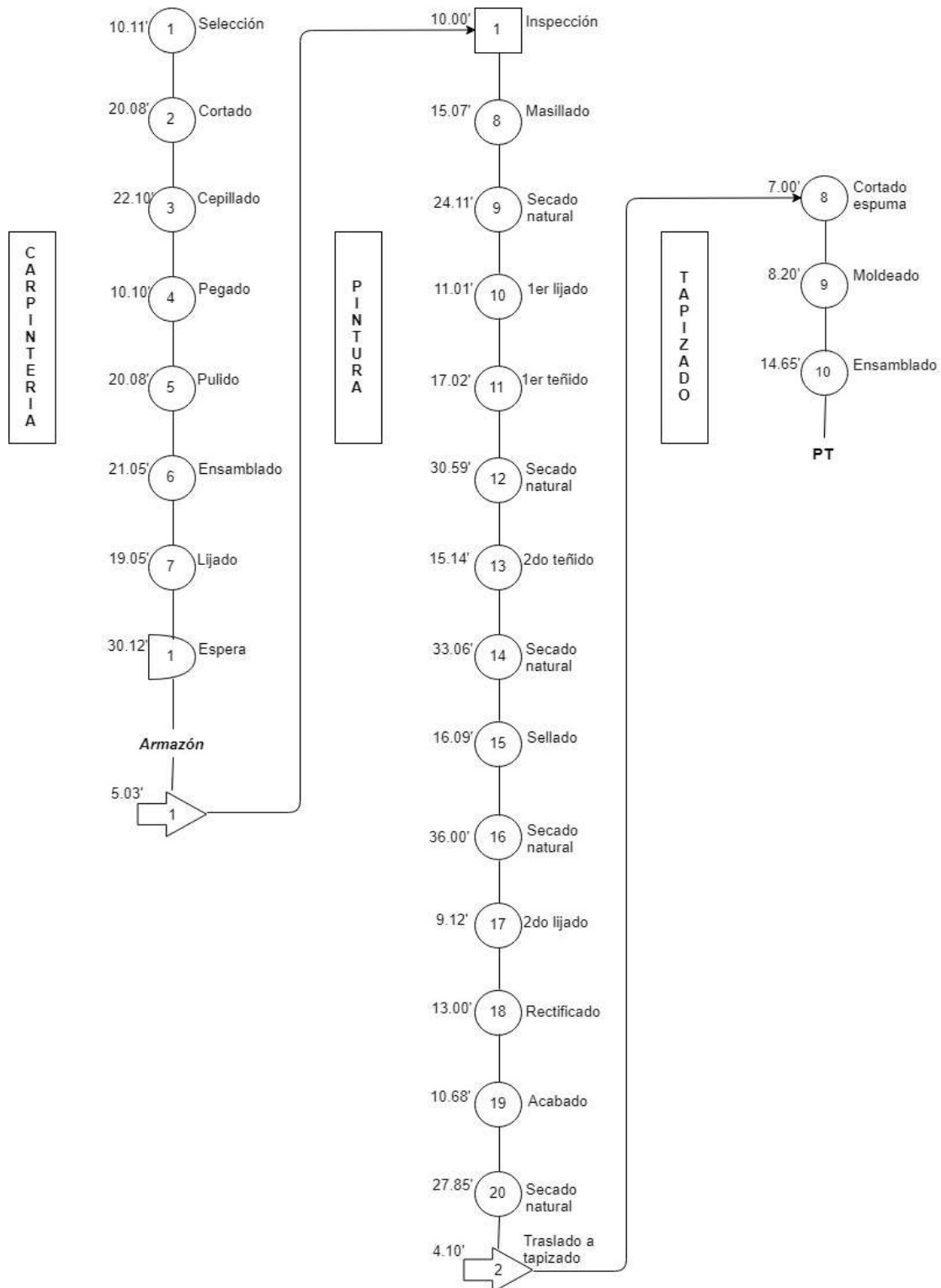


Figura 32: Actual diagrama de análisis de operaciones
Fuente: Empresa fabricante de muebles

3.2.9 Diagrama de recorrido actual

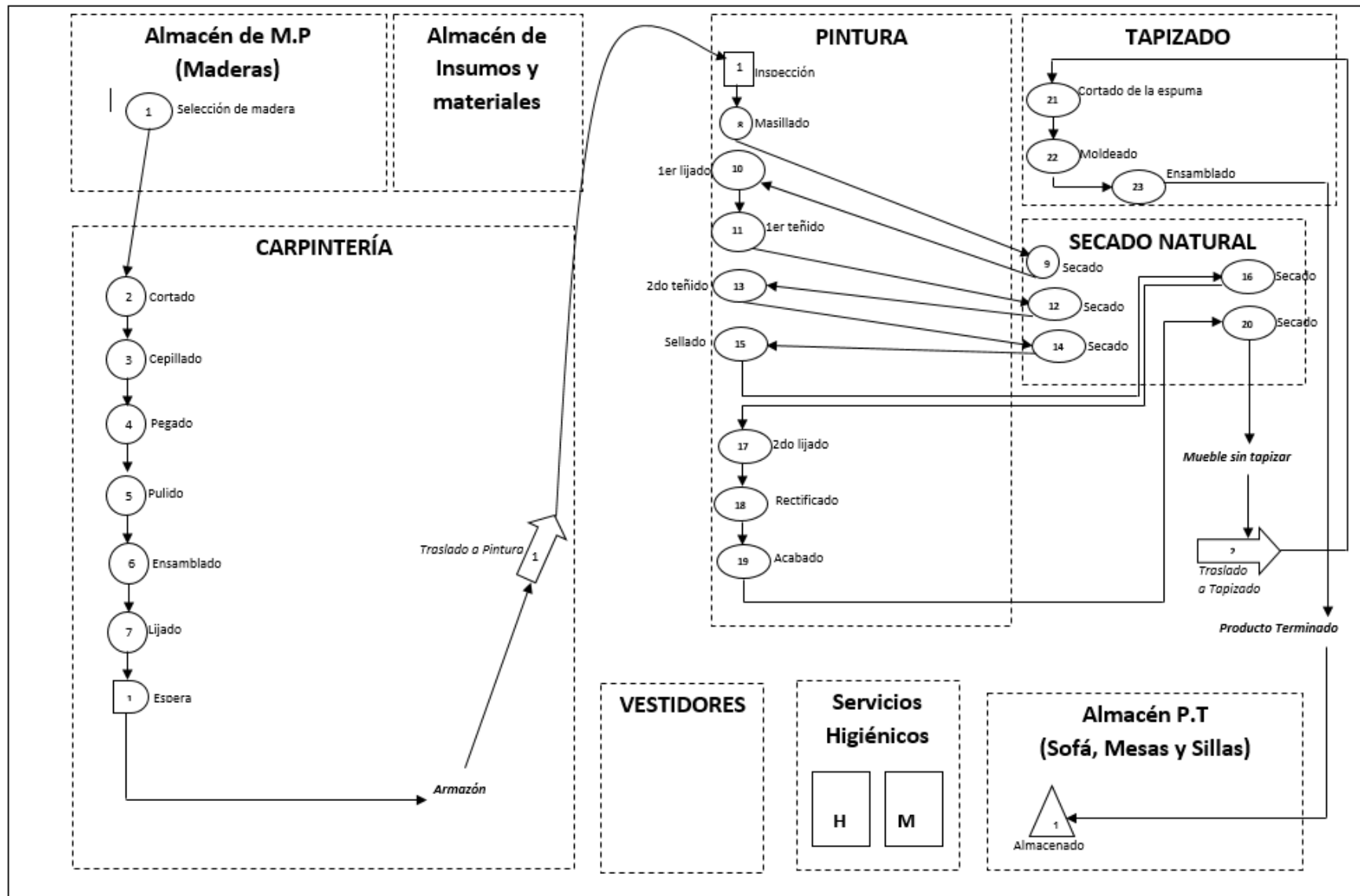


Figura 32: Diagrama de recorrido actual en la línea de producción de sofás

Fuente: Elaboración propia

3.2.10 Indicadores actuales de producción y productividad

3.2.10.1 Producción

Para calcular la producción se debe tener en cuenta que la empresa fabricante de muebles labora un turno de 8 horas al día, de 6 días a la semana. Por lo tanto, el tiempo base es de 540 min/día.

$$Tiempo\ Base = \frac{1\ turno}{1\ día} \times \frac{8\ h}{turno} \times \frac{60\ min}{h}$$

$$Tiempo\ Base = 480\ min/día$$

En el proceso de producción intervienen 15 operarios, los cuales se distribuyen por etapas. A continuación, se muestra el cálculo de la producción de sofás contemporáneos.

- **Cálculo de la producción de sofás contemporáneos**

En la tabla 10 se muestra un resumen de los tiempos promedios de la fabricación de sofás contemporáneos determinados anteriormente:

Tabla 11: Análisis de proceso de fabricación de sofás contemporáneos

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio (min)
CARPINTERÍA	1 Selección	10.11
	2 Cortado madera	20.08
	3 Cepillado	22.10
	4 Pegado	10.10
	5 Pulido	20.08
	6 Ensamblado	21.05
	7 Lijado	19.05
	8 Espera	30.12
	9 Traslado a Pintura	5.03
PINTURA	10 Inspección	10.00
	11 Masillado	15.07
	12 Secado natural	24.11
	13 1er lijado	11.01
	14 1er teñido	17.02
	15 Secado natural	30.59
	16 2do teñido	15.14
	17 Secado natural	33.06
	18 Sellado	16.09
	19 Secado natural	36.00
	20 2do lijado	9.12
	21 Rectificado	13.00
	22 Acabado	10.68
	23 Secado natural	27.85
	24 Traslado a tapizado	4.10
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00
	26 Moldeado de espuma	8.20
	27 Ensamblado	14.65
TOTAL		460.41

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Como se puede observar en la tabla 11 las actividades que generan mayor tiempo son las operaciones de secado natural. Así mismo, el proceso de fabricación de sofás contemporáneos tiene un tiempo de ciclo de 460 min/uni. A continuación, se muestra el cálculo de producción de sofás contemporáneos:

Usando la fórmula de

$$P = \frac{\text{Tiempo Base}}{\text{Tiempo de Ciclo}}$$

$$P = \frac{480 \text{ min/día}}{460.41 \text{ min/sofás}} = 1,04 \text{ sofás/día}$$

Para hallar la producción de sofás mensual, se tomó en cuenta un promedio de 26 días efectivos por mes, obteniendo:

$$P = 1,04 \frac{\text{sofás}}{\text{día}} \times 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 27 \text{ sofás/mes}$$

- **Producción Real**

En las tablas 12 y 13 se muestran la producción real de sofás del año 2018 y lo que va del año 2019.

Tabla 12: Producción de sofás Año 2018

Mes	Días laborales	Producción (Sofás)
Enero	26	28
Febrero	24	25
Marzo	26	27
Abril	25	25
Mayo	26	28
Junio	26	27
Julio	25	26
Agosto	26	27
Setiembre	26	26
Octubre	26	28
Noviembre	26	27
Diciembre	25	25
Total Año 2018		319

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Tabla 13: Avance de producción de sofás Año 2019

Mes	Días laborales	Producción (Sofás)
Enero	26	25
Febrero	25	24
Marzo	27	25
Abril	26	25
Total Avance Año 2019		99

Fuente: Empresa fabricante de muebles

En las Tablas 12 se muestra la producción de sofás mensual durante el año 2018 haciendo un promedio de 26 sofás por mes. Así mismo, el avance de la producción promedio mensual en lo que va del año 2019 es de 24,75 sofás por mes, una cifra inferior al avance del año 2018.

3.2.10.2 Productividad

En el presente estudio, se determinará los indicadores actuales de productividad de mano de obra y productividad de horas hombre. A continuación, se muestra el detalle:

- **Productividad de mano de obra**

En la tabla 13 se muestra el resultado de la productividad de mano de obra, utilizando la producción mensual de sofás y el número de operarios por mes durante el año 2018.

Tabla 14: Productividad de mano de obra

Mes	Días laborales	Producción (Sofás)	N° de Operarios	Productividad M.O
Enero	26	28	15	1.87
Febrero	24	25	15	1.67
Marzo	26	27	15	1.80
Abril	25	25	15	1.67
Mayo	26	28	15	1.87
Junio	26	27	15	1.80
Julio	25	26	15	1.73
Agosto	26	27	15	1.80
Setiembre	26	26	15	1.73
Octubre	26	28	15	1.87
Noviembre	26	27	15	1.80
Diciembre	25	25	15	1.67
PROMEDIO 2018		27	15	1.8

Fuente: Empresa fabricante de muebles

$$- \text{Productividad MO} = \frac{\text{Producción}}{\text{N° operarios}} = \frac{27 \text{ sofás/mes}}{15 \text{ operarios/mes}}$$

$$- \text{Productividad MO} = \mathbf{1,8 \text{ sofás/mes} * \text{operario}}$$

Como se puede observar la productividad de mano de obra promedio durante el año 2018 fue de 1,8 sofás/mes*operario. Así mismo, la productividad de mano de obra más bajo del año fue de 1,67; y la más alto del año fue de 1,87. Por tal motivo, el resultado actual de este indicador se considera bajo debido también al paulatino decrecimiento que ha venido sufriendo la producción de sofás desde el año 2015 hasta el año 2018, tal y como se mostró en la figura 27.

- **Productividad de horas hombre**

Se calculó la relación entre la producción total obtenida en cada mes y los recursos utilizados, estos referidos a las horas de mano de obra, obteniendo la productividad como se puede observar en la tabla 14:

Tabla 15: Productividad de horas hombre

Mes	Días laborales	Horas por día	Horas por mes	Producción (Sofás)	Productividad HH
Enero	26	8	208	28	0.135
Febrero	24	8	192	25	0.130
Marzo	26	8	208	27	0.130
Abril	25	8	200	25	0.125
Mayo	26	8	208	28	0.135
Junio	26	8	208	27	0.130
Julio	25	8	200	26	0.130
Agosto	26	8	208	27	0.130
Setiembre	26	8	208	26	0.125
Octubre	26	8	208	28	0.135
Noviembre	26	8	208	27	0.130
Diciembre	25	8	200	25	0.125
PROMEDIO 2018		8.0	204.7	27	0.132

Fuente: Empresa fabricante de muebles

$$- \text{Productividad HH} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas de MO}} = \frac{27 \text{ sofás/mes}}{204.7 \text{ horas/mes}}$$

$$- \text{Productividad HH} = \mathbf{0,132 \text{ Sofás/HH}}$$

Según la tabla 15, se puede observar que la productividad promedio durante el año 2018 fue de 0,13 sofás/HH. Así mismo, los meses con menor productividad fueron de 0,125 sofás/HH,

y los de mayor productividad fueron de 0,132 sofás/HH. Por tal motivo, el resultado actual de este indicador se considera bajo debido también al paulatino decrecimiento que ha venido sufriendo la producción de sofás desde el año 2015 hasta el año 2018, tal y como se mostró en la figura 27.

3.2.10.3 Eficiencia

- **Eficiencia física**

La eficiencia física se halló de la siguiente manera, teniendo en cuenta la cantidad de madera utilizada en la producción de sofás y la cantidad de madera comprada para la producción de la misma, tal y como se puede observar en la tabla 16.

Tabla 16: Eficiencia física de los sofás durante el año 2018

Mes	Producción (Sofás)	Prim. Cant. Madera por Sofá (kg)	Cantidad Madera Utilizada (ton)	Cantidad de Madera comprada (ton)	Eficiencia Física
Enero	28	90	2.52	3.00	0.84
Febrero	25	90	2.25	2.60	0.87
Marzo	27	90	2.43	2.75	0.88
Abril	25	90	2.25	2.60	0.87
Mayo	28	90	2.52	3.10	0.81
Junio	27	90	2.43	2.95	0.82
Julio	26	90	2.34	2.70	0.87
Agosto	27	90	2.43	3.00	0.81
Setiembre	26	90	2.34	2.86	0.82
Octubre	28	90	2.52	2.90	0.87
Noviembre	27	90	2.43	3.00	0.81
Diciembre	25	90	2.25	2.80	0.80
PROMEDIO 2018		90.0	2.39	2.86	0.84

Fuente: Empresa fabricante de muebles

$$- \text{Eficiencia Física} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumo requerido}} = \frac{2.39 \text{ ton de madera utilizada}}{2.86 \text{ ton de mandera compra}}$$

$$- \text{Eficiencia Física} = \mathbf{0.84 = 84\%}$$

Por lo tanto, la eficiencia física de la producción de sofás durante el año 2018, en cuanto a la madera utilizada, fue del 84%. Así mismo, el mes con menor eficiencia fue del 80%, y el mes con mayor eficiencia fue del 88%.

- **Eficiencia Económica**

A continuación, se muestra en la tabla 15, el detalle de egresos e ingresos económicos durante la producción de sofás en el año 2018, información facilitada por la empresa fabricante de muebles. Así mismo, se obtiene el cálculo de la eficiencia económica mensual y anual.

Tabla 17: Ingreso y Egresos del Año 2018

Mes	Producción (Sofás)	Precio Promedio por Sofá	Ingreso Mensual (S/)	EGRESOS								Total Egresos (S/)	Eficiencia Económica
				Madera	Masilla	Pinturas	Tapiz	Espuma	Accesorios	Costo Mano de Obra	Servicios		
Enero	28	S/ 4,200.00	S/ 117,600.00	S/ 25,899.00	S/ 5,762.40	S/ 8,232.00	S/ 4,939.20	S/ 4,116.00	S/ 1,646.40	S/ 22,500.00	S/ 8,232.00	S/ 81,327.00	1.45
Febrero	25	S/ 4,100.00	S/ 102,500.00	S/ 30,425.00	S/ 5,022.50	S/ 7,175.00	S/ 4,305.00	S/ 3,587.50	S/ 1,435.00	S/ 22,500.00	S/ 7,175.00	S/ 81,625.00	1.26
Marzo	27	S/ 4,300.00	S/ 116,100.00	S/ 21,861.00	S/ 5,688.90	S/ 8,127.00	S/ 4,876.20	S/ 4,063.50	S/ 1,625.40	S/ 22,500.00	S/ 8,127.00	S/ 76,869.00	1.51
Abril	25	S/ 4,200.00	S/ 105,000.00	S/ 23,985.00	S/ 5,145.00	S/ 7,350.00	S/ 4,410.00	S/ 3,675.00	S/ 1,470.00	S/ 22,500.00	S/ 7,350.00	S/ 75,885.00	1.38
Mayo	28	S/ 4,000.00	S/ 112,000.00	S/ 22,251.00	S/ 5,488.00	S/ 7,840.00	S/ 4,704.00	S/ 3,920.00	S/ 1,568.00	S/ 22,500.00	S/ 7,840.00	S/ 76,111.00	1.47
Junio	27	S/ 4,200.00	S/ 113,400.00	S/ 28,469.00	S/ 5,556.60	S/ 7,938.00	S/ 4,762.80	S/ 3,969.00	S/ 1,587.60	S/ 22,500.00	S/ 7,938.00	S/ 82,721.00	1.37
Julio	26	S/ 4,100.00	S/ 106,600.00	S/ 22,386.00	S/ 5,223.40	S/ 7,462.00	S/ 4,477.20	S/ 3,731.00	S/ 1,492.40	S/ 22,500.00	S/ 7,462.00	S/ 74,734.00	1.43
Agosto	27	S/ 4,200.00	S/ 113,400.00	S/ 27,863.00	S/ 5,556.60	S/ 7,938.00	S/ 4,762.80	S/ 3,969.00	S/ 1,587.60	S/ 22,500.00	S/ 7,938.00	S/ 82,115.00	1.38
Setiembre	26	S/ 4,100.00	S/ 106,600.00	S/ 26,998.00	S/ 5,223.40	S/ 7,462.00	S/ 4,477.20	S/ 3,731.00	S/ 1,492.40	S/ 22,500.00	S/ 7,462.00	S/ 79,346.00	1.34
Octubre	28	S/ 4,100.00	S/ 114,800.00	S/ 23,778.00	S/ 5,625.20	S/ 8,036.00	S/ 4,821.60	S/ 4,018.00	S/ 1,607.20	S/ 22,500.00	S/ 8,036.00	S/ 78,422.00	1.46
Noviembre	27	S/ 4,100.00	S/ 110,700.00	S/ 28,669.00	S/ 5,424.30	S/ 7,749.00	S/ 4,649.40	S/ 3,874.50	S/ 1,549.80	S/ 22,500.00	S/ 7,749.00	S/ 82,165.00	1.35
Diciembre	25	S/ 4,000.00	S/ 100,000.00	S/ 29,899.00	S/ 4,900.00	S/ 7,000.00	S/ 4,200.00	S/ 3,500.00	S/ 1,400.00	S/ 22,500.00	S/ 7,000.00	S/ 80,399.00	1.24
TOTAL	319	S/49,600.00	S/1,318,700.00	S/312,483.00	S/64,616.30	S/92,309.00	S/55,385.40	S/46,154.50	S/18,461.80	S/ 270,000.00	S/92,309.00	S/ 951,719.00	1.39

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Para el cálculo de la eficiencia económica se utilizó la siguiente fórmula, donde se obtuvo el valor de S/1,39 durante el año 2018.

$$- \text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}} = \frac{S/1,318,700.00}{S/951,719.00}$$

$$- \text{Eficiencia Económica} = \mathbf{1.39}$$

Por lo tanto, la eficiencia de 1.39 obtenido durante el año 2018 significa que, por cada S/1,00 invertido en la producción de sofás, la empresa ganó S/0,39. Así mismo, el mes que más obtuvo mayor eficiencia económica fue Marzo con un valor de 1.51. Por tal motivo, el resultado actual de este indicador se considera bajo debido también al paulatino decrecimiento que ha venido sufriendo la producción de sofás desde el año 2015 hasta el año 2018, tal y como se mostró en la figura 27.

3.2.10.4 Tiempo

- **Cuello de Botella**

Cuello de botella = 36 min /op-día

En la siguiente tabla 18 se puede apreciar el detalle de los tiempos que toma cada actividad en cada una de las sub-áreas por donde se desarrolla el proceso de producción de sofás:

Tabla 18: Tiempos promedio fabricación de sofás

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio (min)
CARPINTERÍA	1 Selección	10.11
	2 Cortado madera	20.08
	3 Cepillado	22.10
	4 Pegado	10.10
	5 Pulido	20.08
	6 Ensamblado	21.05
	7 Lijado	19.05
	8 Espera	30.12
	9 Traslado a Pintura	5.03
PINTURA	10 Inspección	10.00
	11 Masillado	15.07
	12 Secado natural	24.11
	13 1er lijado	11.01
	14 1er teñido	17.02
	15 Secado natural	30.59
	16 2do teñido	15.14
	17 Secado natural	33.06
	18 Sellado	16.09
	19 Secado natural	36.00
	20 2do lijado	9.12
	21 Rectificado	13.00
	22 Acabado	10.68
	23 Secado natural	27.85
	24 Traslado a tapizado	4.10
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00
	26 Moldeado de espuma	8.20
	27 Ensamblado	14.65
TOTAL		460.41

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Por lo tanto, se puede apreciar en la tabla 18 que la actividad N°19, “secado natural” en la sub-área de Pintura, representa el **cuello de botella del proceso de producción de sofás, con un tiempo de 36 min**. Así mismo, se puede apreciar que en general las actividades de “secado natural” suelen ser las que generan mayores tiempos muertos. Además, las actividades N°08 y N°09 generan un tiempo improductivo de aproximadamente 30 min y 15 min respectivamente sólo para pasar a la sub-área de pintura. En adelante, para practicidad en los cálculos, los tiempos promedios para cada actividad se trabajará en base al número entero.

- **Tiempo de ciclo**

Tiempo de ciclo = 460.41 min/sofá

Según la tabla 18, se puede apreciar que el proceso de producción de sofás posee en tiempo de ciclo actual de 460 min por sofá (valor redondeado).

3.2.10.5 Capacidad

- **Capacidad Real**

La capacidad real de la empresa fabricante de muebles vendría a ser la cantidad de productos terminado que logra actualmente, es decir, la producción diaria promedio lograda durante el año 2018. Según los datos mostrados en la tabla 14, tenemos el siguiente cálculo:

$$- \textit{Capacidad Real} = \frac{\textit{Producción Mensual Año 2018}}{\textit{Nº de Días efectivos mensual}}$$

$$- \textit{Capacidad Real} = \frac{27 \textit{ sofás/mes}}{26 \textit{ días/mes}} = \mathbf{1,04 \textit{ sofás por día}}$$

Por lo tanto, se puede apreciar que actualmente la empresa fabricante de muebles mantiene una capacidad real de 1,04 sofás por día.

- **Utilización**

La utilización es el cociente entre la capacidad real y la capacidad diseñada de la empresa.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los cálculos anteriores, se tiene:

- $Utilización = \frac{Capacidad\ Real}{Capacidad\ diseñada} \times 100\%$

- $Utilización = \frac{1,04\ sofás/día}{3\ sofás/día} \times 100\% = 34\%$

La utilización nos arrojó un resultado del 34%. Esto quiere decir que respecto a la capacidad diseñada que tiene la empresa y la producción real, ésta ha utilizado sólo el 34% del 100% disponible.

- **Capacidad Ociosa**

La capacidad ociosa vendría a ser el cociente de la diferencia de la capacidad diseñada y la capacidad real, entre la capacidad diseñada. Por lo tanto, teniendo en cuenta los cálculos anteriores, se tiene:

- $Capacidad\ Ociosa = \frac{Capacidad\ Diseñada - Capacidad\ Real}{Capacidad\ diseñada} \times 100\%$

- $Capacidad\ Ociosa = \frac{3\ sofás - 1,04\ sofás}{3\ sofás} \times 100\% = 66\%$

La capacidad ociosa nos arrojó un resultado del 66%. Esto significa que, la empresa no está utilizando el 66% de la capacidad teórica para la producción de sofás, lo cual indica que la producción no está siendo acorde con la disponibilidad para el almacenamiento de los sofás.

3.2.11 Resumen de indicadores actuales

De acuerdo al desarrollo de los cálculos efectuados para la determinación de la situación actual de la empresa fabricante de muebles, se presenta en la tabla 18 el resumen de indicadores de productividad:

Tabla 19: Resumen de indicadores actuales de productividad

INDICADOR	RESULTADO ACTUAL
Actividades Productivas	91,52%
Actividades Improductivas	8,48%
Indicadores de producción	
Producción	27 sofás/mes
Indicadores de Productividad	
Productividad de mano de obra	1,8 sofás/operario-mes
Productividad de mano de obra	0,132 sofás/HH
Indicadores de Eficiencia	
Eficiencia física	0,84
Eficiencia económica	1,39
Indicadores de tiempo	
Cuello de botella	36 min/operario-día
Tiempo de ciclo	460 min/sofá
Indicadores de Capacidad	
Capacidad Real	1,04 sofás/día
Capacidad Utilizada	34%
Capacidad Ociosa	66%

Fuente: Elaboración propia

3.2.12 Análisis de información

Para el análisis de la información del proceso de producción de sofás de la empresa fabricante de muebles, se llevó a cabo una lista de verificación para el análisis de todos los procesos, interrogando cada detalle, problemas, así como posibles soluciones. A continuación, se puede se muestra la lista de verificación en la tabla 20:

Tabla 20: Lista de verificación para el análisis de las operaciones

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES	
Descripción del producto: Muebles sofá.	
DETERMINAR Y DESCRIBIR	DETALLES DE ANÁLISIS
1. PROPÓSITO DE LAS OPERACIONES Producción de juegos de muebles sofás con altos índices de productividad en la ciudad de Chiclayo.	¿Es posible mejoras de resultados de otra manera? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
2. LISTA COMPLETA DE TODAS LAS OPERACIONES <ol style="list-style-type: none"> 1. Selección de la madera 2. Cortado de la madera 3. Cepillado 4. Pegado 5. Pulido 6. Ensamblado 7. Lijado 8. Espera. 9. Traslado a Pintura 10. Inspección 11. Masillado 12. Secado natural 13. 1er lijado 14. 1er teñido 15. Secado natural 16. 2do teñido 17. Secado natural 18. Sellado 19. Secado natural 20. 2do lijado 21. Rectificado 22. Acabado 23. Secado natural 24. Traslado a tapizado 25. Cortado de espuma 26. Moldeado de espuma 27. Ensamblado 	¿Se puede eliminar alguna operación analizada? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Combinarse con otra? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO ¿Realizarse en el tiempo ocioso de otra? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO ¿Es la secuencia de operaciones la mejor posible? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

<p>3. MANEJO DE HERRAMIENTAS</p> <p>Uso de sierra circular para la operación de cortado</p> <p>Uso de pistolas para el pintado de la amazon</p> <p>Uso de utensilios para el cortado, moldeado y ensamblando del tapizado al mueble.</p>	<p>¿Las herramientas son bien utilizadas por los operarios?</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>¿Conocen el procedimiento del proceso productivo?</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>4. MÉTODO DE TRABAJO</p> <p>La empresa fabricante de muebles no cuenta con ningún método ni procedimiento establecido para la producción de muebles sofás.</p>	<p>¿Las herramientas para sus procesos son las adecuadas?</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>¿Siguen algún método de trabajo?</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</p>
<p>5. TIEMPO DE LOS PROCESOS</p> <p>Actualmente el proceso de producción de la empresa fabricante de muebles cuentan con demasiadas actividades que generan tiempos innecesarios, y cuellos de botella. Así mismo, operarios con baja productividad.</p>	<p>¿Pueden acortarse los tiempos?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>¿Los problemas derivan de sus procesos internos?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>

Fuente: Elaboración propia.

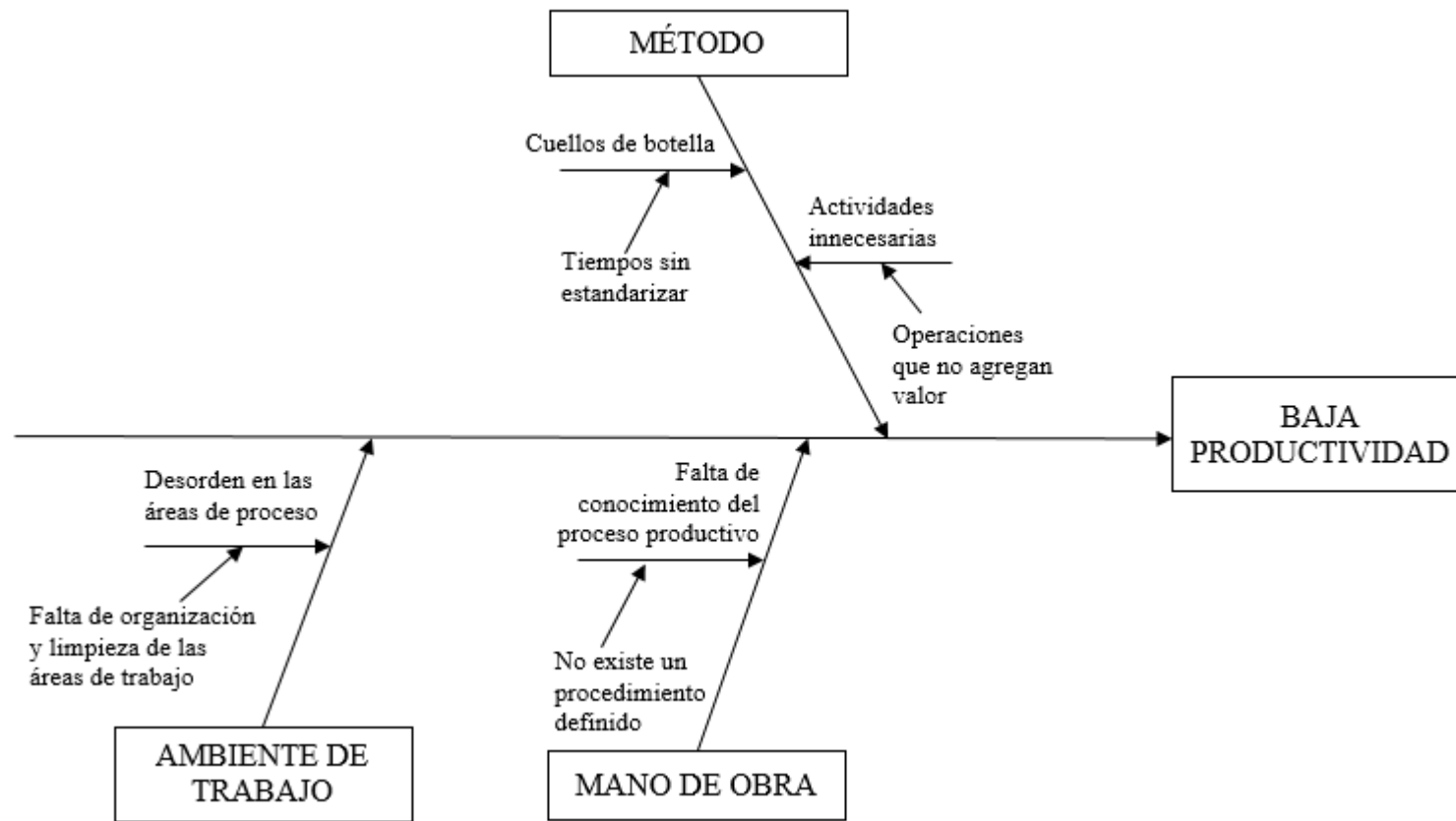
En la tabla 20, se pudo analizar y verificar la información recopilada de la situación actual de la empresa fabricante de muebles. En ella se cuestionaron variables como el propósito de las operaciones, manejo de herramientas, métodos de trabajo y tiempo de los procesos. A continuación, se muestra en la figura 33, el diagrama Ishikawa, para la identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas.

3.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

Uno de los métodos más eficaces de la ingeniería para la determinación de la identificación de problemas y sus causas es el gráfico espina de pescado, también conocido como el diagrama Ishikawa.

3.3.1 Diagrama Ishikawa

Figura 33: Diagrama Ishikawa para la identificación del problema y sus causas



Fuente: Elaboración propia

Tal y como se puede apreciar en la figura 33, el problema de baja productividad se encuentra en el método, mano de obra y ambiente de trabajo. Para lo cual se aplicarán las siguientes técnicas de ingeniería mostradas en la tabla 21 para la solución del problema.

3.3.2 Matriz de Operacionalidad

Tabla 21: Matriz de Operacionalidad

PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍA	TÉCNICAS/ HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
BAJA PRODUCTIVIDAD	Cuellos de botella y tiempos innecesarios	Ingeniería de Métodos	Estandarización de tiempos	Disminución del cuello de botella y tiempo de ciclo	$\% \text{ Disminución cuello de botella} = ((\text{cuello botella 1} - \text{cuello botella 2}) / (\text{cuello botella 1})) * 100$ $\% \text{ Disminución tiempo ciclo} = ((\text{tiempo ciclo 1} - \text{tiempo ciclo 2}) / (\text{tiempo ciclo 1})) * 100$
	Aumento de la producción			$\Delta \text{ Producción} = ((\text{Producción 2} - \text{Producción 1}) / (\text{Producción 1})) * 100$ $\Delta \text{ Eficiencia} = ((\text{Eficiencia 2} - \text{Eficiencia 1}) / (\text{Eficiencia 1})) * 100$	
	Falta de conocimiento del proceso productivo		Elaboración de procedimiento Capacitación al personal	Incremento de la productividad de Mano de Obra y Horas Hombre	$\Delta \text{ Productividad} = ((\text{productividad 2} - \text{productividad 1}) / (\text{productividad 1})) * 100$
	Desorden en las áreas de proceso	Lean	Metodología 5S	Aumento de las actividades productivas.	$\% \text{ Activ. Productivas} = (\text{tiempo total de activ. Productivas} / \text{tiempo total}) * 100$

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Descripción de las causas y propuesta de mejora

3.3.3.1 Problema N°01: Cuello de botella y tiempos innecesarios en la etapa de pintura

La línea de producción de sofás de la empresa fabricante de muebles actualmente posee un tiempo de ciclo de 460 min/sofá, con una producción actual de 1,04 sofás/día, equivalente a 27 sofás por mes. Así mismo, los cuellos de botella suelen estar presentes principalmente en la operación de “secado natural” de la etapa de pintura, tal y como se muestra en la siguiente tabla 21:

Tabla 22: Tiempos promedio y cuello de botella

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio (min)	Observaciones
CARPINTERÍA	1 Selección	10.11	
	2 Cortado madera	20.08	
	3 Cepillado	22.10	
	4 Pegado	10.10	
	5 Pulido	20.08	
	6 Ensamblado	21.05	
	7 Lijado	19.05	
	8 Espera	30.12	
	9 Traslado a Pintura	5.03	
PINTURA	10 Inspección	10.00	
	11 Masillado	15.07	
	12 Secado natural	24.11	Tiempo innecesario
	13 1er lijado	11.01	
	14 1er teñido	17.02	
	15 Secado natural	30.59	Tiempo innecesario
	16 2do teñido	15.14	
	17 Secado natural	33.06	Tiempo innecesario
	18 Sellado	16.09	
	19 Secado natural	36.00	Cuello de botella
	20 2do lijado	9.12	
	21 Rectificado	13.00	
	22 Acabado	10.68	
	23 Secado natural	27.85	Tiempo innecesario
	24 Traslado a tapizado	4.10	
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00	
	26 Moldeado de espuma	8.20	
	27 Ensamblado	14.65	
TOTAL		460.41	

Fuente: Elaboración propia

Causa principal:

- El cuello de botella y los tiempos innecesarios generados en la etapa de pintura del proceso de producción de sofás se debe principalmente al método aplicado en el desarrollo de la operación de secado. Tal es así que el único método utilizado para generar un secado efectivo en la pintura y/o masilla aplicados sobre la madera es a través del “calor natural” del ambiente. Es por tal motivo que los tiempos promedio calculados en las operaciones de secado se encuentran definidos según la temperatura del ambiente.

Propuesta de mejora:

- Para poder reducir el cuello de botella y minimizar los tiempos innecesarios de las operaciones de “secado natural” de la etapa de pintura del proceso de producción de sofás, se propone la adquisición de “05 pistolas de calor” distribuidas en cada estación de trabajo donde se lleva a cabo la operación de secado, para que, de esta forma, con el calor y la temperatura artificial generados por el instrumento el tiempo de secado en las actividades n°12, n°15, n°17, n°19 y n°23 sean mucho menor.
- Programar a una capacitación a cargo del Jefe de producción para la instrucción en el uso de las pistolas de calor y así evitar posibles accidentes en el uso inadecuado.

3.3.3.2 Problema N°02: Actividades innecesarias y reasignación de operarios

Para el proceso de producción de sofás intervienen 15 operarios en su ejecución distribuidos en las sub-áreas de carpintería, pintura y tapizado, los cuales sólo realizan un mínimo de operaciones en un corto tiempo para luego generar tiempos muertos de espera, dilatando así el tiempo de ciclo del proceso de producción, tal y como se muestra en la siguiente tabla 22:

Tabla 23: Tiempos promedio y asignación de operarios

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio (min)	Operarios	Observaciones
CARPINTERÍA	1 Selección	10.11	Op. 1	Poco tiempo de trabajo para este operario
	2 Cortado madera	20.08	Op. 2	Tiempo alto para un corte automatizado
	3 Cepillado	22.10	Op. 3	
	4 Pegado	10.10	Op. 4	
	5 Pulido	20.08	Op. 5	Un operario para cada operación de corto tiempo.
	6 Ensamblado	21.05	Op. 6	
	7 Lijado	19.05	Op. 7	
	8 Espera	30.12	Op. 7	<i>Tiempo muerto por limpieza</i>
	9 Traslado a Pintura	5.03	Op. 7	
PINTURA	10 Inspección	10.00	Op. 8	
	11 Masillado	15.07	Op. 8	
	12 Secado natural	24.11	Op. 8	
	13 1er lijado	11.01	Op. 9	
	14 1er teñido	17.02	Op. 10	
	15 Secado natural	30.59	Op. 10	
	16 2do teñido	15.14	Op. 10	
	17 Secado natural	33.06	Op. 10	
	18 Sellado	16.09	Op. 11	
	19 Secado natural	36.00	Op. 11	
	20 2do lijado	9.12	Op. 11	
	21 Rectificado	13.00	Op. 11	
	22 Acabado	10.68	Op. 12	
	23 Secado natural	27.85	Op. 12	
24 Traslado a tapizado	4.10	Op. 12		
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00	Op. 13	
	26 Moldeado de espuma	8.20	Op. 14	
	27 Ensamblado	14.65	Op. 15	
TOTAL		460.41	15 operarios	

Fuente: Empresa fabricante de muebles

Causas:

- En la sub-área de carpintería, la estación de trabajo de cortado sólo dispone de una cortadora circular para toda la materia prima que ingresa al proceso de producción, lo cual genera que el flujo del proceso tarde más de lo necesario y que por ende la producción sea menor.
- Se tiene prácticamente un tiempo muerto promedio de 30 minutos en la actividad N°08 del proceso de producción de la sub-área de carpintería a cargo del operario n°07, debido a la actividad de limpieza que decide hacer después del lijado de la madera, deteniendo así el flujo del proceso, y, por ende, aumentando el ciclo de tiempo del proceso.

- El departamento de producción de la empresa fabricante de muebles no cuenta con una asignación óptima de sus operarios en las diferentes etapas del proceso productivo, generando así tiempos baja productividad, especialmente en el incremento de la eficiencia económica.

Propuesta de mejora:

- Compra de una segunda cortadora circular para la operación de cortado de madera, y aumentar así el flujo del proceso productivo, de esta forma, con dos cortadoras se podrá minimizar el tiempo de cortado a un 50%.
- Contratar a un operario de mantenimiento para que ejecute la función de limpieza después del proceso de lijado y así evitar que el operario de producción genere un tiempo improductivo por dedicarse a una actividad desligada al proceso de producción. De esta forma, tendremos la eliminación del tiempo de espera de 30 minutos.
- Reasignación de operarios en las diferentes etapas del proceso de producción de sofás para la optimización de mano de obra y optimización de la productividad y eficiencia económica.

3.3.3.3 Problema N°03: Falta de conocimiento del proceso productivo

Actualmente el personal operativo posee gran desconocimiento del proceso productivo general para la producción de sofás en la empresa fabricante de muebles, debido a que éstos sólo conocen sus tareas asignadas, limitándolos a proponer mejoras en cualquier etapa del proceso de producción y en efecto disminuyendo su productividad.

Causas:

- La empresa no cuenta con un procedimiento definido ni documentado para todo el proceso de producción de los sofás. Todo lo que llevan a cabo lo realizan de forma empírica sin tener en cuenta los tiempos estándares.
- El personal no recibe capacitaciones ni retroalimentación sobre la ejecución de sus tareas. Esto genera improductividad en la mano de obra y en las horas hombre.

Propuesta de mejora:

- Elaborar el procedimiento detallado del proceso de producción de sofás junto a su diagrama de flujo, definiendo los tiempos estándares para cada operación y documentándolo para conocimiento de todo el personal operativo.
- Llevar a cabo un plan de capacitación a través de la jefatura de producción para dar a conocer el nuevo procedimiento oficial al personal operativo junto con los tiempos estándares para su cumplimiento.

3.3.3.4 Problema N°04: Desorden en las áreas de proceso

El área de producción de la empresa fabricante de muebles no posee un ambiente adecuado en cuanto a la organización y limpieza de las áreas de trabajo para el buen desempeño de los operarios, generando en consecuencia espacios reducidos y materiales innecesarios alrededor de sus áreas de trabajo. Así mismo, la empresa no cuenta con señalizaciones de espacios y áreas.

Causa principal

- Esto se debe a la falta de concientización por parte del dueño sobre la importancia de tener las áreas bien organizadas, limpias y señalizadas, evitando así accidentes y retrasos en el desarrollo de las actividades de los operarios.
- Los operarios no cuentan con el conocimiento de una metodología que les permita organizar y mantener limpias sus áreas de trabajo y así lograr un mayor desempeño y motivación para el trabajo productivo. Esto mismo se pudo evidenciar a través de una evaluación 5S's, en donde obtuvieron un resultado de cumplimiento del 16.11%, tal y como se muestran en los anexos 1 y 2.

Propuesta de mejora:

- Proponer la ejecución de la metodología 5S's en el área de producción a través del desarrollo de sus tres fases de la mano de un especialista.
- Elaboración de un cronograma de capacitación y entrenamiento a todo el personal operativo de las tres sub-áreas de producción.

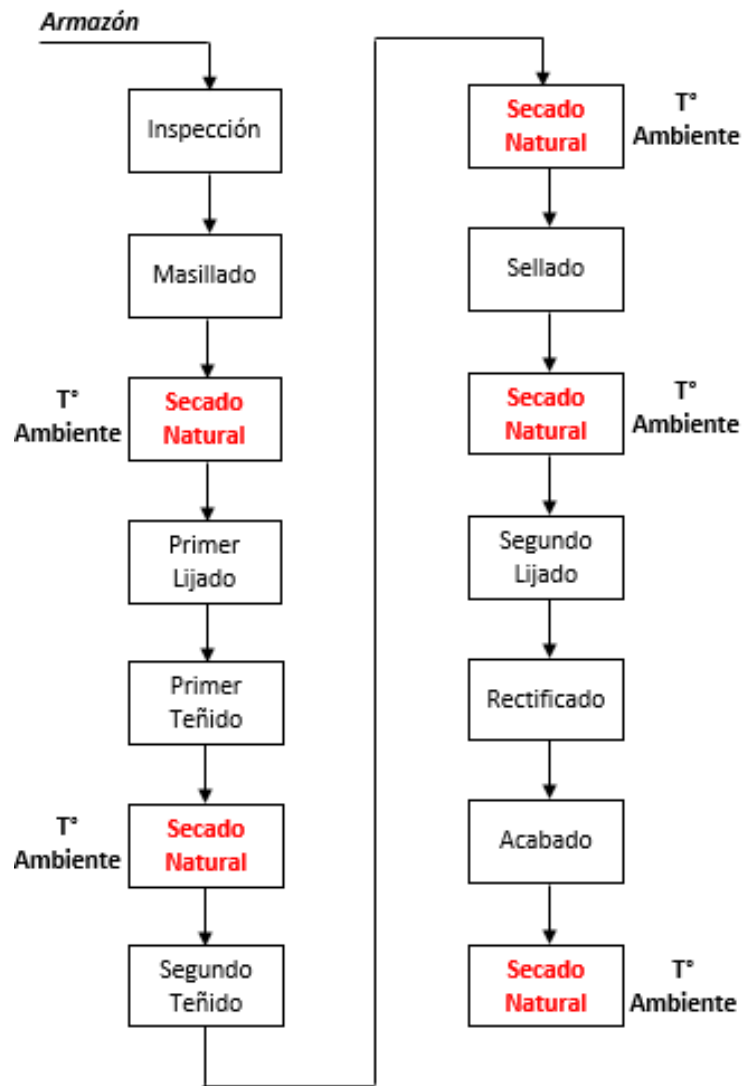
3.4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1 Mejora 1: Adquisición de 05 pistolas de calor para la minimización de tiempos en las operaciones de secado natural

Luego de haberse llevado a cabo el análisis del criterio de selección entre la compra de pistolas de calor y un horno secador a través de la metodología AHP, se determinó que la mejor opción era la compra de pistolas de calor por su costo, prioridad y dificultad con un valor de 0,84. El análisis de dicha metodología se aprecia en el anexo 3.

Por lo tanto, en la línea de producción de sofás existen 05 operaciones dentro del proceso denominadas “Secado Natural” que forman parte de las actividades productivas del área de pintura, que básicamente consiste en dejar la pieza trabajada a la exposición de la temperatura del ambiente para lograr obtener un secado, ya sea después del masillado o pintado, que permita continuar con las siguientes actividades. A continuación, se muestra en la figura 34 el diagrama de flujo actual del proceso productivo dentro del área de pintura.

Figura 34: Diagrama de flujo del proceso de producción de sofás en el área de pintura



Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en la figura 34, el proceso productivo en el área de pintura cuenta exactamente con 05 operaciones enfocadas al “secado natural”, las cuales generan tiempos innecesarios debido a que el método utilizado podría ser reemplazo por otros instrumentos que aceleren el proceso de secado de una forma artificial. A continuación, se presenta en la tabla 24 los tiempos promedio establecidos por la empresa fabricante de muebles para cada una de las actividades dentro del proceso productivo del área de pintado:

Tabla 24: Tiempos promedio de las operaciones del proceso de producción en el área de pintura

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio (min)
	10 Inspección	10.00
	11 Masillado	15.07
	12 Secado natural	24.11
	13 1er lijado	11.01
	14 1er teñido	17.02
	15 Secado natural	30.59
	16 2do teñido	15.14
PINTURA	17 Secado natural	33.06
	18 Sellado	16.09
	19 Secado natural	36.00
	20 2do lijado	9.12
	21 Rectificado	13.00
	22 Acabado	10.68
	23 Secado natural	27.85
	24 Traslado a tapizado	4.10
	TOTAL	272.84

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se puede apreciar en la tabla 23, dentro de las 05 operaciones de pintura denominadas “secado natural” se encuentra también el cuello de botella de todo el ciclo productivo equivalente a 36 minutos, que deberá reducirse y estandarizarse con la implementación de las pistolas de calor. Éstos instrumentos ayudarán a minimizar los tiempos innecesarios generados por el método empírico aplicado actualmente por la empresa.

3.4.1.1 Estudios de tiempos de empresas competidoras que utilizan pistolas de calor

Para este estudio se tuvo en cuenta el concepto de benchmarking, catalogada como “una herramienta de mejora continua, que consiste básicamente en la medición de productos, servicios, operaciones y procesos de los competidores más fuertes” [25]. Por lo tanto, para la propuesta del uso de pistolas de calor, se visitaron 03 empresas competidoras en la región Lambayeque dedicadas a la producción de muebles, donde se llevó a cabo el muestreo con cronómetro de los tiempos empleados en las actividades de secado utilizando las pistolas de calor. Cabe resaltar que por exigencia y acuerdo con las empresas visitadas sus datos se mantendrán en confidencia en el presente estudio de tesis.

3.4.1.1.1 Empresa 1: Muebles Torres SRL

La empresa Muebles Torres SRL, dedicada a la producción y comercialización de muebles, entre ellos, mesas, sillas, camas, sofás, entre otros, en material de cedro, caoba, pino y tornillo, cuenta también con un sistema de producción en donde tienen implementado para sus procesos de secado “pistolas de calor” que le permiten acelerar los procesos de secado en las diferentes etapas del proceso productivo de sus muebles. Para lo cual, se tomó muestra del tiempo utilizado en las actividades de “secado de masilla” y “secado de pintura” utilizando los cálculos de la ingeniería para la normalización y estandarización de tiempos.

A) Estandarización del tiempo de secado de masilla:

Para obtener un tiempo estándar de la operación de secado de masilla utilizando la pistola de calor, se tendrá que determinar el tiempo medio observado, factor de calificación, el factor de tolerancia y finalmente el cálculo del tiempo estándar de la actividad. A continuación, se muestra el detalle:

- **Tiempo promedio observado (TMO)**

Para poder determinar el número de observaciones por ciclo del proceso de secado de masilla utilizando las pistolas de calor, se recurrió al criterio de las tablas de la General Electric, tal y como se muestra en la tabla 25:

Tabla 25: Número de ciclos a observar según criterio de General Electric

Tiempo de ciclo en min	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: Meyers, 2004 [12]

El tiempo de ciclo del proceso de producción de muebles de la empresa Muebles Torres SRL es de **300 min/sofá**. Por lo tanto, según la tabla 24, el número recomendado de ciclos para el muestreo de tiempos del proceso de secado de masilla serían 03 ciclos. A continuación, se muestra en tabla 26 los resultados del muestreo:

Tabla 26: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de masilla en la empresa 1

EMPRESA 1: Muebles Torres SRL				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de masilla	14.2	14.6	13.9	14.23

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los muestreos realizados en los 03 ciclos, se obtuvo un **tiempo promedio de 14.23 minutos** utilizando la pistola de calor para la operación de secado de masilla en la empresa 1.

- **Factor de calificación (FC)**

Para poder determinar el factor de calificación, o también llamado factor de desempeño, se tuvo en cuenta para su cálculo las tablas de Westinghouse, según la tabla 27:

Tabla 27: Sistema de desempeño según Westinghouse

DESTREZA O HABILIDAD		
0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

ESFUERZO O EMPENO		
0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

CONDICIONES		
0.06	A	IDEALES
0.04	B	EXCELENTES
0.02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

CONSISTENCIA		
0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENA
0	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

Fuente: Garcia, 2005 [15]

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 27, se considera para la calificación de desempeño 04 factores básicos, los cuales se les asigna un valor de acuerdo a lo observado. Dicha valoración se muestra a continuación en la tabla 28:

Tabla 28: Factor de calificación

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Regular (D)	0
Esfuerzo	Bueno (C2)	0.02
Condición	Bueno (C)	0.02
Consistencia	Bueno (C)	0.01
Total		0.05
Factor de Calificación		1.05

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para determinar el valor total del factor de calificación, se procede a la suma aritmética de los 04 valores, más una unidad, obteniendo el **resultado de 1.05**

$$FC = 1 + 0 + 0.02 + 0.02 + 0.01 = 1.05$$

- **Factor de Tolerancia (FT)**

También llamado factor de suplemento, y este factor representa los retrasos que se dan en las actividades de un proceso productivo, lo cual nos ayuda a determinar el tiempo estándar.

Para llevar a cabo el cálculo de estos valores se tuvo en cuenta la tabla de suplementos elaborada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) tal y como se muestra en la Tabla 29:

Tabla 29: Tolerancia según la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

A. Tolerancias constantes	%
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables	
1. Tolerancia por estar de pie	2
2. Tolerancia por posición no normal	
a. Ligeramente molesta	0
b. Molestia (cuerpo encorvado)	2
c. Muy molesta (Acostado extendido)	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar, empujar)	
Peso levantado (kg y lb respectivamente)	
2,5:5	0
7,5:15	2
12,5:25	4
17,5:35	7
22,5:45	11
30:60	17
35:70	22
4. Ahumbrado deficiente	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables	0
6. Atención estricta	-10
a. Trabajo moderado fino	
b. Trabajo fino o de gran cuidado	0
c. Trabajo muy fino o muy exacto	2
7. Nivel de ruido	5
a. Continuo	
b. Intermitente - fuerte	0
c. Intermitente - muy fuerte	2
d. De alto volumen - fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	5
a. Proceso moderadamente complicado	
b. Proceso complicado o que requiere alta atención	1
c. Muy complicado	4
9. Monotonía	8
a. Escaso	8
b. Moderada	0
c. Excesiva	1
10. Tedio	4
a. Algo tedioso	
b. Tedioso	0
c. Muy tedioso	2

Fuente: Miroslava, 2016 [9]

Según la tabla 29 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) se ha tenido en cuenta los siguientes suplementos: tolerancia por necesidades personales, tolerancia básica por fatiga y tolerancia por estar de pie. Estos factores son los que más se ajustan a la realidad del proceso de secado. A continuación, se muestra en la tabla 30 los valores obtenidos:

Tabla 30: Factores de tolerancia en el proceso

Suplemento	Porcentaje
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Factor de Tolerancia	11%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 30, se puede apreciar que el factor de tolerancia es la sumatoria de todos los suplementos considerados, es decir, igual al **11%**.

- **Tiempo Normal (TN)**

El tiempo normal se obtendrá multiplicando el tiempo promedio observado por el factor de calificación. Los valores obtenidos en las tablas 26 y 28 se tiene el siguiente cálculo:

$$TN = TMO * FC = 14.23 \times 1.05 = \mathbf{14.95 \text{ minutos}}$$

- **Tiempo Estándar (TS)**

El tiempo estándar se calculará teniendo en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso. De esta forma, el resultado sería:

$$TS = TN \times (1 + FT) = 14.95 \times (1 + 11\%) = \mathbf{16.59 \text{ minutos}}$$

Por lo tanto, el **tiempo estándar** obtenido en el proceso de secado de masilla de la empresa 1, utilizando la pistola de calor, es igual a **16.59 minutos**. Con lo cual, nos da un referente para luego poder estimar el tiempo estándar de las operaciones de secado de la empresa fabricante de muebles y definir determinar la compra de las pistolas de calor.

Por lo consiguiente, bajo esta misma metodología se logrará determinar el tiempo estándar de la operación de secado luego del pintado de la madera en la misma empresa 1.

B) Estandarización del tiempo de secado de pintura

De la misma forma que se trabajó en la estandarización del tiempo de secado de masilla, se procederá a efectuar los cálculos para el tiempo estándar del proceso de secado de pintura, teniendo en cuenta el tiempo medio observado, factor de calificación, el factor de tolerancia y finalmente el cálculo del tiempo estándar de la actividad. A continuación, se muestra el detalle:

- **Tiempo promedio observado (TMO)**

Teniendo en cuenta el tiempo de ciclo de la empresa 1 igual a 300 min/sofá, y la tabla 24 de la General Electric, se muestran los valores de los 03 ciclos observados en la tabla 31:

Tabla 31: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de pintura en la empresa 1

EMPRESA 1: Muebles Torres SRL				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de pintura	17.1	16.5	16.4	16.67

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los muestreos realizados en los 03 ciclos, se obtuvo un **tiempo promedio de 16.67 minutos** utilizando la pistola de calor para la operación de secado de pintura en la empresa 1.

- **Factor de calificación (FC)**

De acuerdo a la tabla 27 del sistema de desempeño según Westinghouse, se muestra en la tabla 31 la valoración de los 04 factores básicos:

Tabla 32: Factor de calificación empresa 1

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Regular (D)	0
Esfuerzo	Bueno (C2)	0.02
Condición	Bueno (C)	0.02
Consistencia	Bueno (C)	0.01
Total		0.05
Factor de Calificación		1.05

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para determinar el valor total del factor de calificación, se procede a la suma aritmética de los 04 valores, más una unidad, obteniendo el **resultado de 1.05**

$$FC = 1 + 0 + 0.02 + 0.02 + 0.01 = 1.05$$

- **Factor de Tolerancia (FT)**

Teniendo en cuenta las tolerancias de la tabla 29 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se consideraron para el proceso de secado de pintura los siguientes suplementos, tal y como se muestra en la tabla 33:

Tabla 33: Factores de tolerancia empresa 1

Suplemento	Porcentaje
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Factor de Tolerancia	11%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 33, el factor de tolerancia es la sumatoria de todos los suplementos considerados, es decir, igual al **11%**.

- **Tiempo Normal (TN)**

El tiempo normal se obtendrá multiplicando el tiempo promedio observado por el factor de calificación. Los valores obtenidos en las tablas 31 y 32 se tiene el siguiente cálculo:

$$TN = TMO * FC = 16.67 \times 1.05 = \mathbf{17.50 \text{ minutos}}$$

- **Tiempo Estándar (TS)**

El tiempo estándar se calculará teniendo en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso. De esta forma, el resultado sería:

$$TS = TN \times (1 + FT) = 17.50 \times (1 + 11\%) = \mathbf{19.43 \text{ minutos}}$$

Por lo tanto, el **tiempo estándar** obtenido en el proceso de secado de pintura de la empresa 1, utilizando la pistola de calor, es igual a **19.43 minutos**. Con lo cual, nos da un referente para luego poder estimar el tiempo estándar de las operaciones de secado de la empresa fabricante de muebles y definir la compra de las pistolas de calor.

3.4.1.1.2 Empresa 2: Muebles Becerra

La empresa Muebles Becerra cuenta también con un taller de producción de muebles, donde utiliza instrumentos de trabajos como las “pistolas de calor” para agilizar el proceso de secado de masilla y pintura sobre la madera trabajada. Por lo tanto, se llevó a cabo un muestreo de los tiempos que toma el secado con las pistolas de calor, en las operaciones de “secado de masilla” y “secado de pintura” para luego aplicar los cálculos de la ingeniería en la normalización y estandarización de tiempos.

A) Estandarización del tiempo de secado de masilla:

De igual manera que en la visita de la empresa 1, se procedió a determinar el tiempo medio observado, factor de calificación, el factor de tolerancia y finalmente el cálculo del tiempo estándar de la actividad. A continuación, se muestra el detalle:

- **Tiempo promedio observado (TMO)**

Teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo de la empresa 2, según el jefe de producción es igual a 280 min/ sofá, y la tabla 25 de la General Electric, se muestran los valores de los 03 ciclos observados en la tabla 34:

Tabla 34: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de masilla en la empresa 2

EMPRESA 2: Muebles Becerra				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de masilla	15.1	15.6	16.2	15.63

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los muestreos realizados en los 03 ciclos, se obtuvo un **tiempo promedio de 15.63 minutos** utilizando la pistola de calor para la operación de secado de masilla en la empresa 2.

- **Factor de calificación (FC)**

De acuerdo a la tabla 27 del sistema de desempeño según Westinghouse, se muestra en la tabla 35 la valoración de los 04 factores básicos:

Tabla 35: Factor de calificación empresa 2

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Bueno (C2)	0.03
Esfuerzo	Bueno (C2)	0.02
Condición	Bueno (C)	0.02
Consistencia	Bueno (C)	0.01
Total		0.08
Factor de Calificación		1.08

Por lo tanto, para determinar el valor total del factor de calificación, se procede a la suma aritmética de los 04 valores, más una unidad, obteniendo el **resultado de 1.08**

$$FC = 1 + 0.03 + 0.02 + 0.02 + 0.01 = 1.08$$

- **Factor de Tolerancia (FT)**

Teniendo en cuenta las tolerancias de la tabla 29 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se consideraron para el proceso de secado de pintura los siguientes suplementos, tal y como se muestra en la tabla 36:

Tabla 36: Factores de tolerancia empresa 2

Suplemento	Porcentaje
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Factor de Tolerancia	11%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 36, el factor de tolerancia es la sumatoria de todos los suplementos considerados, es decir, igual al **11%**.

- **Tiempo Normal (TN)**

El tiempo normal se obtendrá multiplicando el tiempo promedio observado por el factor de calificación. Los valores obtenidos en las tablas 34 y 35 se tiene el siguiente cálculo:

$$TN = TMO * FC = 15.63 \times 1.08 = \mathbf{16.88 \text{ minutos}}$$

- **Tiempo Estándar (TS)**

El tiempo estándar se calculará teniendo en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso. De esta forma, el resultado sería:

$$TS = TN \times (1 + FT) = 16.88 \times (1 + 11\%) = \mathbf{18.74 \text{ minutos}}$$

Por lo tanto, el **tiempo estándar** obtenido en el proceso de secado de pintura de la empresa 2, utilizando la pistola de calor, es igual a **18.74 minutos**. Con lo cual, nos da un referente para luego poder estimar el tiempo estándar de las operaciones de secado de la empresa fabricante de muebles y definir la compra de las pistolas de calor.

B) Estandarización del tiempo de secado de pintura

De la misma forma que se trabajó en la estandarización del tiempo de secado de masilla, se procederá a efectuar los cálculos para el tiempo estándar del proceso de secado de pintura, teniendo en cuenta el tiempo medio observado, factor de calificación, el factor de tolerancia y finalmente el cálculo del tiempo estándar de la actividad. A continuación, se muestra el detalle:

- **Tiempo promedio observado (TMO)**

Teniendo en cuenta el tiempo de ciclo de la empresa 1 igual a 280 min/sofá, y la tabla 25 de la General Electric, se muestran los valores de los 03 ciclos observados en la tabla 37:

Tabla 37: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de pintura en la empresa 2

EMPRESA 2: Muebles Becerra				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de pintura	15.9	15.4	15.6	15.63

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los muestreos realizados en los 03 ciclos, se obtuvo un **tiempo promedio de 15.63 minutos** utilizando la pistola de calor para la operación de secado de pintura en la empresa 2.

- **Factor de calificación (FC)**

De acuerdo a la tabla 27 del sistema de desempeño según Westinghouse, se muestra en la tabla 38 la valoración de los 04 factores básicos:

Tabla 38: Factor de calificación empresa 2

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Regular (D)	0
Esfuerzo	Bueno (C2)	0.02
Condición	Bueno (C)	0.02
Consistencia	Bueno (C)	0.01
Total		0.05
Factor de Calificación		1.05

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para determinar el valor total del factor de calificación, se procede a la suma aritmética de los 04 valores, más una unidad, obteniendo el **resultado de 1.05**

$$FC = 1 + 0 + 0.02 + 0.02 + 0.01 = 1.05$$

- **Factor de Tolerancia (FT)**

Teniendo en cuenta las tolerancias de la tabla 29 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se consideraron para el proceso de secado de pintura los siguientes suplementos, tal y como se muestra en la tabla 39:

Tabla 39: Factores de tolerancia empresa 2

Suplemento	Porcentaje
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Factor de Tolerancia	11%

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 39, el factor de tolerancia es la sumatoria de todos los suplementos considerados, es decir, igual al **11%**.

- **Tiempo Normal (TN)**

El tiempo normal se obtendrá multiplicando el tiempo promedio observado por el factor de calificación. Los valores obtenidos en las tablas 37 y 38 se tiene el siguiente cálculo:

$$\text{TN} = \text{TMO} * \text{FC} = 15.63 \times 1.05 = \mathbf{16.42 \text{ minutos}}$$

- **Tiempo Estándar (TS)**

El tiempo estándar se calculará teniendo en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso. De esta forma, el resultado sería:

$$\text{TS} = \text{TN} \times (1 + \text{FT}) = 16.42 \times (1 + 11\%) = \mathbf{18.22 \text{ minutos}}$$

Por lo tanto, el **tiempo estándar** obtenido en el proceso de secado de pintura de la empresa 1, utilizando la pistola de calor, es igual a **18.22 minutos**. Con lo cual, nos da un referente para luego poder estimar el tiempo estándar de las operaciones de secado de la empresa fabricante de muebles y definir la compra de las pistolas de calor.

3.4.1.1.3 Empresa 3: Muebles Decor EIRL

La empresa Muebles Decor EIRL dentro de su proceso de fabricación de muebles también utiliza para el proceso de secado de la madera “pistolas de calor” exactamente en las operaciones de secado de masilla y pintura. Por lo tanto, se llevó a cabo la última visita en esta empresa para el muestreo de los tiempos y posterior estandarización a través de los cálculos de ingeniería.

A) Estandarización del tiempo de secado de masilla:

De igual manera que en la visita de la empresa 2, se procedió a determinar el tiempo medio observado, factor de calificación, el factor de tolerancia y finalmente el cálculo del tiempo estándar de la actividad. A continuación, se muestra el detalle:

- **Tiempo promedio observado (TMO)**

Teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo de la empresa 3, según la gerencia es igual a 290 min/ sofá, y la tabla 25 de la General Electric, se muestran los valores de los 03 ciclos observados en la tabla 40:

Tabla 40: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de masilla en la empresa 3

EMPRESA 3: Muebles Decor EIRL				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de masilla	14.8	14.1	15	14.63

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los muestreos realizados en los 03 ciclos, se obtuvo un **tiempo promedio de 14.63 minutos** utilizando la pistola de calor para la operación de secado de masilla en la empresa 3.

- **Factor de calificación (FC)**

De acuerdo a la tabla 27 del sistema de desempeño según Westinghouse, se muestra en la tabla 41 la valoración de los 04 factores básicos:

Tabla 41: Factor de calificación empresa 3

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Regular (D)	0
Esfuerzo	Bueno (C2)	0.02
Condición	Bueno (C)	0.02
Consistencia	Bueno (C)	0.01
Total		0.05
Factor de Calificación		1.05

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para determinar el valor total del factor de calificación, se procede a la suma aritmética de los 04 valores, más una unidad, obteniendo el **resultado de 1.05**

$$FC = 1 + 0 + 0.02 + 0.02 + 0.01 = 1.05$$

- **Factor de Tolerancia (FT)**

Teniendo en cuenta las tolerancias de la tabla 29 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se consideraron para el proceso de secado de pintura los siguientes suplementos, tal y como se muestra en la tabla 42:

Tabla 42: Factores de tolerancia empresa 3

Suplemento	Porcentaje
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Factor de Tolerancia	11%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 42, el factor de tolerancia es la sumatoria de todos los suplementos considerados, es decir, igual al **11%**.

- **Tiempo Normal (TN)**

El tiempo normal se obtendrá multiplicando el tiempo promedio observado por el factor de calificación. Los valores obtenidos en las tablas 40 y 41 se tiene el siguiente cálculo:

$$TN = TMO * FC = 14.63 \times 1.05 = \mathbf{15.37 \text{ minutos}}$$

- **Tiempo Estándar (TS)**

El tiempo estándar se calculará teniendo en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso. De esta forma, el resultado sería:

$$TS = TN \times (1 + FT) = 15.37 \times (1 + 11\%) = \mathbf{17.06 \text{ minutos}}$$

Por lo tanto, el **tiempo estándar** obtenido en el proceso de secado de pintura de la empresa 3, utilizando la pistola de calor, es igual a **17.06 minutos**. Con lo cual, nos da un referente para luego poder estimar el tiempo estándar de las operaciones de secado de la empresa fabricante de muebles y definir la compra de las pistolas de calor.

B) Estandarización del tiempo de secado de pintura

De la misma forma que se trabajó en la estandarización del tiempo de secado de masilla, se procederá a efectuar los cálculos para el tiempo estándar del proceso de secado de pintura, teniendo en cuenta el tiempo medio observado, factor de calificación, el factor de tolerancia y finalmente el cálculo del tiempo estándar de la actividad. A continuación, se muestra el detalle:

- **Tiempo promedio observado (TMO)**

Teniendo en cuenta el tiempo de ciclo de la empresa 1 igual a 290 min/sofá, y la tabla 25 de la General Electric, se muestran los valores de los 03 ciclos observados en la tabla 43:

Tabla 43: Tiempo promedio observado en el proceso de secado de pintura en la empresa 3

EMPRESA 3: Muebles Decor EIRL				
Operación	Ciclo 1 (min)	Ciclo 2 (min)	Ciclo 3 (min)	Tiempo medio observado (TMO)
Secado de pintura	16.8	17.3	16.2	16.77

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los muestreos realizados en los 03 ciclos, se obtuvo un **tiempo promedio de 16.77 minutos** utilizando la pistola de calor para la operación de secado de pintura en la empresa 3

- **Factor de calificación (FC)**

De acuerdo a la tabla 27 del sistema de desempeño según Westinghouse, se muestra en la tabla 44 la valoración de los 04 factores básicos:

Tabla 44: Factor de calificación empresa 3

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Regular (D)	0
Esfuerzo	Bueno (C2)	0.02
Condición	Bueno (C)	0.02
Consistencia	Bueno (C)	0.01
Total		0.05
Factor de Calificación		1.05

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, para determinar el valor total del factor de calificación, se procede a la suma aritmética de los 04 valores, más una unidad, obteniendo el **resultado de 1.05**

$$FC = 1 + 0 + 0.02 + 0.02 + 0.01 = 1.05$$

- **Factor de Tolerancia (FT)**

Teniendo en cuenta las tolerancias de la tabla 28 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se consideraron para el proceso de secado de pintura los siguientes suplementos, tal y como se muestra en la tabla 45:

Tabla 45: Factores de tolerancia empresa 3

Suplemento	Porcentaje
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancia por estar de pie	2%
Factor de Tolerancia	11%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 45, el factor de tolerancia es la sumatoria de todos los suplementos considerados, es decir, igual al **11%**.

- **Tiempo Normal (TN)**

El tiempo normal se obtendrá multiplicando el tiempo promedio observado por el factor de calificación. Los valores obtenidos en las tablas 43 y 44 se tiene el siguiente cálculo:

$$TN = TMO * FC = 16.77 \times 1.05 = \mathbf{17.61 \text{ minutos}}$$

- **Tiempo Estándar (TS)**

El tiempo estándar se calculará teniendo en cuenta el tiempo normal y el porcentaje de tolerancia del proceso. De esta forma, el resultado sería:

$$TS = TN \times (1 + FT) = 17.61 \times (1 + 11\%) = \mathbf{19.54 \text{ minutos}}$$

Por lo tanto, el **tiempo estándar** obtenido en el proceso de secado de pintura de la empresa 3, utilizando la pistola de calor, es igual a **19.54 minutos**. Con lo cual, nos da un referente para luego poder estimar el tiempo estándar de las operaciones de secado de la empresa fabricante de muebles y definir la compra de las pistolas de calor.

3.4.1.2 Comparativo de las empresas visitadas y estandarización de tiempo de secado en la empresa en estudio.

De acuerdo a las visitas realizadas a las 03 empresas competidoras y productoras de muebles sofás que utilizan en sus procesos de “secado de masilla” y “secado de pintura” las pistolas de calor para la minimización de tiempos, se presenta a continuación en la tabla 46 el cuadro comparativo con sus tiempos estandarizados:

Tabla 46: Tiempos estándares de las empresas competidoras

Operación	Empresa 1 Tiempo Estándar (min)	Empresa 2 Tiempo Estándar (min)	Empresa 3 Tiempo Estándar (min)
Secado de masilla	16.59	18.74	17.06
Secado de pintura	19.43	18.22	19.54

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 46 se pueden apreciar los tiempos estandarizados de las 03 empresas en las operaciones de “secado de masilla” y “secado de pintura” utilizando las pistolas de calor a una **temperatura promedio de 45°C**, que es la temperatura a la cual la madera logra un buen secado sin deteriorar el mismo. Así mismo, la calidad de madera utilizada en las 03 empresas es de **CEDRO**, que es también la calidad de madera utilizada por la empresa en estudio.

- **Estandarización del tiempo de secado en la producción de sofás de la empresa en estudio**

Para lograr determinar el tiempo estándar que tomarán las operaciones de “secado de masilla” y “secado de madera” en la producción de sofás de la empresa en estudio implementando la propuesta del uso de pistolas de calor, se tomará como referencia el promedio ponderado de los tiempos estándares de las 03 empresas competidoras, tal y como se muestra en la tabla 47:

Tabla 47: Tiempo estándar promedio de las operaciones de secado de masilla y pintura

Operación	Empresa 1 Tiempo Estándar (min)	Empresa 2 Tiempo Estándar (min)	Empresa 3 Tiempo Estándar (min)	Tiempo Estándar Promedio (min)
Secado de masilla	16.59	18.74	17.06	17.46
Secado de pintura	19.43	18.22	19.54	19.06

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, según lo presentado en la tabla 47 podemos decir que, si la empresa productora de sofás en estudio decidiera implementar las pistolas de calor en sus operaciones de secado tal y como lo han implementado las 03 empresas competidoras, el **tiempo estándar para la operación de secado de masilla sería igual a 17.46 minutos**, y el **tiempo estándar para la operación de secado de pintura sería igual a 19.06 minutos**.

- **Reducción de cuello de botella y tiempos innecesarios en las operaciones de secado**

Con la implementación de las pistolas de calor en las operaciones de secado de la línea de producción de sofás de la empresa en estudio se logrará reducir el tiempo del cuello de botella del proceso y la minimización de tiempos de los procesos de secado. A continuación, se muestra en la tabla 48, los tiempos actuales y los nuevos tiempos estandarizados con la aplicación de la mejora dentro de la sub-área de pintura.

Tabla 48: Reducción de cuello de botella y tiempos de secado

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio Actual (min)	T. Estándar con uso de Pistolas de Calor (min)	Diferencia (min)	%
	10 Inspección	10.00	10.00	-	-
	11 Masillado	15.07	15.07	-	-
	12 Secado natural	24.11	17.46	6.65	27.6%
	13 1er lijado	11.01	11.01	-	-
	14 1er teñido	17.02	17.02	-	-
	15 Secado natural	30.59	19.06	11.53	37.7%
	16 2do teñido	15.14	15.14	-	-
PINTURA	17 Secado natural	33.06	19.06	14.00	42.3%
	18 Sellado	16.09	16.09	-	-
	19 Secado natural	36.00	19.06	16.94	47.1%
	20 2do lijado	9.12	9.12	-	-
	21 Rectificado	13.00	13.00	-	-
	22 Acabado	10.68	10.68	-	-
	23 Secado natural	27.85	19.06	8.79	31.6%
	24 Traslado a tapizado	4.10	4.10	-	-
	TOTAL	272.84	214.93	57.91	21.2%

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, según lo mostrado en la tabla 48 se puede apreciar una reducción de tiempo en las operaciones de secado con la utilización de las pistolas de calor. **El cuello de botella**, es decir, la operación N°19 **se reduce de 36.00 minutos a 19.06 minutos**. Así mismo, la operación N°12, secado natural, que es el secado después del masillado, se reduce de 24.11 minutos a 17.46 minutos. Además, las operaciones N°15, 17 y 23, reducen sus tiempos a un estándar de 19.06 minutos. Finalmente, con la implementación de las pistolas de calor se logra una **reducción de tiempos en la sub-área de pintura de un 21.2%**.

3.4.1.3 Impacto en los nuevos indicadores con la mejora 1

El impacto de la mejora 1 se verá reflejado principalmente en los indicadores de tiempo y producción del proceso productivo de sofás. A continuación, se presenta en la tabla 49 el proceso completo de la producción de sofás con los tiempos mejorados en la sub-área de pintura luego de aplicarse la mejora 1:

Tabla 49: Tiempos del proceso de producción con la aplicación de la mejora 1

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio Actual (min)	Tiempo. Prom con Mejora 1 (min)	Diferencia (min)	%
ARPINTERÍ	1 Selección	10.11	10.11	-	-
	2 Cortado madera	20.08	20.08	-	-
	3 Cepillado	22.10	22.10	-	-
	4 Pegado	10.10	10.10	-	-
	5 Pulido	20.08	20.08	-	-
	6 Ensamblado	21.05	21.05	-	-
	7 Lijado	19.05	19.05	-	-
	8 Espera	30.12	30.12	-	-
	9 Traslado a Pintura	5.03	5.03	-	-
PINTURA	10 Inspección	10.00	10.00	-	-
	11 Masillado	15.07	15.07	-	-
	12 Secado natural	24.11	17.46	6.65	27.6%
	13 1er lijado	11.01	11.01	-	-
	14 1er teñido	17.02	17.02	-	-
	15 Secado natural	30.59	19.06	11.53	37.7%
	16 2do teñido	15.14	15.14	-	-
	17 Secado natural	33.06	19.06	14.00	42.3%
	18 Sellado	16.09	16.09	-	-
	19 Secado natural	36.00	19.06	16.94	47.1%
	20 2do lijado	9.12	9.12	-	-
	21 Rectificado	13.00	13.00	-	-
	22 Acabado	10.68	10.68	-	-
	23 Secado natural	27.85	19.06	8.79	31.6%
	24 Traslado a tapizado	4.10	4.10	-	-
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00	7.00	-	-
	26 Moldeado de espurr	8.20	8.20	-	-
	27 Ensamblado	14.65	14.65	-	-
TOTAL	460.41	402.50	57.91	12.6%	

Fuente: Elaboración propia

Según lo mostrado en la tabla 49 se puede apreciar que con la implementación de las pistolas de calor en las operaciones de “secado” de la sub-área de pintura, **se logra reducir el tiempo total en 12.6%**. A continuación, se muestra el detalle de los cálculos de los nuevos indicadores de tiempo y producción luego de aplicarse la mejora 1.

- **Tiempo de ciclo del proceso con la mejora 1**

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 49 se puede verificar que luego de aplicarse la mejora 1, es decir, las pistolas de calor, en las operaciones de secado del proceso de producción de sofás, el tiempo de ciclo se reduce de **460.41 min/sofá a 402.5 min/sofá**, es decir ocurre un descenso del 12.7% de tiempo. Tal y como se muestra en la tabla 50:

Tabla 50: Comparativo del tiempo de ciclo actual y mejorado

T. Ciclo Actual	T. Ciclo con Mejora 1	Reducción
460.41 min/sofá	402.5 min/sofá	12.70%

Fuente: Elaboración propia.

- **Cuello de botella con la mejora 1**

Según lo presentado en la tabla 24 la operación N°19, secado de natural, representaba el cuello de botella del proceso productivo con un tiempo de 36 minutos, y luego de la mejora 1 el tiempo es **reducido a 19.06 minutos, es decir, un equivalente del 47.1%** tal y como se muestra en la tabla 51. Así mismo, las demás operaciones ligadas al secado natural también se redujeron a un valor estándar de 19.06 minutos.

Tabla 51: Comparativo del cuello de botella actual y mejorado

Cuello botella Actual	Cuello botella con Mejora 1	Reducción
36 min	19.06 min	47.10%

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, **el nuevo cuello de botella del proceso de producción sería la operación n°08 que representa un tiempo de espera innecesario equivalente a 30 minutos**, tiempo que se propone eliminar posteriormente con las nuevas mejoras en el presente estudio de tesis.

Nuevo cuello de botella (con mejora 1) = 30 minutos (operación n°08)

- **Producción de sofás con la mejora 1**

Para el cálculo de la nueva producción luego de aplicarse la mejora 1, se tendrá en cuenta el “Tiempo Base” y el “Nuevo tiempo de Ciclo”, con lo cual tendríamos lo siguiente:

Tiempo Base = 480 min/ día

Tiempo de ciclo (con mejora 1) = 402.5 minutos por sofá

Producción = Tiempo base/ Tiempo ciclo = 480/ 402.5 = **1.20 sofás/ día = 31 sofás/mes**

Por lo tanto, se puede apreciar que, luego de la aplicación de la mejora 1, la producción aumenta de 27 sofás/mes a 31 sofás/mes, es decir, un incremento del 15%. Esto mismo, se puede apreciar en la tabla 52:

Tabla 52: Comparativo de la producción actual y mejorada

Producción Actual	Producción con Mejora 1	Incremento
27 sofás/ mes	31 sofás/mes	15%

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.4 Capacitación en el uso del nuevo método de secado

La propuesta de compra e implementación de pistolas de calor para la minimización de tiempos en las operaciones de secado, implica también llevar a cabo una capacitación inductiva a todos los operarios involucrados en toda la línea de producción de mueble sofás, para así asegurar el correcto uso de este nuevo instrumento, y así lograr los resultados esperados.

A) Objetivo

Capacitar al personal operativo a través de una inducción in situ con el uso correcto de las pistolas de calor en las operaciones de secado para la minimización de tiempos.

B) Metodología

La metodología a utilizar en la capacitación será 100% práctica, en donde el instructor, deberá enseñar in situ el uso adecuado de las pistolas de calor para el desarrollo del proceso de secado de masilla y secado de pintura sobre la madera de los muebles sofás. La secuencia a desarrollar la inducción será:

- Presentación del instructor.
- Diagnóstico inicial del conocimiento previo de los operarios sobre las pistolas de calor.
- Presentación detallada de la nueva herramienta de trabajo.
- Demostración in situ del uso de la nueva herramienta por el propio instructor.
- Evaluación in situ del uso de la nueva herramienta por parte de los operarios.

C) Contenido de la capacitación

La capacitación a desarrollar por el instructor especialista será 100% práctica y su contenido tendrá la siguiente estructura:

- Tema 1: Descripción del producto
- Tema 2: Tipos de usos del producto
- Tema 3: Tiempo, temperatura y potencia
- Tema 4: Medidas de precaución
- Tema 5: Aplicación en el proceso de secado de masilla y pintura.
- Tema 6: Recomendaciones.

D) Perfil del capacitador

El perfil del instructor es que deberá ser un especialista y conocedor de este tipo de herramientas, con estudios técnicos. Para este caso, los proveedores que comercializan este tipo de productos, suelen contar con personal técnico especializado en el uso de estas herramientas y brindar como valor agregado charlas de capacitación a sus clientes a un precio bastante módico. Por lo tanto, el perfil del instructor deberá tener, como mínimo, el siguiente:

- Profesional con estudios técnicos o superiores.
- Habilidad para comunicar con efectividad.
- Capacidad de empatía y manejo de objeciones.
- Experiencia dictando charlas de capacitación y entrenamiento.

E) Indicadores

La mejora del desempeño del operario con el uso de esta nueva herramienta la reducción de tiempos de secado, se verá reflejado principales en los siguientes indicadores:

- Productividad de mano de obra.
- Cuello de botella
- Tiempo de ciclo
- Producción.

F) Evaluación y registro de capacitación

Luego de dictada la charla técnica sobre la aplicación de las pistolas de calor en el proceso de secado de la producción de muebles sofás, se contará con los siguientes registros y/o evidencias:

- Evaluación de capacitación (Anexo 4).
- Lista de Asistencia (Anexo 5).

G) Horario de capacitación técnica

La capacitación técnica respecto al uso de pistolas de calor en el proceso de secado, tendrá una corta duración de 2.5 horas. Así mismo, esta se llevará a cabo en dos grupos de operarios, es decir, en dos días de la semana 2 del mes de agosto del presente año. Por lo consiguiente, la inducción se desarrollará en el horario laboral de martes y jueves, tal y como se muestra en la tabla 53:

Tabla 53: Horario de capacitación en el uso de pistolas de calor para el proceso de secado

Tema: Charla técnica sobre la aplicación de pistolas de calor en el proceso de secado	AGOSTO - 2019					
	SEMANA 2					
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
8:00 am - 1:00 pm	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral
1:00 pm - 3:00 pm	REFRIGERIO					
3:00 pm - 6:00 pm	Horario laboral	Horario laboral Grupo 1 Total horas: 2.5 H	Horario laboral	Horario laboral Grupo 2 Total horas: 2.5 H	Horario laboral	Horario laboral

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.5 Inversión económica de la mejora 1

De acuerdo al desarrollo de la mejora 1, se muestra el detalle de la inversión económica en esta primera mejora en la siguiente tabla 54:

Tabla 54: Inversión económica de la mejora 1

Nº	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Pistolas de calor	5 unidades	S/219.90	S/ 1,099.50
2	Capacitación Técnica	2 días	S/300.00	S/ 600.00
3	Papel Bond	1/4	-	S/ 20.00
4	Break	15 personas	-	S/ 200.00
5	Alquiler de proyector	1 uni	-	S/ 160.00
TOTAL INVERSIÓN MEJORA 1				S/ 2,079.50

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 54, se puede apreciar que la inversión económica mayor se encuentra en la compra de las 05 pistolas de calor, de acuerdo a la cotización indagada (ver anexo 6) un monto total de S/1,099.50, el cual se presentan las características técnicas del producto en el anexo 7. Posteriormente, la capacitación técnica otorgado por el mismo proveedor tendrá un costo de S/600 por dos días de inducción a todos los operarios de producción. Finalmente, los costos de menor inversión se encuentran en la compra de papel, bond, el break y alquiler de proyector por un valor de S/20.00, S/200.00 y S/160.00 respectivamente. De esta forma, la inversión económica total para la implementación de esta mejora tendrá un costo de S/2,079.50. Por lo tanto, se puede deducir que la inversión en esta primera mejora es mínima frente a los resultados en la mejora de indicadores antes analizados.

3.4.2 Mejora 2: Optimización de tiempos a través de la reasignación de operarios y adquisición de herramientas en el proceso productivo

3.4.2.1 Adquisición de una segunda sierra circular

En la sub-área de carpintería del proceso de producción de muebles sofás, se cuenta con una máquina sierra circular para la operación de cortado de la madera el cual toma un **tiempo promedio de 10 min**, según la tabla 24. Para lo cual, se propone la adquisición de una segunda sierra circular con las mismas características más la participación de un operario adicional para el uso de la misma. Con esta implementación, es lógico que el tiempo de cortado con dos máquinas y dos operarios se verá reducido a la mitad del tiempo promedio actual, es decir, una reducción de un 50%, tal y como se resumen en la siguiente tabla 55:

Tabla 55: Tiempo mejorado en el cortado de madera

Sub-área	Carpintería		
Operación	Cortado de madera		
Tipo Máquina	Sierra circular eléctrica		
Ítems	Actual	Mejorado	Diferencia (%)
Cantidad de máquinas	1	2	+ 50%
Cantidad de operarios	1	2	+ 50%
Tiempo promedio del proceso	20.08 min	10.04 min	- 50%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en la tabla 55, la adquisición de una nueva máquina cortadora implicará la reducción del tiempo en un 50%, pasando de 20.08 minutos a 10.04 minutos. En los anexos 8 y 9 se pueden apreciar las imágenes de la sierra circular actual y la nueva.

- **Características técnicas de la nueva máquina sierra circular**

Para poder alcanzar la reducción de tiempo en la operación de cortado en un 50%, es indispensable que la nueva máquina a adquirir posea las mismas características técnicas que máquina actual. A continuación, se presenta en la tabla 56 las características más importantes de la sierra circular:

Tabla 56: Características principales de la nueva sierra circular

Características principales: Sierra Circular	
Marca	Hyvanox
Modelo	TH - 809G
Potencia motor	3.0 HP
Medidas mesa	80 cm x 90 cm en hierro fundido
Medida de disco	16 " diamantada

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle de las características técnicas de la sierra circular se muestra en el anexo 10.

- **Costeo de la nueva máquina sierra circular**

La segunda sierra circular será adquirida en Lima, por el mismo proveedor que vendió la primera máquina a la empresa fabricante de muebles. En la siguiente tabla 57 se muestra el resumen des costo total por la adquisición.

Tabla 57: Inversión de segunda sierra circular

Inversión Sierra Circular		
Costo de la máquina circular	S/	2,800.00
Traslado (flete)	S/	300.00
Instalación	S/	500.00
Costo total	S/	3,600.00

Fuente: Hyvanox

Según la tabla 57 la inversión en la adquisición de la segunda sierra circular será de S/3,600.00. En el anexo 11 se muestran la cotización detallada del proveedor en Lima.

- **Participación de un operario adicional**

Al disponer de 02 máquinas cortadoras, se requerirá la participación de un operario más para el uso de la sierra circular. Sin embargo, no existirá un costo adicional, debido a que se utilizará un operario de la misma línea de producción, luego de la redistribución de mano de obra, mejora que se detalla posteriormente.

3.4.2.2 Contratación de un personal de limpieza para la eliminación del tiempo de espera en la sub-área de carpintería

Según la tabla 24, donde se muestra el detalle actual de los tiempos promedio por cada operación se puede apreciar que en la sub-área de carpintería, después de la ejecución de la operación de lijado, existe un tiempo de espera “innecesario” equivalente a 30 minutos. La demora de este tiempo se debe a que el operario N°07 detiene el flujo del proceso por dedicarse a efectuar la limpieza de su propia área producto del polvo generado en el proceso anterior, por lo tanto, la contratación de un personal de limpieza para la realización de esta actividad permitirá eliminar el tiempo de espera de 30.12 minutos en la línea de producción de sofás.

3.4.2.2.1 Análisis 5W + 1H para la contratación de un operario de limpieza

La propuesta de contratación de un personal de limpieza para la eliminación del tiempo de espera de 30 minutos en la sub-área de carpintería, se sustenta con el método de “5W + 1H”, que consiste en llevar a cabo un análisis exhaustivo de la operación de espera, y así determinar la mejor propuesta para su correcto desarrollo. A continuación, se muestra dicho análisis en la tabla 58:

Tabla 58: Análisis 5W + 1H para la contratación de un operario de limpieza

ACTIVIDAD ELIMINADA N°08: Espera por limpieza de área de trabajo		
<i>¿Qué se hace?</i>		
Una vez que el operario N°07 termina de efectuar la operación de lijado, éste se detiene para llevar a cabo una breve limpieza cerca a su área de trabajo.	¿Por qué se hace?	Por que se tiene que tener el área de trabajo limpia.
	¿Es necesario hacerlo?	Si.
	¿Cuál es la finalidad?	Mantener el área limpia.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Asignar dicha función a un personal de limpieza.
<i>¿Dónde se hace?</i>		
La limpieza se lleva a cabo cerca al área donde se desarrolla la operación de lijado.	¿Por qué se hace ahí?	Por que es la zona que suele ensuciarse de polvo después del proceso de secado.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lugar?	No.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No.
	¿Dónde podría hacerse mejor?	Se tiene que limpiar siempre en el área cerca donde se produce el polvo.

¿Cuándo se hace?		
La actividad de espera por limpieza se lleva a cabo después de la ejecución de la operación de lijado de la madera.	¿Por qué se hace en ese momento?	Por que se evita de que siga aumentando el polvo en la zona de trabajo.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No.
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	No.
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	Si.
¿Quién lo hace?		
La actividad espera por limpieza es ejecutada por el mismo operario de producción.	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No. Debido que el operario es un especialista en el lijado de la madera, mas no de la limpieza.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Agilidad para limpiar la superficie empolvada.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un personal dedicado exclusivamente a la limpieza.
¿Cómo se hace?		
Simplemente el operario N°07 comienza a efectuar la limpieza del área de trabajo con las herramientas de aseo asignadas.	¿Por qué se hace así?	Por que no existe otra persona encargada de llevar a cabo esa actividad
	¿Es preciso hacerlo así?	No. Genera tiempos muertos.
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Contratando a un personal de limpieza para el ejercicio de esta función.

Fuente: Marmolejo, 2016.

Según lo presentado en la Tabla 58, se puede concluir que la contratación de una persona especializada en la limpieza de las áreas de trabajo permitirá **eliminar el tiempo de espera innecesario de 30.12 minutos**, y así mejorar el tiempo de ciclo del proceso de producción. Así mismo, dicho operario de limpieza será partícipe en la posterior mejora, desarrollada en esta investigación, sobre la propuesta de implementación de la metodología 5S's.

- **Costo de contratación de personal de limpieza**

La contratación del personal de limpieza para eliminar la actividad de espera de 30 minutos, implicará su contratación en planilla con sus beneficios de ley, al igual que todos los trabajadores de la empresa. A continuación, se muestra el detalle en la tabla 59:

Tabla 59: Costo por contratación de personal de limpieza

Item	Sueldo Mínimo	Beneficio en planilla	Costo total
Contratación de personal limpieza	S/ 930.00	+ 25%	S/ 1,162.50

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 59, el costo total en planilla para la contratación de un personal de limpieza es de S/1,162.50. Su contratación no sólo permitirá la reducción de 30 minutos en el proceso de producción de sofás, sino también que será una pieza clave para la propuesta de implementación de la metodología 5S que se propondrá posteriormente en la presente investigación.

3.4.2.3 Reasignación de mano de obra en el proceso productivo

De acuerdo los indicadores de productividad mostrados en la tabla 18, se puede ver que la eficiencia económica actual es de 1.39, considerando que se cuentan con 15 operarios para la línea de producción de muebles sofás, hecho por el cual, se busca junto con la reducción de tiempos, una mejor reasignación de operarios en las diferentes sub-áreas de la línea de producción, para la optimización del trabajo y reducción del costo económico por mano de obra. A continuación, se muestra en la siguiente tabla 60, el antes y después del número de operarios por sub-área:

Tabla 60: Reasignación de operarios en la línea de producción de sofás

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio Actual (min)	Operarios Actuales	Operarios Reasignados
CARPINTERÍA	1 Selección	10.11	Op. 1	Op. 1
	2 Cortado madera	20.08	Op. 2	Op. 1 y 2
	3 Cepillado	22.10	Op. 3	Op. 3
	4 Pegado	10.10	Op. 4	
	5 Pulido	20.08	Op. 5	Op. 4
	6 Ensamblado	21.05	Op. 6	
	7 Lijado	19.05	Op. 7	
	8 *Espera	30.12	Op. 7	
	9 Traslado a Pintura	5.03	Op. 7	
PINTURA	10 Inspección	10.00	Op. 8	Op. 5
	11 Masillado	15.07	Op. 8	
	12 Secado natural	24.11	Op. 8	
	13 1er lijado	11.01	Op. 9	Op. 6
	14 1er teñido	17.02	Op. 10	
	15 Secado natural	30.59	Op. 10	
	16 2do teñido	15.14	Op. 10	
	17 Secado natural	33.06	Op. 10	Op. 7
	18 Sellado	16.09	Op. 11	
	19 Secado natural	36.00	Op. 11	
	20 2do lijado	9.12	Op. 11	Op. 8
	21 Rectificado	13.00	Op. 11	
	22 Acabado	10.68	Op. 12	
	23 Secado natural	27.85	Op. 12	
24 Traslado a tapizado	4.10	Op. 12		
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00	Op. 13	Op. 9
	26 Moldeado de espuma	8.20	Op. 14	
	27 Ensamblado	14.65	Op. 15	Op. 10
TOTAL		460.41	15 operarios	10 operarios

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se presenta en la tabla 60, la propuesta de reasignación de operarios en la línea de producción implicará una reducción de mano de obra, de 05 operarios, que la gerencia general deberá evaluar y decidir si estas personas son recolocadas en otras líneas de producción o simplemente se prescinde de sus servicios. Con esta propuesta se busca que cada operario ejecute un mayor número de procesos gracias a la minimización de tiempos que se darán de acuerdo a las mejoras desarrolladas anteriormente en el presente estudio.

- **Ahorro económico en la reasignación de operarios**

La reasignación y/o redistribución de operaciones en las diferentes sub-áreas de producción, afectará directamente en la reducción del costo económico por mano de obra. A continuación, se muestra el detalle en la tabla 61:

Tabla 61: Reducción de costos de mano con la reasignación de operarios.

Sub-Área	N° Operarios Actual	N° Operarios Reasignados	Costo Actual x Operario	Costo Total Actual	Costo Total Con Operarios Reasignados	Ahorro Económico	% de Ahorro
Carpintería	7	4	S/1,500	S/10,500	S/6,000	S/4,500	42.9%
Pintura	5	4	S/1,500	S/7,500	S/6,000	S/1,500	20.0%
Tapizado	3	2	S/1,500	S/4,500	S/3,000	S/1,500	33.3%
TOTAL	15	10	S/4,500	S/22,500	S/15,000	S/7,500	33.3%

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se muestra en la tabla 61, la sub-área de carpintería pasará de tener de 07 operarios a 04 operario con un ahorro económico del 42.9%; la sub-área de pintura pasará de contar con 05 operarios a 04 operarios con un ahorro económico del 20%; y la sub-área de tapizado pasará de tener 03 operarios a 02 operarios con un ahorro económico del 33.3%. Por lo tanto, la reducción total de 05 operarios, se traduce en un ahorro de S/7,500 para la empresa, equivalente a un 33.3% menos del costo total de mano de obra en la línea de producción.

3.4.2.4 Impacto en los nuevos indicadores con la mejora 2

El impacto de las propuestas de la mejora 2 se verán reflejados principalmente en los indicadores de tiempo, eficiencia económica y producción del proceso productivo de sofás. A continuación, se presenta en la tabla 62 los procesos completos de la producción de sofás con los tiempos mejorados y la reorganización de operarios en las sub-áreas de carpintería, pintura y tapizado:

Tabla 62: Mejora de tiempos y reorganización de operarios.

Sub-Área	Actividad	Tiempo Promedio Actual	Nº Operarios	Tiempo. Prom con Mejora 1 (min)	Tiempo. Prom con Mejora 2 (min)	Diferencia (min)	Nº Operarios con Mejora 2
CARPINTERÍA	1 Selección	10.11	7	10.11	10.11	-	4
	2 Cortado madera	20.08		20.08	10.04	10.04	
	3 Cepillado	22.10		22.10	22.10	-	
	4 Pegado	10.10		10.10	10.10	-	
	5 Pulido	20.08		20.08	20.08	-	
	6 Ensamblado	21.05		21.05	21.05	-	
	7 Lijado	19.05		19.05	19.05	-	
	8 Espera	30.12		30.12	0.00	30.12	
	9 Traslado a Pintura	5.03		5.03	5.03	-	
PINTURA	10 Inspección	10.00	5	10.00	10.00	-	4
	11 Masillado	15.07		15.07	15.07	-	
	12 Secado natural	24.11		17.46	17.46	-	
	13 1er lijado	11.01		11.01	11.01	-	
	14 1er teñido	17.02		17.02	17.02	-	
	15 Secado natural	30.59		19.06	19.06	-	
	16 2do teñido	15.14		15.14	15.14	-	
	17 Secado natural	33.06		19.06	19.06	-	
	18 Sellado	16.09		16.09	16.09	-	
	19 Secado natural	36.00		19.06	19.06	-	
	20 2do lijado	9.12		9.12	9.12	-	
	21 Rectificado	13.00		13.00	13.00	-	
	22 Acabado	10.68		10.68	10.68	-	
	23 Secado natural	27.85		19.06	19.06	-	
24 Traslado a tapizado	4.10	4.10	4.10	-			
TAPIZADO	25 Cortado de espuma	7.00	3	7.00	7.00	-	2
	26 Moldeado de espuma	8.20		8.20	8.20	-	
	27 Ensamblado	14.65		14.65	14.65	-	
TOTAL		460.41	15	402.50	362.34	40.16	10

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en la tabla 62, se puede apreciar que en general las propuestas desarrolladas en la mejora 2, **han logrado minimizar un tiempo de 40.16 min del tiempo de proceso total**, al reducir en un 50% (10.04 minutos) el tiempo de cortado (con dos sierras cortadoras y dos operarios) y eliminar el tiempo de espera de 30.12 minutos de la actividad n°08. Así mismo, con la mejora 2 se ha logrado, **reducir la cantidad de operarios partícipes del proceso de producción de muebles sofás de 15 a 10 operarios**, obteniendo así un ahorro económico en el costo de producción. Finalmente, la mejora 2 junto a la mejora 1, han logrado **minimizar el tiempo de ciclo del proceso de 460.41 minutos a 362.34 minutos, equivalente a una reducción del 21.4%**. A continuación, se muestra el detalle del cálculo de los nuevos indicadores de productividad con las propuestas de la mejora 2.

- **Tiempo de ciclo del proceso con la mejora 2**

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 61 se puede verificar que luego de aplicarse la mejora 2, es decir, la compra de una segunda cortadora y la eliminación de la actividad de espera, que sumado a la mejora 1, el tiempo de ciclo se reduce de **460.41 min/sofá a 362.34 min/sofá**, es decir, ocurre un **descenso del 21.40% de tiempo**. Tal y como se muestra en la tabla 63:

Tabla 63: Comparativo del tiempo de ciclo con la mejora 2

T. Ciclo Actual	T. Ciclo con Mejora 2	Reducción
460.41 min/sofá	362.34 min/sofá	21.40%

Fuente: Elaboración propia.

- **Cuello de botella con la mejora 2**

Según lo presentado en la tabla 62 la operación que representaba el cuello de botella luego de la mejora 1 era la operación n°08 con un tiempo de 30.12 minutos, que representaba la actividad de espera por limpieza, y que luego con la mejora 2 se eliminó la misma con la contratación de un personal de limpieza que llevara a cabo esta función, logrando así una reducción del 100%, tal y como se muestra en la siguiente tabla 64:

Tabla 64: Mejora del cuello de botella con la mejora 2

Cuello botella con Mejora 1	Cuello botella con Mejora 2	Reducción
30.12 min	0 min	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, **el nuevo cuello de botella del proceso de producción sería la operación n°03 que representa el proceso de cepillado con un valor de 22.10 minutos.**

Nuevo cuello de botella (con mejora 2) = 22.10 minutos (operación n°03 - Cepillado)

- **Producción de sofás con la mejora 2**

Para el cálculo de la nueva producción luego de aplicarse la mejora 2, se tendrá en cuenta el “Tiempo Base” y el “Nuevo tiempo de Ciclo”, según la tabla 59 con lo cual tendríamos lo siguiente:

Tiempo Base = 480 min/ día

Tiempo de ciclo (con mejora 2) = 362.34 minutos por sofá

Producción = Tiempo base/ Tiempo ciclo = 480/ 362.34 = **1.33 sofás/ día = 35 sofás/mes**

Por lo tanto, se puede apreciar que, luego de la aplicación de la mejora 2, junto a la mejora 1, la producción aumenta de 27 sofás/mes a 35 sofás/mes, es decir, un incremento del 30%. Esto mismo, se puede apreciar en la tabla 65:

Tabla 65: Comparativo de la producción actual y mejorada

Producción Actual	Producción con Mejora 2	Incremento
27 sofás/ mes	35 sofás/mes	30%

Fuente: Elaboración propia

- **Productividad MO con mejora 2**

De acuerdo con las mejoras propuestas en el presente estudio de tesis, tenemos que la nueva producción de la empresa sería de 35 sofás/mes y con un equipo de operarios de 10 trabajadores. Por lo tanto, con estos nuevos datos se procede a calcular la productividad de mano de obra:

$$Productividad\ MO = \frac{Producción}{N^{\circ}\ operarios} = \frac{35\ sofás/mes}{10\ operarios/mes}$$

$$Productividad\ MO = 3,5\ sofás/mes * operario$$

Por lo tanto, se puede concluir que con las nuevas mejoras la productividad de mano de obra pasa de 1.8 sofás/mes-operario a 3.5 sofás/mes-operario, es decir un incremento del 94%, tal y como se muestra en la siguiente tabla 66:

Tabla 66: Comparativo de la productividad de MO actual y mejorada

Productividad MO Actual	Productividad MO Mejorado	Incremento
1.8 sofás/mes-operario	3.5 sofás/mes-operario	94%

Fuente: Elaboración propia

- **Productividad HH con mejora 2**

De la misma forma, teniendo en cuenta que la producción mejorada es de 35 sofás/mes, se tendrá en consideración el promedio de las horas de mano de obra utilizado en el año 2018, según la tabla 15, equivalente a 204.7 horas/mes. Por lo tanto, se tendría el siguiente cálculo de la productividad de horas hombre:

$$- Productividad\ HH = \frac{Producción}{Horas\ de\ MO} = \frac{35\ sofás/mes}{204.7\ horas/mes}$$

$$- Productividad\ HH = 0,171\ Sofás/HH$$

Por lo tanto, se puede concluir que con las nuevas mejoras la productividad de horas hombre pasa de 0.132 sofás/HH a 0.171 sofás/HH, es decir un incremento del 30%, tal y como se muestra en la siguiente tabla 67:

Tabla 67: Comparativo de productividad de HH actual y mejorada

Productividad HH Actual	Productividad HH Mejorado	Incremento
0.132 sofás/HH	0.171 sofás/HH	30%

Fuente: Elaboración propia.

- **Eficiencia Económica con la mejora 2**

Tomando como referencia el detalle de ingresos y egresos presentados en la tabla 16, tenemos que, con un promedio de 319 muebles vendidos con ingresos de S/1',318,700.00 y un total de egresos de S/951,719.00, que incluye el costo de mano de obra por los 15 operarios de producción, se tiene una eficiencia económica promedio del 1.39. Sin embargo, con la mejora 2 al reducir el número de operarios de 15 a 10 trabajadores, se tiene un ahorro económico de S/7,500 tal y como se presentó en la tabla 60. Por lo tanto, teniendo en cuenta estos datos, el nuevo total de egresos sería:

Total egresos con Mejora 2 = (T. Egresos Año 2018) – (Ahorro por mano de obra en 1 año)

Total egresos con Mejora 2 = (S/951,719.00) – (S/7,500.00 x 12 meses)

Total egresos con Mejora 2 = S/861,719.00

Con este nuevo dato, se procede a calcular la nueva eficiencia económica mejorada:

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Ingresos}{Egresos} = \frac{S/1,318,700.00}{S/861,719.00}$$

Eficiencia Económica = 1.53

Por lo tanto, con la **aplicación de la mejora 2 se logra una eficiencia económica de 1.53**. Es decir, respecto a la eficiencia económica actual de 1.39, se logra incrementarla en un 10%. En la tabla 68 se muestra el detalle:

Tabla 68: Comparativo de eficiencia económica actual y mejorada

E. Económica Actual	E. Económica con Mejora 2	Incremento
1.39	1.53	10%

Fuente: Elaboración propia

Esto significa que **por cada S/1.00 invertido en la producción de sofás, la empresa ganará S/0.53**, logrando así una mejora sustancial en el indicador económico.

- **Capacidad Real con mejora 2**

La capacidad real de la empresa fabricante de sofás, estará ligado a la producción actual o mejorada que pueda alcanzar. Así que, teniendo en cuenta que con las propuestas de mejora la nueva producción sería de 35 sofás/mes, con 26 días de efectividad laboral, se tiene el siguiente cálculo:

$$- \textit{Capacidad Real} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{N}^\circ \textit{ de Días efectivos mensual}}$$

$$- \textit{Capacidad Real} = \frac{35 \textit{ sofás/mes}}{26 \textit{ días/mes}} = \mathbf{1,35 \textit{ sofás por día}}$$

Por lo tanto, la capacidad real de la empresa en la línea de producción de sofás pasa de 1,04 sofás por día a 1,35 sofás por día, equivalente a un incremento porcentual del 30%, esto mismo se puede apreciar en la siguiente tabla 69:

Tabla 69: Comparativo de capacidad real actual y mejorada

Capacidad Real Actual	Capacidad Real Mejorada	Incremento
1.04 sofás/día	1.35 sofás/día	30%

Fuente: Elaboración propia

- **Capacidad utilizada con mejora 2**

De acuerdo a las mejoras propuestas y cálculos realizados en el presente estudio, se ha determinado que la nueva capacidad real de la empresa sería de 1.35 sofás/día, frente a una capacidad diseñada de 3 sofás/día. De tal manera que, se procede a calcular la nueva capacidad utilizada:

- $Utilización = \frac{Capacidad\ Real}{Capacidad\ diseñada} \times 100\%$
- $Utilización = \frac{1,35\ sofás/día}{3\ sofás/día} \times 100\% = 45\%$

Por lo tanto, se logra determinar que la nueva capacidad utilizada de la empresa pasa de 34% a 45%, es decir, con las mejoras realizadas hubo un incremento del 32%, tal y como se muestra en la siguiente tabla 70:

Tabla 70: Comparativo de capacidad utilizada actual y mejorada

Capacidad Utilizada Actual	Capacidad Utilizada Mejorada	Incremento
34%	45%	32%

Fuente: Elaboración propia

- **Capacidad Ociosa con mejora 2**

La capacidad ociosa vendría a ser el cociente de la diferencia de la capacidad diseñada y la capacidad real actual, entre la capacidad diseñada. Por lo tanto, teniendo en cuenta los cálculos anteriores, se tiene:

- $Capacidad\ Ociosa = \frac{3\text{ sofás} - 1.35\text{ sofás}}{3\text{ sofás}} \times 100\%$
- $Capacidad\ Ociosa = \frac{3\text{ sofás} - 1.35\text{ sofás}}{3\text{ sofás}} \times 100\% = 55\%$

Por lo tanto, se logra determinar que la nueva capacidad utilizada de la empresa se reduce de 66% a 55%, es decir, con las mejoras realizadas hubo una disminución del 17%, tal y como se muestra en la siguiente tabla 71:

Tabla 71: Comparativo de capacidad ociosa actual y mejorada

Capacidad Ociosa Actual	Capacidad Ociosa Mejorada	Reducción
66%	55%	17%

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.5 Inversión económica de la mejora 2

Las propuestas desarrolladas en la mejora 2, involucran una inversión mínima que la gerencia deberá evaluar para implementar la propuesta. A continuación, se muestra en la tabla 72, la inversión a realizar:

Tabla 72: Inversión económica de la mejora 2

N°	Descripción	Inversión
1	Inversión Sierra Circular	S/ 3,600.00
2	Contratación personal de limpieza	S/ 1,162.50
3	Reasignación de operarios	S/ -
TOTAL INVERSIÓN MEJORA 2		S/ 4,762.50

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se puede mostrar en la tabla 72, la inversión que la gerencia deberá evaluar para su implementación es de S/4,762.50. Con esta inversión la empresa podrá lograr mejorar sus indicadores de productividad, anteriormente descritos. Por lo consiguiente, la inversión en una sierra circular será de S/3,600.00, la contratación de un personal de limpieza costará S/1,162.50, y la reasignación de operarios en toda la línea de producción no involucrará una inversión adicional, debido a que sólo se redistribuyen a los operarios otorgándoles la ejecución de mayores actividades gracias a la reducción y estandarización de tiempos. Por lo tanto, la inversión total de la mejora 2 costará S/4,762.50. El detalle de esta inversión se puede apreciar en las tablas 57 y 59 anteriormente descritas.

3.4.3 Mejora 3: Elaboración de un procedimiento del proceso de producción sofás y ejecución de un plan de capacitación para el personal operativo

En esta propuesta se pretende dejar establecido el procedimiento oficial del proceso de producción de sofás en la empresa fabricante de muebles, con los tiempos estandarizados y las actividades definidas para cada operación. Así mismo, este procedimiento deberá ser conocimiento de todo el personal operativo a través de una capacitación a cargo del supervisor de producción.

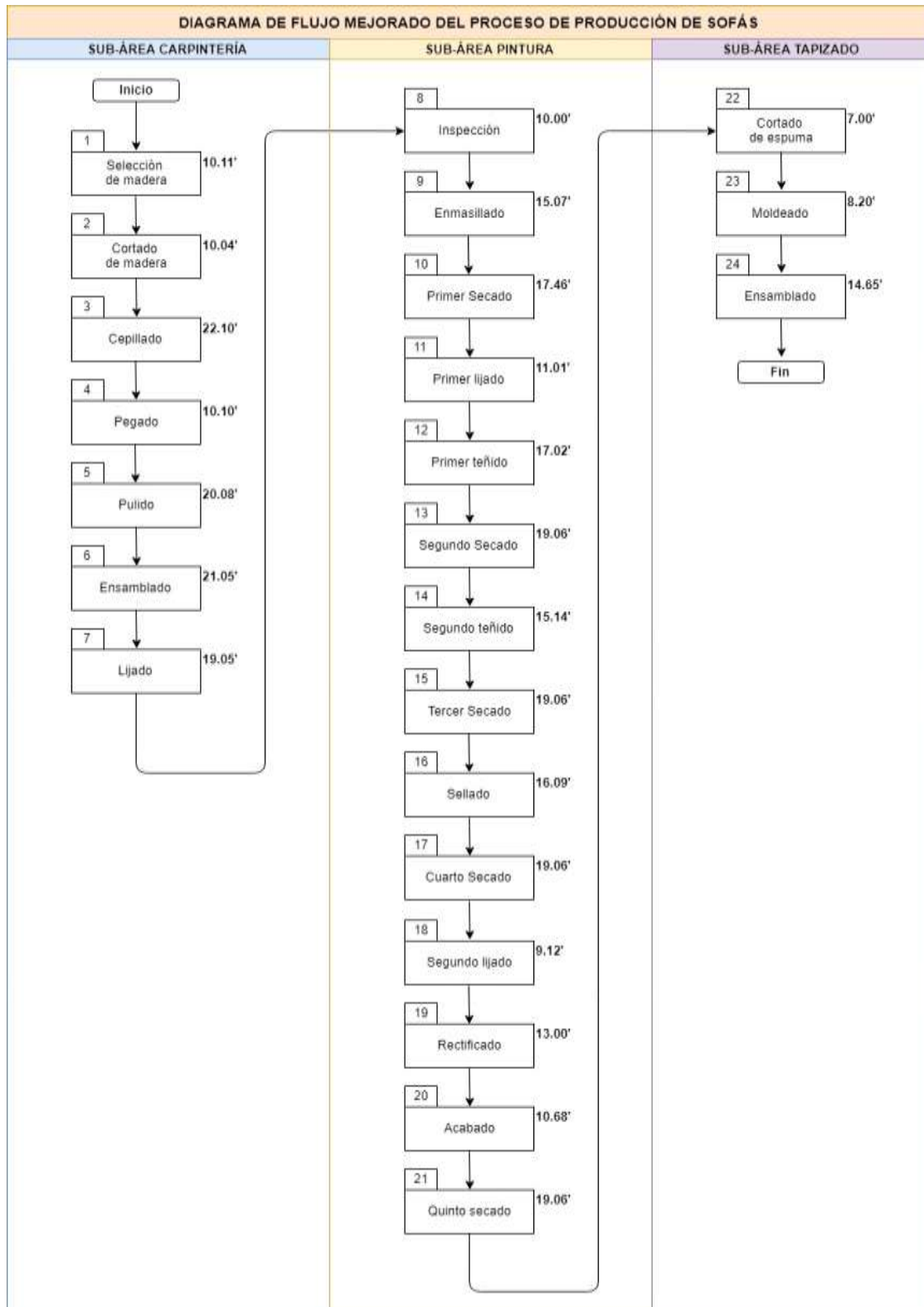
3.4.3.1 Procedimiento oficial del proceso de producción de sofá

De acuerdo a las propuestas desarrolladas en el presente estudio, se viene logrando la reducción y estandarización de tiempos en el proceso de producción de sofás. Por tal motivo, se establece el nuevo diagrama de flujo, diagrama de análisis de operaciones y procedimiento descriptivo del proceso.

- **Diagrama de flujo mejorado del proceso de producción de sofás**

En la figura 35 se puede apreciar el nuevo diagrama de flujo para el proceso de producción de sofás en las 03 sub-áreas de la empresa, con los tiempos estandarizados.

Figura 35: Nuevo diagrama de flujo del proceso de producción de sofás



Fuente: Elaboración propia

- **Descripción del proceso productivo**

A continuación, se presente el procedimiento detallado del proceso de producción de muebles sofás, que servirá de guía para la capacitación del proceso productivo a todos los operarios de la empresa fabricante de muebles.

EMPRESA FABRICADORA DE MUEBLES	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MUEBLES SOFÁS	EDICIÓN 02
		Última edición: Diciembre 2017

1. OBJETIVO

Definir las actividades a ejecutar durante el proceso de producción de muebles sofás

2. ALCANCE

Este documento aplica desde que el operario selecciona el tipo de madera para el ingreso a la línea de producción de muebles sofás hasta el ensamblado final en la sub-área de tapizado.

3. RESPONSABLES DE APLICACIÓN

- Gerente
- Jefe de producción
- Operario de producción

4. INDICADORES

INDICADOR	FÓRMULA	FUENTE	OBJ	FRECUENCIA
Producción	$P = \text{Tiempo base} / \text{Tiempo de ciclo}$	Registros	3 unid/ día	Mensual
Productividad mano de obra	$P = \text{Producción} / \text{N}^\circ \text{ Operarios}$	Registros	8 unid/mes -operario	Mensual

Productividad horas hombre	$P = \text{Producción} / \text{Horas Hombre}$	Registros	0,381 unid/ HH	Mensual
Eficiencia Económica	$E = \text{Ingresos} / \text{Egresos}$	Registros	1.8	Mensual
Capacidad Real	$C = \text{Producción} / \text{Días laborales}$	Registros	3 unid/día	Mensual
Capacidad Utilizada	$C = \text{Capacidad Real} / \text{Capacidad Diseñada}$	Registros	100%	Mensual

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

SUB-ÁREA	ACTIVIDAD
CARPINTERÍA	<p>1. SELECCIÓN DE MADERA</p> <p>El operario da inicio a la producción de muebles sofás con la selección del tipo de madera. Ésta puede ser madera caoba o cedro. La selección dependerá del tipo de material que haya establecido el cliente en la hoja de requerimiento, la cual contiene también las especificaciones del producto final, tales como dimensiones, diseño, etc. Así mismo, en esta actividad el operario deberá llevar en su registro la cantidad de madera utilizada para</p>

la producción de sofás, y de esta forma poder luego obtener un indicador de eficiencia.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 10.11 minutos por cada unidad producida.

2. CORTADO DE MADERA

En esta etapa los dos operarios, deberán habilitar la madera con las dos cortadoras a disposición, y realizar los cortes respectivos de acuerdo al diseño y especificaciones establecidas en la hoja de requerimiento.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 10.04 minutos por cada unidad producida.

3. CEPILLADO

En esta parte del proceso el operario deberá, a través de una máquina cepilladora, quitar las irregularidades y alisar la superficie de la madera, de tal forma que quede totalmente emparejado.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 22.10 minutos por cada unidad producida.

4. PEGADO

Luego de que el operario haya efectuado el cepillado de la madera, procederá el mismo a unir algunas de las piezas con pegamento y clavos, lo cual representa el proceso de pegado, que tiene como fin ir armando poco a poco la estructura del producto.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 10.10 minutos por cada unidad producida.

5. PULIDO

Después de la operación anterior, pegado, el mismo operario deberá comenzar a pulir la estructura a través de lijas de madera con la finalidad de ir eliminando asperezas y/o imperfecciones en el producto semiterminado.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 20.08 minutos por cada unidad producida.

6. ENSAMBLADO

En esta etapa un siguiente operario deberá encargarse de unir por completo todas las piezas trabajadas en los procesos anteriores e ir ensamblándolas una a una, de tal forma que se logre obtener el armazón o esqueleto del mueble.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 21.05 minutos por cada unidad producida.

7. LIJADO

En esta última etapa el operario carpintero termina su actividad realizando un último lijado de la madera, alisando de esta manera el material trabajado. De esta forma, el producto semiterminado en la sub-área de carpintería, pasará así a la sub-área de pintura.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 19.05 minutos por cada unidad producida.

8. INSPECCIÓN

Cuando el producto semiterminado llega al área de pintura, el operario teniendo ya su hoja de producción, realizará como primera actividad una inspección general, que consiste básicamente en determinar si existe algún error en el ensamble de la madera, como, por ejemplo: Que la madera esté mal clavada, o que siga habiendo imperfecciones muy notorias luego del lijado,

PINTURA

etc. De esta forma, si el maestro pintor encontrase un desperfecto de esta naturaleza, deberá regrésalo para que la sub-área de carpintería lo corrija inmediatamente, por lo contrario, si encontrase un error pequeño y breve de corregir, el mismo operario pintor levantará la observación y continuará con la siguiente operación.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 10.00 minutos por cada unidad producida.

9. ENMASILLADO

En esta actividad el mismo operario empieza a masillar y/o curar algunas imperfecciones en la madera con el fin de mantenerlo completamente liso.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 15.07 minutos por cada unidad producida.

10. PRIMER SECADO (SECADO DE MASILLA)

En esta operación el mismo operario deberá utilizar como nueva herramienta la “pistola de calor” la cual deberá utilizar a una temperatura de 40°C para agilizar el proceso de secado de la masilla y siguiendo las recomendaciones debidas.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 17.46 minutos por cada unidad producida.

11. PRIMER LIJADO

Luego del primer secado de masilla con la ayuda de la pistola de calor, el mismo operario procederá a efectuar el primer lijado preparando la madera para las primeras capas de pintura.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 11.01 minutos por cada unidad producida.

12. PRIMER TEÑIDO (PRIMERA CAPA DE PINTURA)

En esta etapa del proceso, el operario deberá aplicar sobre la madera un preservante para inhibir específicamente la propagación de organismo tales como: Moho, hongos, termitas, polillas y larvas. Ello representará a su vez la primera capa de pintura sobre el producto semiterminado.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 17.02 minutos por cada unidad producida.

13. SEGUNDO SECADO (SECADO DE PINTURA)

En este proceso el operario deberá a través de su herramienta “pistola de calor” llevará a cabo el proceso de secado a la temperatura de 40°C y siguiendo las recomendaciones respectivas.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 19.06 minutos por cada unidad producida.

14. SEGUNDO TEÑIDO (SEGUNDA CAPA DE PINTURA)

En esta segunda capa de pintura el operario deberá hacer una mezcla de base de pintura con colores oscuros y comenzar a aplicar suavemente por toda la estructura de la madera.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 15.14 minutos por cada unidad producida.

15. TERCER SECADO (SECADO DE PINTURA)

Una vez más, el operario deberá llevar a cabo a través del uso de la “pistola de calor” el proceso de secado a la temperatura de 40°C, siguiendo las recomendaciones respectivas, para así agilizar el proceso de secado de pintura.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 19.06 minutos por cada unidad producida.

16. SELLADO

En esta parte del proceso el maestro pintor deberá comenzar a pintar la madera aplicando varias capas muy finas de laca sobre la superficie de madera. El resultado deberá ser una superficie de apariencia muy lisa, con un gran brillo y muy suave al tacto.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 16.09 minutos por cada unidad producida.

17. CUARTO SECADO (SECADO DE PINTURA)

Una vez más, el operario pintor deberá a través de su herramienta “pistola de calor” llevará a cabo el proceso de secado a la temperatura de 40°C y siguiendo las recomendaciones respectivas.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 19.06 minutos por cada unidad producida.

18. SEGUNDO LIJADO

Luego de haber obtenido un buen sellado de la madera, se deberá nuevamente dar un segundo lijado o pulido. Este proceso tendrá como fin dejar la superficie de la madera lista para el pintado de acabado.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 9.12 minutos por cada unidad producida.

19. RECTIFICADO

Esta operación consiste básicamente en que el trabajador empezará a corregir algunas tonalidades en el color de la madera, ya sea que esté muy oscuro o demasiado claro.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 13.00 minutos por cada unidad producida.

20. ACABADO (PINTADO FINAL)

En esta etapa el maestro pintor realiza el pintado final de la madera, con el color definitivo, según la hoja de requerimiento, de tal forma que el producto quede listo para continuar con el proceso de secado y pasar a la sub-área de tapizado.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 10.68 minutos por cada unidad producida.

21. QUINTO SECADO (SECADO FINAL)

Finalmente, se lleva a cabo el secado final de la etapa de pintura, en la cual, el operario pintor, una vez más, deberá a través de su herramienta “pistola de calor” llevar a cabo el proceso de secado a la temperatura de 40°C y siguiendo las recomendaciones respectivas.

TAPIZADO

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 19.06 minutos por cada unidad producida.

22. CORTADO DE ESPUMA

En esta actividad, perteneciente a la sub-área de tapizado, el operario empieza a cortar la espuma disponible de acuerdo a las dimensiones establecidas en la hoja de requerimiento del cliente.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 7.00 minutos por cada unidad producida.

23. MOLDEADO

En este proceso, el operario deberá tomar medidas, de acuerdo a la hoja de requerimiento, y hacer los cojines para el sofá, así como el moldeado de las partes del mueble que llevará espuma y/o esponja.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 8.20 minutos por cada unidad producida.

24. ENSAMBLADO

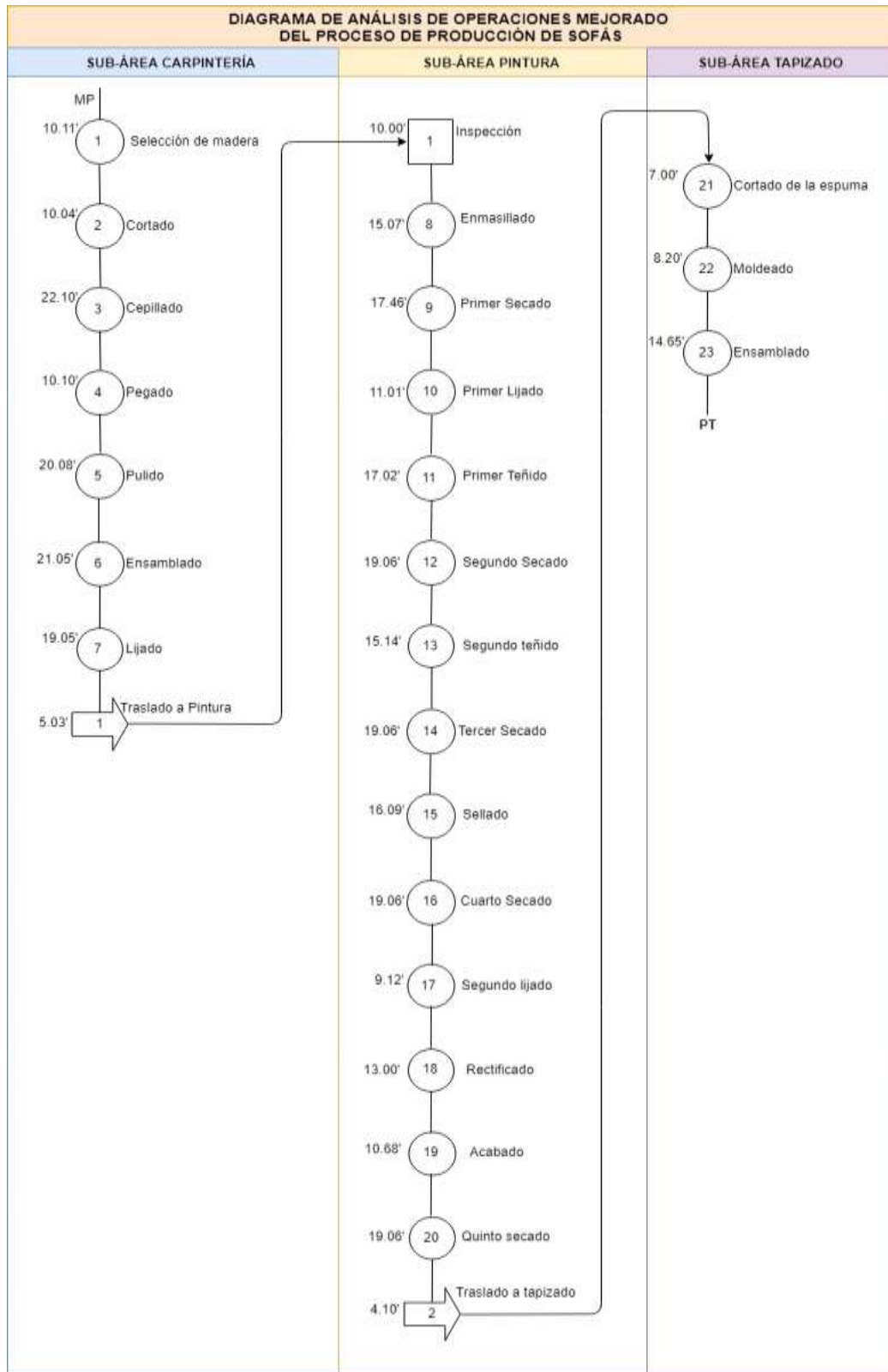
En esta etapa finalmente el proceso general de tapizado se da por culminado. Aquí el mueble es acomodado con todas sus piezas (cojines) y a la vez verificado de que todo esté absolutamente bien. El producto queda terminado y pasa al almacén para la programación de recojo del cliente.

El tiempo estándar establecido para esta actividad no deberá ser superior a los 14.65 minutos por cada unidad producida.

- **Diagrama de análisis de operaciones mejorado del proceso de producción de sofás**

A continuación, se muestra en la figura 36, el Diagrama de Análisis de Operaciones mejorado del proceso de producción de sofás:

Figura 36: Diagrama de análisis de operaciones mejorado



Fuente: Elaboración propia

- **Actividades productivas e improductivas mejorados**

Con las propuestas de mejora desarrolladas en el presente estudio, tendrá un impacto crucial en las actividades productivas e improductivas, logrando una mejora en ambos indicadores, tal y como se muestra en la tabla 73:

Tabla 73: Resumen de actividades mejoradas

RESUMEN DE ACTIVIDADES MEJORADO			
Descripción	Simbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	○	23	343.21
Inspección	□	1	10.00
Demora	D	0	0
Transporte	➔	2	9.13
TOTAL		26	362.34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 73 se puede apreciar que con las mejoras propuesta el número de actividades suma un total de 26 en todo el proceso de producción, con un tiempo total de 363.34 minutos. Así mismo, se puede ver con detalle que, existen 23 actividades que corresponden a operaciones, 01 actividad correspondiente a inspección, y sólo 02 actividades relacionadas al transporte.

Por lo consiguiente, se muestra el porcentaje de actividades productivas del proceso de producción:

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{343.21 + 10.00}{362.34} = 97.50\%$$

Por lo tanto, se puede apreciar que con las mejoras se obtiene un porcentaje de actividades productivas equivalente al 97.50%. Lo cual demuestra un incremento del 6.5% respecto a la realidad actual presentada en la tabla 18.

Así mismo, se procede a efectuar el cálculo para determinar el porcentaje de actividades improductivas después de las mejoras desarrolladas en el presente estudio:

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{9.13}{362.34} = 2.50\%$$

Finalmente, se puede apreciar que porcentaje de actividades improductivas disminuye hasta el 2.50% con las mejoras propuestas. Demostrando así la efectividad de las propuestas desarrolladas en la presente investigación.

3.4.3.2 Programa de capacitación para el personal operativo

Es importante que una vez documentado el procedimiento oficial del proceso de producción de sofás, éste sea de conocimiento obligatorio por todo el personal de producción, para que de esta forma puedan tener un conocimiento panorámico del proceso, y conocer los tiempos estándares definidos para cada operación, para esto, se ha estipulado el siguiente programa de capacitación en la figura 37:

Figura 37: Programa de capacitación sobre el procedimiento oficial del proceso de producción de sofás

Tema: Capacitación sobre el procedimiento de fabricación de sofás.	AGOSTO - 2019					
	SEMANA 1					
Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
8:00 am - 1:00 pm	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral
1:00 pm - 3:00 pm	REFRIGERIO					
3:00 pm - 6:00 pm	Horario laboral	Horario laboral	Horario laboral	Grupo 1 Total horas: 3.0 H	Grupo 2 Total horas: 3.0 H	Horario laboral

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se muestra en la Figura 31, la capacitación se llevará a cabo en dos días laborales, durante un tiempo total de 6 horas, suficientes para dar a conocer el procedimiento oficial y explicar a detalle cada operación para todo el personal operativo. Así mismo, dicha capacitación estará a cargo del jefe de producción, quien será la persona responsable de instruir y dar a conocer las mejoras al personal.

3.4.3.3 Inversión económica de la mejora 3

Para llevar a cabo la implementación de la propuesta de mejora 3, la inversión económica será mínima, debido a que sólo deberá invertir en gastos de materiales necesarios para una capacitación. Así mismo, se deberá tener en cuenta que la capacitación será dirigida por el Jefe de producción a cargo del área, el cual, no conllevará a un costo adicional por ser parte de sus funciones. En la figura 38 se muestra el detalle de la inversión por la mejora 3:

Figura 38: Inversión económica por la mejora 3

N°	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Capacitación Técnica	2 días	-	-
2	Papel Bond	1/4	-	S/ 20.00
3	Break	15 personas	-	S/ 200.00
4	Alquiler de proyector	1 uni	-	S/ 160.00

TOTAL INVERSIÓN MEJORA 3	S/ 380.00
-------------------------------------	------------------

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se puede determinar que la inversión mínima para la capacitación sobre el procedimiento oficial del proceso de fabricación de sofás será de S/380.00, siendo el encargado de la instrucción la jefatura de producción de la empresa.

3.4.4 Mejora 4: Propuesta de implementación de la metodología 5S

Para llevar a cabo esta propuesta en la empresa fabricante de muebles, se deberá desarrollar en las siguientes fases:

3.4.4.1 Desarrollo de la propuesta

Para llevar a cabo la propuesta de implementación de la metodología 5S en la empresa fabricante de muebles, se desarrollará en 03 fases, que son: la fase preliminar, la fase de ejecución, y la fase de seguimiento y mejora, cada una de ellas se desarrolla a continuación:

3.4.4.1.1 Fase 1: Preliminar

- Etapa 1: Compromiso y decisión de la gerencia general

En todo proyecto a implementar dependerá, en primera instancia, de la aprobación, decisión y compromiso absoluto de la gerencia general y/o directorio. Sin esta primera etapa, no se podrá desarrollar la implementación de la metodología 5S por más efectiva que esta herramienta pueda ser. La gerencia de la empresa fabricante de muebles deberá también involucrarse en todo el proceso de su implementación y en la motivación del personal operativo y ejecutor de la metodología. Este compromiso se podrá evidenciar a través de la participación en reuniones con el comité 5S, el cual se llevará un control estricto a través de los registros correspondientes, tales como acta de reunión, listas de asistencia y planes de acción tal y como se presenta en los anexos 5 y 12.

- Etapa 2: Conformación del comité 5S

En esta etapa se requiere que la gerencia sea el líder principal en la organización del comité 5S. Es la gerencia quien deberá dirigir y seleccionar a los miembros del equipo, delegando funciones a cada miembro colaborador con el fin de lograr un compromiso total, y la efectividad en la implementación de esta técnica lean. A continuación, se muestra en la figura 39 la propuesta de estructura del comité 5S de acuerdo a los colaboradores actuales:

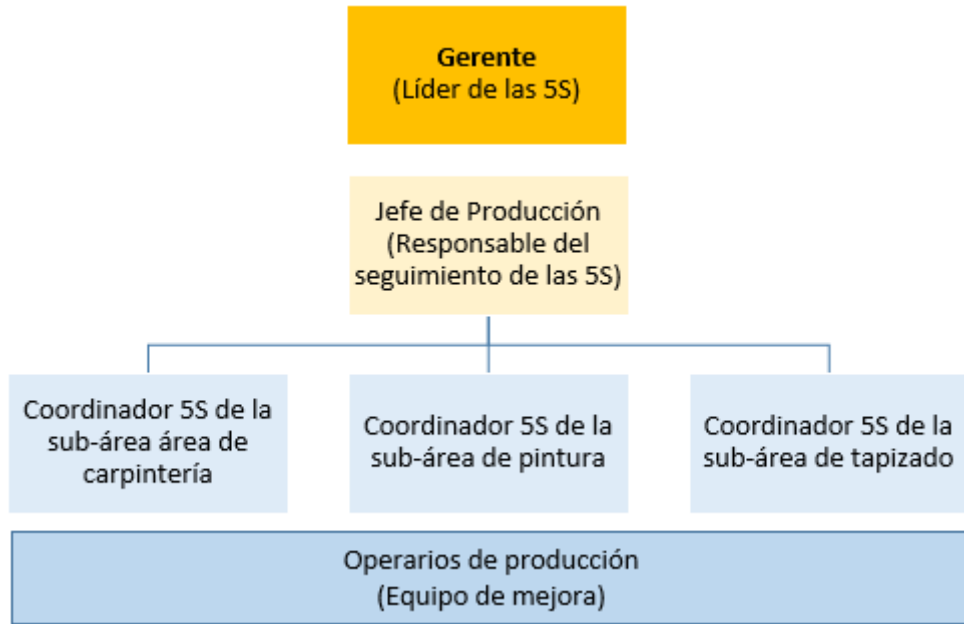


Figura 39: Propuesta de estructura de la conformación del comité 5S en la empresa fabricante de muebles

Fuente: Elaboración propia

- Etapa 3: Programación de actividades

La planificación del trabajo para la implementación de la metodología 5S, deberá ser diseñada y comunicada por el comité de 5S. Para esto, el comité 5S de la empresa fabricante de muebles deberá contar un cronograma o diagrama de Gantt definiendo las actividades y los plazos a ejecutar.

Los responsables del cumplimiento de la planificación será el comité 5S, liderado por la gerencia general. El diseño y ejecución del plan deberá desarrollarse en todas las sub-áreas de producción de la empresa fabricante de muebles. A continuación, se presenta en la figura 40 la propuesta del cronograma de actividades para la empresa:

ACTIVIDADES	S	S	S	S	Responsable
	e	e	e	e	
	m	m	m	m	
	a	a	a	a	
	n	n	n	n	
	a	a	a	a	
	1	2	3	4	
Recopilación de información de las 5 "S"					<i>Supervisor de producción</i>
Análisis de información					<i>Jefe de producción</i>
Delimitar las áreas que generan exceso de residuos					<i>Jefe de producción</i>
Delimitar las áreas en desorden					<i>Jefe de producción</i>
Revisión y análisis de cada área a través de fotografías					<i>Jefe de producción</i>
Platica y aplicación de auditoria 5S					<i>Jefe de producción</i>
Realización manual 5S para trabajadores					<i>Jefe de producción</i>
Capacitación a trabajadores					<i>Jefe de producción</i>
Realización de limpieza, estandarización y orden general					<i>Operarios de producción</i>
Revisión del área de trabajo y toma de fotografías					<i>Supervisor de producción</i>
Implementación del proyecto					<i>Gerencia</i>

Figura 40: Propuesta de programación de actividades 5S para la empresa fabricante de muebles

Fuente: Elaboración propia.

- Etapa 4: Comunicado oficial de la implementación 5S's

En esta etapa se lleva a cabo la comunicación general a todas las áreas de la empresa, en este caso, a todos los colaboradores de las sub-áreas de producción, a través de reuniones y charlas técnicas con los operarios.

Dichas reuniones deberán llevarse a cabo en las instalaciones de la empresa fabricante de muebles. Para ello, deberá comunicarse los lineamientos, objetivos y ventajas de la implementación de la metodología 5S. Así mismo, las evaluaciones constantes a las que serán sometidos con la finalidad de poder tener áreas de trabajo más limpias y organizadas, con resultados cuantificados a través de concursos y reconocimientos mensuales. Éstos mismos reportes serán publicados en un punto de encuentro o periódico mural para conocimiento de todo el personal, y así poder crear un clima motivador y competitivo entre las sub-áreas de trabajo.

- Etapa 5: Capacitación y entrenamiento en 5S a todo el personal

La capacitación se iniciará con el entrenamiento de todos los integrantes que conforman el comité 5S, y para esto se contará con un experto en implementación de metodologías 5S's.

Luego de esto, los integrantes deberán replicar el conocimiento adquiridos a los demás operarios y personal de la empresa para lograr así el compromiso total de la organización.

Por lo tanto, en la tabla 74 se muestra el plan de capacitación a realizarse en la empresa fabricante de muebles:

Tabla 74: Plan de capacitación de metodología 5S.

COMITÉ 5S Y TRABAJADORES	Lugar	Sala de reuniones y capacitaciones de la empresa fabricante de muebles.		
	Materiales a utilizar	Pizarra acrílica, proyector multimedia, laptop, lapiceros y plumones.		
	Grupo 1	Comité 5S's		
	Expositor	Experto		
	Tema	Inicio	Fin	Duración
	Introducción	8:00 a. m.	10:00 a. m.	2 horas
	¿Qué son las 5S's?			
	Objetivo de las 5S's			
	Beneficios de las 5S's			
	Descripción			
1S: Seiri				
2S: Seiton	10:00 a. m.	12:00 p. m.	2 horas	
3S: Seiso				
4S: Seiketsu				
5S: Shitsuke				
¿Cómo administrar un programa 5S's?				
Sensibilización y difusión				
Auditoría internas				
Acciones correctivas				
Retroalimentación				
Metodología de implementación				

TRABAJADORES	Metodología de implementación	8:00 a. m.	10:00 a. m.	2 horas (2do día)
	1S: Seiri			
	2S: Seiton			
	3S: Seiso			
	4S: Seiketsu			
	5S: Shitsuke			

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.1.2 Fase 2: Ejecución

En la fase de ejecución, antes de empezar, el comité evaluador deberá llevar a cabo una auditoría interna con el fin de poder tener registro del estado inicial con su porcentaje de cumplimiento. Para ello, deberá utilizar el formato del anexo 1 con la que se hizo el diagnóstico para la sustentación de la implementación 5S. Así mismo, tener como evidencia el registro fotográfico de las sub-áreas observadas.

- Etapa 1: Implementación de la 1era S (Seiri: Eliminar)
 - Se deberán separar los objetos, cosas o artículos innecesarios de los que sí son necesarios, y a la vez adherir las tarjetas rojas (Ver ejemplo en figura 41).
 - Se deberá dejar los elementos necesarios en el lugar de trabajo.
 - Se deberá eliminar los elementos innecesarios.
 - Se deberá inspeccionar constantemente que no existan artículos innecesarios.

A continuación, se muestra en la figura 42 un modelo de tabla para el resumen de las tarjetas colocadas:

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTICULO:		CANTIDAD:	
CATEGORIA:			
1. MATERIA PRIMA		2. MATERIAL EN PROCESO	
3. REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO		4. ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS	
5. PRODUCTO EN PROCESO		6. PRODUCTO TERMINADO	
7. OTRO			
RAZON:			
NO NECESARIO		DEFECTUOSO	
OBSOLETO		EXCEDENTE	
DESTINO DESCONOCIDO		MATERIAL DE DESECHO	
OTROS			
FORMA DE DESECHO:			
1. TIRAR		3. MOVER A OTRO ALMACEN	
2. VENDER		4. DEVOLUCION DE PROVEEDOR	
		5. OTROS	

Figura 41: Ejemplo de formato de tarjeta roja

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DE TARJETA ROJA			
TARJETA #	FECHA DE ETIQUETACION	ARTICULO	FORMA DE DESECHO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Figura 42: Modelo de formato para el resumen de las tarjetas rojas

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se mostrará a los empleados de las diferentes sub-áreas de la carpintería las decisiones que se tomaron respecto a los objetos y herramientas distinguidos con la tarjeta roja, con el fin de que opinen al respecto y si tienen alguna otra solución, pues al final son ellos quienes conocen mejor su trabajo. Así mismo, se presenta a continuación en la figura 43, un modelo de formato para el enlistado de objetos necesarios:

OBJETOS Y/O EQUIPOS NECESARIOS			
ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UBICACIÓN RECOMENDADA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Figura 43: Modelo de formato para el enlistado de objetos necesarios

Fuente: Elaboración propia

- Etapa 2: Implementación de la 2da S (Seiton: Orden)

- Se deberán identificar los elementos necesarios.
- Se deberán señalar las áreas para elementos y actividades.
- Se deberán colocar todos los elementos en su lugar designado.
- S deberá verificar que exista un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

Dichos pasos deberán ser establecidos de acuerdo a las decisiones tomadas con el comité 5S, tales como las señalizaciones, designación de espacios para cada objeto necesario, entre otros.

- Etapa 3: Implementación de la 3era S (Seiso: Limpieza)

- Se deberá realizar la primera gran limpieza en toda el área de producción.
- Se deberá limpiar cada vez que se ensucie.
- Se deberá limpiar constantemente.
- Se deberá inspeccionar periódicamente la limpieza de los puestos de trabajo (Esto se llevará a cabo según el formato de auditoría del anexo 1).

- Etapa 4: Implementación de la 4ta S (Seiketsu: Estandarizar)
 - Se deberá definir los métodos de orden y limpieza de las áreas de trabajo.
 - Se deberá aplicar el método establecido para todos los puestos de trabajo.
 - Se deberá estandarizar el orden y limpieza en cada sub-área de trabajo.
 - Se deberá inspeccionar constantemente que exista un estándar actualizada en cada puesto de trabajo.

Para esta etapa se tomará en consideración como referencia para los estándares, los ítems generales establecidos en el formato de auditoría 5S del anexo 1.

- Etapa 5: Implementación de la 5ta S (Shitsuke: Disciplina)
 - Se deberá efectuar el orden y limpieza con los colaboradores de cada puesto de trabajo.
 - Se deberá formar y capacitar constantemente a cada colaborador en el orden y limpieza de sus áreas de trabajo.
 - Se deberá actualizar la formación y conocimiento de los colaboradores cada vez que existan cambios.
 - Se deberá crear un sistema de auditorías internas para las evaluaciones constantes de las áreas de trabajo, para ello se deberá utilizar el formato del anexo 1.

3.4.4.1.3 Fase 3: Seguimiento y mejora

- Etapa 1: Creación de un plan de control y seguimiento

En esta etapa se busca que el comité 5S defina su plan de control y seguimiento para el cumplimiento estricto de las 5S en cada uno de los puestos de trabajo. De esta forma se podrá determinar y medir el avance y resultados que la metodología está teniendo en la empresa.

- Etapa 2: Toma de evaluaciones

Aquí básicamente consiste en evaluar de forma semanal, quincenal, mensual o según la periodicidad que el comité 5S haya establecido para la medición de los resultados. Cada evaluación deberá ser evidenciada a través de registros y fotografías que deberán ser publicadas en los puntos de encuentro de los trabajadores, para así crear concientización permanentemente. Aquí se deberá utilizar como medio de evaluación el formato de auditoría 5S del anexo 1.

- Etapa 3: Publicación de las evaluaciones y resultados

Esta etapa tiene objetivo publicar y difundir los resultados después de cada auditoría 5S para lograr concientizar y crear motivación en el personal colaborador de la empresa. Dicha responsabilidad estará a cargo del comité 5S's, y será quien deba dar los reconocimientos o llamadas a la reflexión por cada resultado obtenido en las evaluaciones.

- Etapa 4: Elaboración del plan de acción de mejora

Las oportunidades de mejora irán apareciendo después de cada resultado de las auditorías, es por ella su gran importancia, y el comité 5S en apoyo de la Gerencia deberán establecer acciones de mejora a corto, mediano y largo plazo para no volver a reincidir en las mismas observaciones durante las posteriores auditorías o evaluaciones. De esta forma se irá creando una cultura de orden y limpieza en la empresa fabricante de muebles, logrando así espacios óptimos y actividades con mayor productividad en los colaboradores. Para ello se tomará en cuenta el formato del anexo 12.

3.4.4.2 Inversión económica de la mejora 4

La propuesta de implementación de la metodología 5S's en la empresa fabricante de muebles permitirá contar áreas más ordenadas y limpias, y, por ende, sumar a la productividad del trabajador luego de su correcta implementación. Por lo consiguiente, la implementación de la propuesta demandará de una inversión económica mínima que la gerencia deberá evaluar y decidir. En la tabla 75 se muestra el detalle de los costos por la mejora 4:

Tabla 75: Inversión económica de la mejora 4

Nº	Descripción	Inversión
1	Contratación especialista	S/ 2,000.00
2	Alquiler proyector multimedia	S/ 80.00
3	Refrigerio	S/ 250.00
4	Papel Bond	S/ 20.00
5	Lapiceros	S/ 15.00
TOTAL INVERSIÓN MEJORA 4		S/ 2,365.00

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, tal y como se presenta en la tabla 75, la implementación de la propuesta de mejora 4, implicará, en primer lugar, la inversión económica en la contratación de un especialista certificado en 5S para la puesta en marcha del proyecto que tendrá un costo estimado de S/2,000.00 por un plazo de dos días de capacitación. Así mismo, se tendrá un costo por alquiler de proyector multimedia para la sala de reuniones por un valor de S/80.00. Además de ello, un gasto en compra de refrigerio para los capacitados de S/250.00. También un gasto de S/20.00 por compra de papel bond, y un mínimo gasto de S/15.00 por compra de lapiceros. Finalmente, el costo total de la inversión para la propuesta de implementación de 5S's será de S/2,365.00.

3.4.5 Cuadro comparativo de indicadores

De acuerdo a los indicadores generados a detalle en cada mejora descrita, se presenta en la tabla 76 el consolidado de indicadores con el antes y después de las propuestas de mejora:

Tabla 76: Consolidado de indicadores actuales y mejorados

INDICADOR	RESULTADO ACTUAL	RESULTADO CON PROPUESTAS DE MEJORAS	DIFERENCIA	VARIACIÓN PORCENTUAL
Actividades Productivas	91,52%	97.50%	5.98%	Aumentó 6.5%
Actividades Improductivas	8,48%	2.50%	5.98%	Disminuyó 70.5%
Indicadores de producción				
Producción	27 sofás/mes	35 sofás/mes	8 sofás/mes	Aumentó 30%
Indicadores de Productividad				
Productividad de mano de obra	1,8 sofás/operario-mes	3,5 sofás/operario-mes	1,7 sofás/operario-mes	Aumento 94%
Productividad de horas hombre	0,132 sofás/HH	0,171 sofás/HH	0,039 sofás/HH	Aumentó 30%
Indicadores de Eficiencia				
Eficiencia física	0,84	0,84	0	-
Eficiencia económica	1,39	1,53	0,14	Aumentó 10%
Indicadores de tiempo				
Cuello de botella	36 min/operario-día	22 min/operario-día	14 min/operario-día	Disminuyó 38,9%
Tiempo de ciclo	460 min/sofá	361,7 min/sofá	98,3 min/sofá	Disminuyó 21,4%
Indicadores de Capacidad				
Capacidad Real	1,04 sofás/día	1,35 sofás/día	0,31 sofás/día	Aumentó 30%
Capacidad Utilizada	34%	45%	11%	Aumentó 32%
Capacidad Ociosa	66%	55%	11%	Disminuyó 17%

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se puede apreciar en la tabla 76, que, en el indicador de producción, los sofás incrementan de 27 sofás/mes a 35 sofás/mes, logrando un aumento del 30%. La productividad de mano de obra alcanza un aumento del 94% junto a la productividad de horas hombre con un porcentaje de aumento del 30%, indicadores que demuestra una mejora en el proceso productivo. Así mismo, la eficiencia económica logra un incremento del 10%, traducido en mayor margen de utilidad para la empresa. También se puede apreciar que el cuello de botella disminuye en un 38.9% respecto al indicador actual, junto a ello, el tiempo de ciclo obtiene una reducción del 21.4% en relación al tiempo de ciclo actual. En consecuencia, esto también logra impactar en los indicadores de capacidad. Así tenemos que, la capacidad real de la empresa lograr un incremento del 30%, la capacidad utilizada alcanza un aumento del 32%, y, por último, la capacidad ociosa disminuye en un 17%.

Finalmente, se puede concluir que, con las mejoras propuestas en el presente estudio, se logra incrementar y reducir los porcentajes en los indicadores de productividad, cumpliendo de esta forma con el objetivo del estudio que es, mejorar la productividad en el proceso de producción de sofás.

3.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

3.5.1 Inversión total

De acuerdo a lo desarrollado en el presente estudio, se presenta en la tabla 77 el consolidado de la inversión total por la propuesta de implementación de las 04 mejoras:

Tabla 77: Inversión total de las mejoras

Nº	Descripción	Monto
1	Inversión mejora 1	S/ 2,079.50
2	Inversión mejora 2	S/ 4,762.50
3	Inversión mejora 3	S/ 380.00
4	Inversión mejora 4	S/ 2,365.00
INVERSIÓN TOTAL		S/ 9,587.00

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, tal y como se puede observar en la tabla 77, la implementación de las 04 propuestas desarrolladas en el presente estudio tendrá un valor de inversión total de S/9,587.00. Dicho deberá ser evaluado con los ingresos y costos de producción de la empresa para la respectiva evaluación económica financiera.

3.5.2 Ingresos promedio

Para poder determinar los ingresos promedio que la empresa obtendrá con las mejoras propuestas se tendrá en cuenta el último precio promedio de los muebles sofás comercializados en el año 2018 (según tabla 17) junto con el nuevo promedio de muebles producidos mensualmente gracias a las mejoras (según tabla 76). A continuación, se muestra en la tabla 77 el detalle de los ingresos totales que se generarán mensualmente:

Tabla 78: Ingreso mensuales con las mejoras

Nº	Descripción	Valor
1	Sofás producidos por mes	35
2	Precio promedio por sofá	S/ 4,133.00
INGRESO PROMEDIO MENSUAL		S/ 144,655.00

Fuente: Elaboración propia

Según lo que se observa en la Tabla 78, gracias a las mejoras propuestas el nuevo número de sofás producidos mensualmente por la empresa será de 35 unidades. Así mismos, el precio promedio por sofá según su histórico de ventas del 2018 es de S/4,133.00. Por lo tanto, el nuevo ingreso mensual total de la empresa es de aproximadamente S/144,655.00.

3.5.3 Costos promedio

Para determinar el costo de producción promedio por mueble sofá fabricado se tendrá en cuenta el reporte del año 2018 (según tabla 16), teniendo en cuenta que, la producción mensual con las mejoras se hará con 10 operarios, lo cual permitirá un ahorro de S/7,500.00 mensuales (según tabla 60), equivalente a S/90,000.00 en un año. Por lo tanto, el costo promedio de producción por sofá es de S/2,701.30. A continuación se presenta en la tabla 79 el detalle del nuevo costo de producción promedio:

Tabla 79: Egreso promedio mensual con las mejoras

Nº	Descripción	Valor
1	Sofás producidos por mes	35
2	Nuevo costo promedio de producción por sofá	S/ 2,701.30
EGRESO PROMEDIO MENSUAL		S/ 94,545.50

Por lo tanto, como se observa en la tabla 79, el nuevo costo de producción por sofá con las propuestas de mejora es de S/2,701.30. Así mismo, frente a una producción mejorada de 35 sofás por mes se tiene un egreso promedio mensual de S/94,545.50.

3.5.4 Evaluación económica y financiera

Para la evaluación económica y financiera se procede a efectuar un flujo de caja (cashflow) para el análisis detallado de los costos que se tendría y los ingresos en los que se incurriría, con el objetivo de realizar posteriormente el cálculo de beneficio/costo de la inversión total. A continuación, se presenta en la tabla 80 el flujo de caja para los 06 primeros meses después de implementadas las mejoras:

Tabla 80: Flujo de caja con mejoras

Ítem	Meses					
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Total de Ingresos (S/)		S/144,655.00	S/144,655.00	S/144,655.00	S/144,655.00	S/144,655.00
N° Unidades vendidas		35	35	35	35	35
Total de egresos (S/)		S/ 94,545.50	S/ 94,545.50	S/ 94,545.50	S/ 94,545.50	S/ 94,545.50
Costo de producción (S/)		S/ 94,545.50	S/ 94,545.50	S/ 94,545.50	S/ 94,545.50	S/ 94,545.50
Inversión total	S/ 9,587.00					
Flujo Neto	S/9,587.00	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 80, se puede observar que, frente a un ingreso mensual de S/144,655.00 con 35 sofás vendidos y un egreso de S/94,545.50, se tiene un flujo neto mensual de S/50,109.50. Por lo tanto, para poder obtener el periodo de recuperación de la inversión de S/9,587.00 se llevarán a cabo los siguientes cálculos de acuerdo a lo presentado en la tabla 81:

Tabla 81: Tiempo de recuperación de la inversión

Ítem	Meses					
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Flujo Neto	S/0.00	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50	S/ 50,109.50
Inversión total	S/ 9,587.00					
Saldo por recuperar		S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00

Fuente: Elaboración propia

Según lo presentaba en la tabla 81, se puede observar que la inversión total está muy por debajo de los ingresos que se generarán mensualmente la producción de sofás gracias a las propuestas de mejora desarrolladas en el presente estudio. Así mismo, se puede verificar que, desde el primer mes la inversión se ve totalmente recuperada. Por lo tanto, se presenta el cálculo para determinar el tiempo promedio de la recuperación de lo invertido:

$$\text{Fracción de recuperación} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Flujo neto}}$$

$$\text{Fracción de recuperación} = \frac{S/9,587.00}{S/50,109.50} = 0,19$$

$$\text{Fracción de recuperación} = 0,19 \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 5,7 \approx \mathbf{6 \text{ días}}$$

Tal y como se puede apreciar en cálculo el tiempo de recuperación de la inversión es de aproximadamente 6 días efectivos.

3.5.5 Beneficio/ Costo

Para determinar el análisis beneficio/costo se tendrá en cuenta el nuevo ingreso mensual de los sofás producidos, el nuevo egreso mensual y la inversión de las mejoras propuestas. A continuación, se muestra el cálculo de la relación beneficio-costo para el análisis de la viabilidad en la implementación de las mejoras.

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

$$\text{Beneficio / Costo} = \frac{S/144,655.00}{S/94,545.50 + 9,587.00}$$

$$\text{Beneficio / Costo} = \frac{S/144,655.00}{S/104,132.50}$$

$$\text{Beneficio / Costo} = \mathbf{1,40}$$

Finalmente, se observa que el resulta del análisis beneficio/costo es de 1.40; demostrando que, la inversión sí se recuperaría con una ganancia adicional. Es decir, que por cada sol invertido la empresa fabricante de muebles obtendrá una ganancia extra de S/0.40.

3.6 PLAN DE ACCIÓN PARA LA MEJORA

Tabla 82: Plan de acción para la mejora

Nº	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRONOGRAMA						RECURSOS			PRESUPUESTO	RESULTADO (ENTREGABLE)
			J	A	S	O	N	D	MAT	HUM	EQU		
1	Adquisición de pistolas de calor	Gerencia							Pistolas de calor	-	-	S/2,097.50	Nuevo método de trabajo. Mejora de indicadores de producción y personal capacitado.
2	Capacitación en el uso del nuevo método de trabajo	Proveedor							-	Instructor	Proyector, computadora, Pizarra		
3	Compra de segunda cortadora circular	Gerencia							Máquina cortadora circular	-	-	S/3,600.00	Disminución de tiempos de ciclo y reducción de cuellos de botella. Incremento del indicador de producción, y reducción de los costos de mano de obra.
4	Contratación de operario de limpieza	Gerencia							-	Peronal de limpieza	-	S/1,162.50	
5	Reasignación de operarios de producción	Jefe de Producción							-	Operarios reasignados	-	-	
6	Difusión del procedimiento oficial del proceso de producción de sofás	Jefe de Producción							Papel Bond/ Proyector/	Jefe de producción comunica nuevo procedimiento	-	S/380.00	Documento del procedimiento oficial del proceso de producción de sofás.
7	Capacitación e implementación de la metodología 5S.	Proveedor/ Jefe de Producción							-	Instructor	Proyector, computadora, Pizarra	S/2,365.00	Áreas limpias y organizadas. Personal capacitado.

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Al realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa fabricante de muebles se determinó que la producción mensual de sofás era de 27 sofás/mes con un tiempo de ciclo de 460 min/sofá, un cuello de botella de 36 min/operario-día y una productividad de mano de obra de 1.8 sofás/operario-mes, dichos indicadores mostraron en general una baja productividad en la línea de producción de sofás. Las causas fueron identificadas a través de un diagrama de Ishikawa, el cual nos mostró como principales causas del problema la existencia de tiempos del proceso sin estandarizar, actividades y operaciones que no agregaban valor, falta de conocimiento del proceso productivo, inexistencia de un procedimiento definido para el proceso de producción, así como la falta de organización y limpiezas de las áreas de trabajo. Todas éstos síntomas impactaron directamente en la baja productividad de la empresa.
- Las propuestas de mejora se basaron en la utilización de técnicas de la ingeniería de métodos para la minimización y estandarización de tiempos. Para ello, se propuso la compra e implementación de pistolas de calor para la reducción de tiempos de las operaciones de secado en la línea de producción de sofás, de la mano con una charla técnica para el correcto uso de esta nueva herramienta. Así mismo, se propuso la reasignación de operarios en las diferentes sub-áreas de producción, la contratación de un personal de limpieza, y la compra de una segunda cortadora, todo ello con el fin de seguir disminuyendo los tiempos muertos y optimizar el trabajo de la mano de obra. Además, se propuso la elaboración del procedimiento oficial del proceso de producción de sofás de la mano con una capacitación a cargo de la jefatura de producción para el conocimiento obligatorio del personal operativo. Por último, se propuso la implementación del programa 5S's para lograr mantener las áreas limpias y organizadas. De llevarse a cabo la ejecución de las propuestas de mejora se lograrán un incremento del 30% en la producción de sofás,

una reducción del 38.9% del cuello de botella, una disminución del 21.4% del tiempo de ciclo del proceso, y un incremento de la productividad de mano de obra del 94%.

- Finalmente, para el análisis costo-beneficio, se determinó que la inversión total de las propuestas de mejora tendría un valor monetario de S/9,587.00; un monto inferior a los ingresos que generará la empresa desde el primer mes de implementada las mejoras, logrando la recuperación de lo invertido en un plazo aproximado de 6 días efectivos. Así mismo, la relación beneficio/costo arrojó un valor de 1.4; demostrando que, la inversión se recuperaría con una ganancia adicional, es decir, que por cada sol invertido la empresa obtendrá una ganancia extra de S/0.40.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa fabricante de muebles llevar a cabo un estudio de mejora de la gestión de inventarios para la reducción de pérdidas de ventas por rupturas de stock.
- Se recomienda llevar a cabo una investigación sobre el diseño de puestos de trabajo ergonómicos para aumentar la productividad de los trabajadores.
- Se recomienda realizar un estudio sobre un plan de mantenimiento de las máquinas de producción de la empresa centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. C. Vegas Rodriguez, «Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú,» Consorcio Asecal Mercurio Consultores, 15 noviembre 2008. [En línea]. Available: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs_taller/Presentaciones_Tumbes_y_Piura/1.2.1.2.F1%20Cadenas_Productivas%2020080912.pdf. [Último acceso: 15 mayo 2019].
- [2] L. Niño y M. Bednarek, Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas, Mexico: Concyteg, 2010.
- [3] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) - CITEmadera, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» 01 febrero 2018. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>. [Último acceso: 20 mayo 2019].
- [4] L. Cristiano, FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MUEBLES, Santiago - Chile: Universidad de Chile, 2017.
- [5] G. Gonzales, «Ministerio de la Producción,» 10 marzo 2008. [En línea]. Available: <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/CITECONF/ggonzales.pdf>. [Último acceso: 20 mayo 2019].
- [6] G. Grimaldo, «Análisis de métodos y tiempos: Empresa Textil Stand Deportivo,» Revista I3+- Investigación, Innovación e Ingeniería, vol. 2, n° 8, pp. 120-139, 2015.
- [7] L. Betaleluz, «Mejora de la Productividad en la elaboración de pisco puro no aromático,» Ingeniería Industrial, vol. 1, n° 1, pp. 51-60, 2016.
- [8] A. Ibarra Lazcano, «Plan de mejora en los procesos de producción de reencauche al frío en la empresa reencauchadora europea RENEU S.A,» Ingeniería Industrial, vol. 2, n° 1, pp. 20-64, 2015.
- [9] M. Miroslava, «Standardization - one of the tools of continuous improvement, » Procedia Engineering, vol. 1, n° 1, pp. 329 - 332, 2016.
- [10] G. Perez, «Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones,» Ingeniería Industrial, vol. 1, n° 1, pp. 88 - 106, 2014.
- [11] L. Cuatrecasas, Planificación de la producción: Gestión de materiales, Mexico: Planeta, 2010.
- [12] F. Meyers, Estudios de tiempos y movimientos, Mexico: Pearson, 2004.
- [13] T. Marmolejo, «Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones,» Ingeniería Industrial, vol. XXXVII, n° 1, pp. 24-35, 2016.
- [14] A. C. Neira, Técnicas de medición del trabajo, Madrid: FC, 2006.

- [15] R. Garcia Criollo, Estudio del trabajo, Mexico: INTERAMERICANA EDITORES SA, 2005.
- [16] C. Janiana, Manual de Tiempos y Movimientos Ingeniería de Métodos, Mexico: Limusa, 2008.
- [17] A. Rivero, Ingeniería del Trabajo, Mexico: Pearson, 2010.
- [18] J. Viteri, E. Matute y C. Viteri, Aplicación de herramientas de la Producción Esbelta a una Microempresa, Mexico: Twelfth LACCEI, 2014.
- [19] M. Rajadell y J. L. Sanchez, Lean Manufacturing, Madrid: Diaz de Santos, 2010.
- [20] J. C. Hernandez y A. Vizán, Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación, Madrid: EOI Escuela de Organización Industrial, 2013.
- [21] B. Ortega Aguaza, «Dialnet,» 24 abril 2012. [En línea]. Available: file:///C:/Users/JOSE%20LUIS/Downloads/Dialnet-AnalisisCosteBeneficio-5583839.pdf. [Último acceso: 03 junio 2019].
- [22] C. Carlos, «Guía para la implementación de un sistema de información para el apoyo a la planeación, programación y control de la producción tipo Push en PyMES,» Tecnura, vol. 1, n° 1, pp. 108-119, 2007.
- [23] R. Alfalla, Introducción a la dirección de operaciones táctico-operativa: Un enfoque práctico, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2008.
- [24] FUNDACION ECA GLOBAL, El auditor de calidad, Madrid: Fundacion Confemetal, 2007.
- [25] L. Avegno, H. Santillán, D. Sisa y G. Encalada, «Análisis del benchmarking como herramienta de apoyo para la toma de decisiones de las empresas,» PRO-SCIENCES: REVISTA DE PRODUCCIÓN, CIENCIAS E INVESTIGACIÓN, vol. 2, n° 15, pp. 21-26, 2018.
- [26] H. Vargas Rodriguez, Manual de implementación del programa 5S, Mexico: Juan Carlos Martínez Coll, 2004.
- [27] F. Ormachea Freyre, «Estudio de tiempos por cronometraje: caso de operaciones de costura bajo corridas cortas,» HOLISTICA- Revista de ingeniería Industrial de PUCP, vol. 1, n° 8, pp. 37-44, 2012.
- [28] P. Sanchez, «Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación,» Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 25, n° 2, pp. 137-150, 2015.

VI. ANEXOS

6.1 Anexo: Lista de verificación de cumplimiento de 5S's en la empresa fabricante de muebles.

EVALUACIÓN 5S's en la empresa fabricante de muebles		Calif.
SELECCIONAR		
1	Los accesorios de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	1
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	1
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	0
4	Pasillos libres de obstáculos	0
5	Las mesas de trabajo se encuentran despejadas y libres de objetos sin uso	1
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	0
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	0
8	Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	0
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	0
10	El área de trabajo está libre de cajas de papeles u otros objetos	0
11	Se cuenta con documentos actualizados	0
ORDENAR		
12	Las áreas están debidamente identificadas	1
13	No hay cajas u otros objetos encima de las mesas o áreas de trabajo	0
14	Los contenedores de basura están en el lugar designado para éstos	0
15	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)	0
16	Todas las sillas y mesas están el lugar designado	1
17	Los equipos de seguridad se encuentran visibles y sin obstáculos	0
18	Todas las identificaciones en los almacenes están actualizados y se respetan	0
19	Los Documentos se encuentran bien archivados	0
20	Lo necesario se encuentra identificado y almacenado correctamente	0
LIMPIAR		
21	Los escritorios, vitrinas, pisos y áreas de trabajo de la zona de producción se encuentran limpios	1
22	Los accesorios de trabajo se encuentran limpios	1
23	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	1
24	Los almacenes que resguardan los productos están libres de polvo	0
25	Las mesas o escritorios están libres de polvo, manchas y/o residuos de comida	1
26	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	1
27	Los equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso	1
28	Los contenedores de basura están limpios y en buen estado	0
29	Las paredes y techo se encuentran limpias, correctamente pintadas y libres de humedad	1
30	Los papeles de trabajo están limpios y en buen estado	0
31	Las repisas se encuentran libres de polvo y están debidamente pintadas	0
32	Los equipos de protección del personal es adecuado y se mantiene en condiciones óptimas	1
33	Los uniformes se encuentran en buenas condiciones y limpios	0
34	Las máquinas se encuentra en buen estado de funcionamiento	1
35	Las iluminación es la más óptima	1
ESTANDARIZAR		
36	El personal de la empresa fabricante de muebles cumple sistemáticamente con 5 "S" para mantener el orden y limpieza	0
37	El personal usa su uniforme en forma adecuada durante sus labores	0
38	Se cuida que la imagen en mobiliario y equipos mantengan una imagen uniforme en la empresa	0
39	Todo los instructivos y formatos están controlados; pueden mostrar evidencias del programa 5 "S"	0
40	El personal de la empresa está capacitado y entiende el programa 5 "S"	0
41	Las máquinas se encuentran correctamente calibradas	2
42	La temperatura del lugar de trabajo son las adecuadas	1
43	Existen instrucciones claras de orden y limpieza	0

SEGUIMIENTO		
44	Existe control sobre el nivel de orden y limpieza	1
45	Las tendencias de los resultados estadísticos son positivas	1
46	Se hace la limpieza de forma sistemática	2
47	Se cumple con los programas de mantenimiento a la infraestructura	2
48	Se cumple con los programas de mantenimiento a las máquinas	2
49	Se cumple con los programas de equipos de cómputo	1
50	Existe reconocimiento por las mejoras	1
51	Existen sanciones para los que incumplen en lo establecido	1
52	Existe un plan de mejora	0
53	Existe Programa de aplicación de 5s	0
54	Se identifica la causa raíz de las problemáticas en las 5s	0

Guía de calificación	
0	= No hay implementación
1	= Un 30% de cumplimiento
2	= Cumple al 65%
3	= Un 90% de cumplimiento

Fuente: Vargas, 2004 [25]

6.2 Anexo: Resultados de la evaluación 5S en la empresa fabricante de muebles

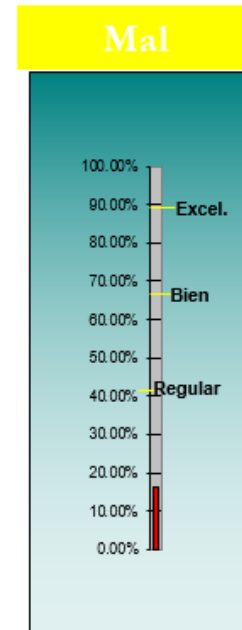
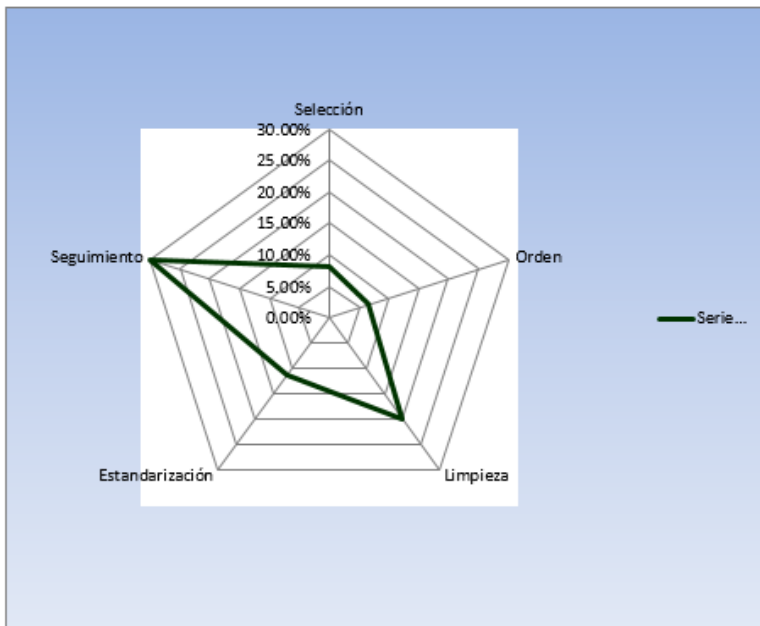


Evaluación 5 S's

	Porcentajes	Puntos
<i>General</i>	16.11%	29
<i>Selección</i>	8.18%	3
<i>Orden</i>	6.67%	2
<i>Limpieza</i>	20.00%	10
<i>Estandarización</i>	11.25%	3
<i>Seguimiento</i>	30.00%	11

Fecha domingo, 5 de Mayo de 2019

Regular	Bien	Excelente
> 50 %	> 70 %	90%



Fuente: Elaboración propia

6.3 Anexo: Análisis y evaluación del criterio de selección a través de la metodología AHP

Valor numérico	Descripción
1	Ambos criterios tienen igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre otro
5	Importancia fuerte de un criterio sobre otro
7	Importancia muy fuerte de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro

Figura 44: Escala de puntuación de Saaty
Fuente: Saaty, 1980.

Comparación por pares: CRITERIOS							
Criterio	Costo	Dificultad	Prioridad	Matriz Normalizada			Valor Promedio
Costo	1	3	3	0,30	0,43	0,69	0.47
Dificultad	1/3	1	1/3	0,10	0,14	0,07	0.10
Prioridad	2	3	1	0,60	0,43	0,23	0.42
Total	3,33	7	4,33				

Criterio: Prioridad	Pistolas de calor	Horno Secador	Matriz Normalizada		Valor Promedio
Pistolas de calor	1	5	0.83	0.83	0.83
Horno Secador	0.20	1	0.17	0.17	0.17
Total	1.20	6			

Criterio: Dificultad	Pistolas de calor	Horno Secador	Matriz Normalizada		Valor Promedio
Pistolas de calor	1	3	0.75	0.75	0.75
Horno Secador	0.33	1	0.25	0.25	0.25
Total	1.33	4			

Criterio: Costo	Pistolas de calor	Horno Secador	Matriz Normalizada		Valor Promedio
Pistolas de calor	1	7	0.88	0.88	0.88
Horno Secador	0.14	1	0.13	0.13	0.13
Total	1.14	8			

	Prioridad	Dificultad	Costo	TOTAL	
Pistolas de calor	0.83	0.75	0.88	0.84	Mejor Opción
Horno Secador	0.17	0.25	0.13	0.15	
Ponderación	0.42	0.10	0.47		

Fuente: Elaboración propia

6.4 Anexo: Evaluación de capacitación

<u>EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN</u>			
Instructor:	<input type="text"/>	Fecha:	<input type="text"/>
Colaborador:	<input type="text"/>	Puntaje:	<input type="text"/>
INDICACIONES:			
<i>De acuerdo a la charla técnica recibida sobre el uso de las pistolas de calor para el proceso de producción de sofás, responda las siguientes interrogantes:</i>			
1 ¿A qué temperatura deberá estar equilibrada la pistola de calor para el proceso de secado de masilla y pintura?			
2 ¿Cuál es el tiempo promedio a utilizar la pistola de calor durante la operación de secado de masilla?			
3 ¿Cuál es el tiempo promedio a utilizar la pistola de calor durante la operación de secado de pintura?			
4 ¿Cuáles son las acciones preventivas a tomar en cuenta antes, durante y después del uso de las pistolas de calor?			
5 Detalle cuál es el impacto que tendrá el uso de las pistolas de calor en la mejora del proceso			
<hr/>			
Firma del evaluado			

Fuente: Elaboración propia

6.5 Anexo: Lista de asistencia

LISTA DE ASISTENCIA					
NOMBRE DEL EXPOSITOR O DIRIGIDO POR		FIRMA:		EMPRESA:	
TEMA:					
FECHA:	LUGAR:	H. INICIO	H. TÉRMINO	TIEMPO	Nº PARTICIPANTES
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	Nº DNI	CARGO	EMPRESA	FIRMA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Fuente: Elaboración propia

6.6 Anexo: Cotización de pistolas de calor

COTIZACIÓN



Cliente JOSÉ LUIS FARROÑAN GARCÍA **Fecha** 11/05/2019
DNI 46331760
Correo ing.josefarronan@gmail.com
Teléfono de contacto: 997286478

"Atendiendo a su amable solicitud enviamos la cotización de los productos que requeridos, siendo un placer brindarles nuestro servicio"


ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT	TOTAL
1	3PCXX19	Pistola de Calor 1800WStanley	5	pistolas de calor	S/ 219.90	S/1,099.50
1	-	Capacitación técnica	-	2 días	S/ 300.00	S/ 600.00

PRECIO TOTAL (inc IGV)	S/1,699.50
-------------------------------	-------------------



Fuente: Empresa Sodimac

6.7 Anexo: Características técnicas de la pistola de calor

<h1 style="margin: 0;">FICHA TÉCNICA</h1> 	
Cliente JOSÉ LUIS FARROÑAN GARCÍA	Fecha 11/05/2019
DNI 46331760	
Correo ing.josefarronan@gmail.com	
Teléfono de contacto 997286478	
Atributo	Detalle
Características	Ajuste de flujo y temperatura variable para mayor versatilidad de aplicaciones y efectividad. Superficie trasera plana para apoyar. Mayor comodidad y trabajo con manos libres. Mango texturizado y cerrado para mayor seguridad y agarre durante el uso.
Marca	Stanley
Modelo	STXH2000K
Potencia	1800 W
Ajuste de calor	Variable
Flujo de aire	300 - 500 L/min
Temperaturas	50° - 450° / 90° - 600°C
Color	Amarillo - negro
Uso	Ideal para decapar superficies de madera, resaltar las vetas naturales de la madera, para encerar, cantar tableros, secar superficies, descongelar, retirar pegatinas y vinilos, evitar que se deshilachen las cuerdas, aflojar tuercas y tornillos metálicos, limpiar y desinfectar
Tipo	Pistolas de calor
Procedencia	U.S.A
Garantía	2 años
Recomendaciones	Siempre desenchufe la pistola de aire caliente cuando no lo use. Manténgalo fuera del alcance de los niños
Guías de Garantía	Ver Guía
Subfamilia	Pistolas de calor
Categoría	Otras herramientas eléctricas

Fuente: Empresa Sodimac

6.8 Anexo: Imágenes de la sierra circular actual.



Fuente: Empresa fabricante de muebles

6.9 Anexo: Imágenes de la nueva sierra circular propuesta



Fuente: Hyvanox.

6.10 Anexo: Características de la nueva sierra circular

Características técnicas - SIERRA CIRCULAR	
	SIERRA CIRCULAR TH-809G
	-Marca:HYVANOX
	-Modelo: TH-809G
	-Motor:3.0HP monofásica o trifásica/ Bobina 100% COBRE
	-Protector termomagnético de motor "arranque y parada de motor"
	-Fase:220V/60 HZ.
	-Color :verde,gris
	-Velocidad:1800 / RPM
	-Amplia mesa 80 cm x 90 cm hecho en hierro fundido
	-Mesa fija
	-Disco de 16" diamantada "regulable"
	-Con escoplo y chuck 5/8
	-Guía milimétrica
	-guía para corte de 45°
	-Con extensión lateral para mejor corte
	-1 año garantía de fábrica
-Somos fabricantes,34 años de experiencia en maquinarias	
-Incluye manual de uso y póliza de garantía.	
-nuestra empresa HYVANOXPERU, 953111376 dedicada ala fabricación e importación/exportación de maquinas industriales,desde 1983 impulsando a la industria en todo el país.	

Fuente: Hyvanox.

6.11 Anexo: Cotización de máquina sierra circular

HYVANOX
ENGINEERING STEEL

COTIZACIÓN

Cliente JOSÉ LUIS FARROÑAN GARCÍA **Fecha** 18/05/2019
DNI 46331760
Correo ing.josefarronan@gmail.com

CANT	DESCRIPCIÓN	Importe
1	<i>Máquina Sierra circular</i>	S/ 2,800.00
1	<i>Flete Lima a Chiclayo</i>	S/ 300.00
1	<i>Mano de obra por instalación</i>	S/ 500.00

PRECIO TOTAL (inc IGV)	S/ 3,600.00
-------------------------------	-------------



Fuente: Hyvanox

