

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
MUEBLES DE MELAMINA EN LA EMPRESA FABRICACIONES
METÁLICAS FAMETAL S.A.C. PARA AUMENTAR LA
RENTABILIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

LUIS ALONSO MOROCHO INCIO

ASESOR

OSCAR KELLY VÁSQUEZ GERVASI

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2019

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
MUEBLES DE MELAMINA EN LA EMPRESA
FABRICACIONES METÁLICAS FAMETAL S.A.C. PARA
AUMENTAR LA RENTABILIDAD**

PRESENTADA POR:

LUIS ALONSO MOROCHO INCIO

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Joselito Sánchez Pérez

PRESIDENTE

Carlos Alvarado Silva

SECRETARIO

Oscar Kelly Vásquez Gervasi

ASESOR

DEDICATORIA

A mi familia, principalmente a mi madre, a mi padre y a mi hermana; por ser mi motivo de seguir adelante.

A Zucetty, por acompañarme en este trayecto aparentemente interminable.

AGRADECIMIENTO

A Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. y a su gerente, Taurino Chuquicahua, por brindarme el acceso a esta empresa para el desarrollo de este estudio.

A mi asesor, Mgtr. Óscar Vásquez, y a la Ing. María Luisa Espinoza, por su paciencia y su orientación en la realización de esta investigación.

A todos los que en algún momento me motivaron a seguir adelante, por su apoyo y su consideración.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C., una empresa peruana del sector manufacturero dedicada a la producción de estructuras metálicas y mobiliario de melamina. Esta empresa presentaba métodos de trabajos no estandarizados que duraban 590,41 minutos por unidad y tiempos no productivos de 25,74 minutos por unidad que limitaban la producción a 1790 unidades por año, asimismo un balance de línea empírico con el que trabajaban presentaba una eficiencia del 74%, la ganancia por la venta de cada producto era de 34 céntimos de sol por cada sol invertido.

Ante esta problemática se determinó estandarizar el método de producción a través de la asignación de procedimientos a los operarios y el uso de tiempos estándar, lo cual redujo el tiempo de proceso en 55,64%; se realizó una nueva distribución de planta mediante los métodos SLP y de Güerchet, que redujo los tiempos de transportes en 49,31%, y se balanceó la línea de producción de muebles de melamina logrando reducir el tiempo de ciclo en 55,25%, se aumentó la producción en 123,46% y elevando la eficiencia de línea a 89,74%. Finalmente se analizó la rentabilidad de la propuesta de mejora, la cual presenta una relación beneficio/costo de 1,21, y se aumentó la eficiencia económica de la producción de muebles de melamina de 1,34 a 1,54.

PALABRAS CLAVE: *Mueble, melamina, estandarización, redistribución de planta, balance de línea.*

ABSTRACT

This research was made in *Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.*, a Peruvian Company in the manufacturing industry dedicated to producing metallic structures and melamine furniture. This Company had presented non-standardized working methods that lasted for 590,41 minutes per unit; and, also, had presented 25,74 minutes per unit of non-productive working time that limited production to 1 790 units per year; also, the empiric line-balancing they worked with had an efficiency of 74% and the profit for each product sold was of 0,34 PEN per 1 PEN invested.

To address these issues, this research determined that the working methods should be standardized by designing and assigning procedures to the workers, which decreased the processing time by 55,64%. A new plant distribution was designed using Systematic Layout Planning and Guerchet's Method, which decreased transport time by 49,31%; also, the processing line was balanced, decreasing cycle time by 55,25%, and increasing production by 123,46% and line efficiency to 89,74%. Finally, profitability for this proposal was analyzed, proving that it had a benefit/cost relation of 1,21, and that economic efficiency was increased from 1,34 to 1,54.

KEYWORDS: *Furniture, melamine, standardization, plant redistribution, line balancing.*

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	16
II.	MARCO TEÓRICO	18
	2.1 Antecedentes	18
	2.2 Bases Teórico Científicas.....	21
	2.2.1 Estudio del Trabajo	21
	2.2.1.1 Estudio de Métodos.....	21
	2.2.1.2 Medida del Trabajo	21
	2.2.2 Herramientas de Registro y Análisis de información.....	22
	2.2.2.1 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP).....	22
	2.2.2.2 Diagrama de Análisis del Proceso (DAP).....	22
	2.2.2.3 Diagrama de Recorrido	23
	2.2.2.4 Cursograma analítico.....	24
	2.2.3 Indicadores	25
	2.2.4 Tiempo Normal	25
	2.2.5 Tiempo Estándar	27
	2.2.6 System Layout Planning.....	28
	2.2.7 Método de Guerchet.....	29
	2.2.8 Balance de Línea	30
III.	RESULTADOS.....	32
	3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	32
	3.1.1 LA EMPRESA	32
	3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	34
	3.2.1. Productos.....	34
	3.2.1.1 Descripción del Producto	36
	3.2.1.1.1 Sub Productos.....	37
	3.2.1.1.2 Desechos.....	37
	3.2.1.1.3 Desperdicios	37
	3.2.2 Recursos del Proceso.....	38
	3.2.2.1 Materia Prima	38
	3.2.2.1.1 Plancha de Melamina MDP.....	38
	3.2.2.1.2 Tapacanto	40
	3.2.2.1.3 Plancha de MDF 3mm.....	41
	3.2.2.2 Insumos	42
	3.2.2.2.1 Deslizadores	42

3.2.2.2.2	Correderas Telescópicas.....	42
3.2.2.2.3	Jaladores	43
3.2.2.2.4	Tornillos autorroscantes	43
3.2.2.2.5	Tapatornillos adhesivos.....	44
3.2.2.2.6	Bisagras Laterales	45
3.2.2.2.7	Cerradura.....	45
3.2.2.2.8	Espejos	46
3.2.2.2.9	Adhesivo Termofusible	46
3.2.2.2.10	Thinner	47
3.2.2.2.11	Renovador de madera.....	47
3.2.2.3	Maquinaria	47
3.2.2.3.1	Escuadradoras Industriales	47
3.2.2.3.2	Enchapadoras	49
3.2.2.3.3	Colector de Polvo	51
3.2.2.3.4	Sistema compresor de aire.....	52
3.2.2.4	Personal	54
3.2.2.4.1	Administrativos	54
3.2.2.4.2	Operarios	55
3.2.3	Descripción del Proceso	55
3.2.3.1	Almacenamiento de Melamina.....	55
3.2.3.2	Corte de Planchas de Melamina	56
3.2.3.3	Enchapado o Canteado	60
3.2.3.4	Ranurado	61
3.2.3.5	Corte de Planchas de MDF.....	61
3.2.3.6	Ensamble	62
3.2.3.7	Acabado.....	63
3.2.4	Análisis del Proceso	63
3.2.4.1	Diagrama de Bloques	63
3.2.4.2	Estudio de tiempos	65
3.2.4.3	Diagrama de Operaciones de Proceso	67
3.2.4.4	Diagrama de Análisis de Proceso.....	68
3.2.4.5	Diagrama de Recorrido	70
3.2.4.6	Cursograma Analítico	72
3.2.5	Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso	76
3.2.5.1	Producción.....	76
3.2.5.2	Productividad	77
3.2.5.2.1	Productividad de Materia Prima.....	77

3.2.5.2.2 Productividad de Mano de Obra.....	78
3.2.5.2.3 Productividad Económica	78
3.2.5.3 Eficiencia.....	80
3.2.5.3.1 Eficiencia Física	80
3.2.5.3.2 Eficiencia Económica.....	82
3.2.5.4 Capacidad	83
3.2.5.4.1 Capacidad de Diseño o Proyectada	83
3.2.5.4.2 Capacidad Real o Efectiva	83
3.2.5.4.3 Capacidad Utilizada	83
3.2.5.4.4 Capacidad Ociosa.....	83
3.2.5.5 Eficiencia de Línea.....	84
3.3 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	86
3.3.1 Análisis y evaluación de la información del proceso	86
3.3.1.1 Método de trabajo.....	86
3.3.1.1.1 Falta de métodos estandarizados	86
3.3.1.1.2 Demoras en búsqueda y despacho de materiales	86
3.3.1.1.3 Reprocesos	87
3.3.1.1.4 Baja Eficiencia de Línea	88
3.3.1.2 Mano de Obra.....	88
3.3.1.2.1 Distracción con otras actividades	88
3.3.1.3 Medio Ambiente:.....	89
3.3.1.3.1 Cruces en flujo de material.....	89
3.3.2 Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas	91
3.3.3 Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación	92
3.3.4 Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción	94
3.3.4.1 Problema Principal:	94
3.3.4.2 Causas:	94
3.3.4.3 Propuestas de Mejora:	97
3.4 DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	98
3.4.1 Desarrollo de Mejoras	98
3.4.1.1 Estandarización de métodos de trabajo	98
3.4.1.2 Balance de Líneas.....	161
3.4.1.3 Redistribución de Planta.....	166
3.4.2 Nuevos Indicadores del Proceso	183
3.4.2.1 Producción.....	183
3.4.2.2 Productividad	184

3.4.2.2.1 Productividad de Materia Prima.....	184
3.4.2.2.2 Productividad de Mano de Obra.....	185
3.4.2.2.3 Productividad Económica	185
3.4.2.3 Eficiencia.....	187
3.4.2.3.1 Eficiencia Física	187
3.4.2.3.2 Eficiencia Económica.....	188
3.4.2.4 Capacidad	188
3.4.2.4.1 Capacidad de Diseño o Proyectada	188
3.4.2.4.2 Capacidad Real o Efectiva	189
3.4.2.4.3 Capacidad Utilizada	189
3.4.2.4.4 Capacidad Ociosa.....	189
3.4.3 Cuadro Comparativo de Indicadores.....	189
3.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	191
3.5.1 Proyección de Ingresos.....	191
3.5.2 Proyección de Egresos	192
3.5.3. Flujo de Caja	196
3.5.4. Relación Beneficio / Costo.....	198
3.6 PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA	198
IV. CONCLUSIONES	200
V. RECOMENDACIONES.....	201
VI. LISTA DE REFERENCIAS	202

Índice de tablas

Tabla N° 1: Factores de calificación a los operarios – Sistema Westinghouse.....	26
Tabla N° 2: Valores de relación del SLP	29
Tabla N° 3: Ventas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. – Año 2017	35
Tabla N° 4: Resumen de ventas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. – Año 2017	35
Tabla N° 5: Ficha Técnica del Ropero Botiquín Chico	36
Tabla N° 6: Propiedades Físico-Mecánicas del tablero	39
Tabla N° 7: Clasificación por colores de tableros de melamina	40
Tabla N° 8: Costos de tapacanto por metro	41
Tabla N° 9: Propiedades Físico-Mecánicas del MDF 3mm.....	42
Tabla N° 10: Especificaciones Técnicas Robland Z3200	48
Tabla N° 11: Especificaciones Técnicas SC-30.....	49
Tabla N° 12: Especificaciones Técnicas Automática 515-A	50
Tabla N° 13: Especificaciones Técnicas Chris-26	50
Tabla N° 14: Especificaciones Técnicas MF-9030	51
Tabla N° 15: Especificaciones Técnicas Compresor BD-15A.....	52
Tabla N° 16: Especificaciones Técnicas Secador de Aire Frío BD-30.....	53
Tabla N° 17: Detalles del Plano de Corte 1	58
Tabla N° 18: Detalles del Plano de Corte 2	59
Tabla N° 19: Número recomendado de ciclos de observación	65
Tabla N° 20: Tiempos correspondientes a las mediciones de prueba en minutos	66
Tabla N° 21: Cuadro resumen de diagrama de operaciones	68
Tabla N° 22: Cuadro resumen de diagrama de análisis de operaciones.....	70
Tabla N° 23: Cuadro resumen de cursograma analítico – Operarios Cortado	73
Tabla N° 24: Cuadro resumen de cursograma analítico operario armado	76
Tabla N° 25: Planchas de melamina utilizadas en ropero botiquín chico	77
Tabla N° 26: Tabla de Costos - Materia Prima	79
Tabla N° 27: Tabla de Costos – Mano de Obra	80
Tabla N° 28: Piezas de melamina utilizadas en ropero botiquín chico	81
Tabla N° 29: Resumen de indicadores del proceso.....	85
Tabla N° 30: Tiempos perdidos por búsquedas de material.....	87
Tabla N° 31: Tiempos perdidos por reprocesos	88
Tabla N° 32: Tiempos perdidos por otras actividades asignadas	89
Tabla N° 33: Tiempos perdidos por transportes.....	90
Tabla N° 34: Rentabilidad perdida por el problema del estudio	92
Tabla N° 35: Matriz de Consistencia de Investigación	93
Tabla N° 36: Estimación de pérdidas por otras actividades asignadas	95
Tabla N° 37: Estimación de pérdidas por reprocesos	95
Tabla N° 38: Estimación de pérdidas por búsquedas de material	96
Tabla N° 39: Estimación de pérdidas por transportes	96
Tabla N° 40: Metodologías a utilizar	98
Tabla N° 41: Actividades para la reducción de tiempos	99
Tabla N° 42: Insumos para fabricación de dos carros de transporte.....	100
Tabla N° 43: Asignación de tiempos para las operaciones de cortado	102
Tabla N° 44: Asignación de tiempos por corte	103
Tabla N° 45: Asignación de tiempos por corte (cont.).....	104
Tabla N° 46: Asignación de tiempos por corte (cont.).....	105
Tabla N° 47: Asignación de tiempos por corte (cont.).....	106
Tabla N° 48: Asignación de tiempos por corte (cont.).....	107
Tabla N° 49: Asignación de tiempos para las operaciones de enchapado	123

Tabla N° 50: Asignación de tiempos para las operaciones de ranurado	132
Tabla N° 51: Asignación de tiempos para las operaciones de cortado de espejo	138
Tabla N° 52: Asignación de tiempos para las operaciones de armado y acabado	144
Tabla N° 53: Tiempos Normales de Producción.....	159
Tabla N° 54: Tiempos Estándar de Producción	160
Tabla N° 55: Cuadro resumen de diagrama de operaciones propuesto.....	161
Tabla N° 56: Asignación de Tareas en Método Propuesto	163
Tabla N° 57: Requerimiento de Área - Escuadradoras	169
Tabla N° 58: Requerimiento de Área – Enchapadora	169
Tabla N° 59: Requerimiento de Área – Enchapadora Curva	170
Tabla N° 60: Requerimiento de Área – Estación de Trabajo.....	170
Tabla N° 61: Requerimiento de Área – Producción.....	171
Tabla N° 62: Codificación de Áreas	171
Tabla N° 63: Tiempos de transporte propuestos	177
Tabla N° 64: Resumen Diagrama de Análisis de Proceso Propuesto	179
Tabla N° 65: Tabla de Costos Promedio Propuestos – Mano de Obra	186
Tabla N° 66: Tabla de Costos Estándar Propuestos – Mano de Obra.....	186
Tabla N° 67: Cuadro comparativo de indicadores del proceso	190
Tabla N° 68: Proyección de Ingresos	192
Tabla N° 69: Costos de Fabricación de Carros de Transporte	193
Tabla N° 70: Número de Hojas a Imprimir.....	193
Tabla N° 71: Costos por entregas de procedimiento.....	194
Tabla N° 72: Costos de Capacitación en Nuevo Método de Trabajo.....	194
Tabla N° 73: Costos de Redistribución de Planta	195
Tabla N° 74: Inversiones.....	195
Tabla N° 75: Proyección de Egresos.....	196
Tabla N° 76: Flujo de caja.....	197
Tabla N° 77: Plan de acción para la mejora	199

Índice de figuras

Figura N° 1: Conjunto de símbolos de diagrama de proceso.....	23
Figura N° 2: Formato de cursograma analítico.....	24
Figura N° 3: Factores de suplementos a los operarios – OIT	27
Figura N° 4: Diagrama de Relaciones	28
Figura N° 5: Distribución de Planta de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.....	33
Figura N° 6: Trozos no reutilizables de melamina	37
Figura N° 7: Aserrín de melamina.....	38
Figura N° 8: Virutas de tapacanto.....	38
Figura N° 9: Tablero de melamina MDP	39
Figura N° 10: Tapacanto.....	40
Figura N° 11: Tablero de MDF 3mm	41
Figura N° 12: Deslizadores	42
Figura N° 13: Correderas telescópicas.....	43
Figura N° 14: Jaladores.....	43
Figura N° 15: Tornillos autorroscantes.....	44
Figura N° 16: Tapatornillos adhesivos	44
Figura N° 17: Bisagras.....	45
Figura N° 18: Cerradura tambor para cajón.....	45
Figura N° 19: Espejo.....	46
Figura N° 20: Pegamento para tapacanto.....	46
Figura N° 21: Renovador de madera	47
Figura N° 22: Escuadradora Robland Z3200.....	48
Figura N° 23: Escuadradora SC-30.....	49
Figura N° 24: Enchapadora Automática 515-A.....	50
Figura N° 25: Enchapadora Chris-26.....	51
Figura N° 26: Colector de Polvo MF-9030	52
Figura N° 27: Compresor BD-15A	53
Figura N° 28: Tanque de 600L	53
Figura N° 29: Secador de Aire Frío BD-30	54
Figura N° 30: Almacén de Materia Prima	56
Figura N° 31: Almacén de Materia Prima	56
Figura N° 32: Plano de corte para ropero – Plancha 1.....	57
Figura N° 33: Plano de corte para ropero – Plancha 2.....	58
Figura N° 34: Operarios de cortado	59
Figura N° 35: Proceso de enchapado	60
Figura N° 36: Proceso de ranurado.....	61
Figura N° 37: Proceso de corte de MDF.....	62
Figura N° 38: Proceso de armado	63
Figura N° 39: Diagrama de bloques de Ropero Botiquín Chico	64
Figura N° 40: Diagrama de Operaciones de Proceso del Ropero Botiquín Chico	67
Figura N° 41: Diagrama de Análisis de Proceso del Ropero Botiquín Chico	69
Figura N° 42: Diagrama de Recorrido	71
Figura N° 43: Cursograma Analítico de Procesos – Operarios Cortado	72
Figura N° 44: Cursograma Analítico de Procesos – Operario Armado.....	74
Figura N° 45: Cursograma Analítico de Procesos – Operario Armado.....	75
Figura N° 46: Balance inicial de línea	84
Figura N° 47: Diagrama de Ishikawa.....	91

Figura N° 48: Propuesta de carro de transporte	100
Figura N° 49: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF.....	108
Figura N° 50: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	109
Figura N° 51: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	110
Figura N° 52: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	111
Figura N° 53: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	112
Figura N° 54: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	113
Figura N° 55: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	114
Figura N° 56: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	115
Figura N° 57: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	116
Figura N° 58: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	117
Figura N° 59: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	118
Figura N° 60: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	119
Figura N° 61: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	120
Figura N° 62: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)	121
Figura N° 63: Cursograma Analítico Propuesto para la operación de Cortado	122
Figura N° 64: Procedimiento de Enchapado.....	125
Figura N° 65: Procedimiento de Enchapado (cont.)	126
Figura N° 66: Procedimiento de Enchapado (cont.)	127
Figura N° 67: Procedimiento de Enchapado (cont.)	128
Figura N° 68: Procedimiento de Enchapado (cont.)	129
Figura N° 69: Procedimiento de Enchapado (cont.)	130
Figura N° 70: Cursograma Analítico Propuesto para la operación de Enchapado	131
Figura N° 71: Procedimiento de Ranurado	134
Figura N° 72: Procedimiento de Ranurado (cont.)	135
Figura N° 73: Procedimiento de Ranurado (cont.)	136
Figura N° 74: Cursograma Analítico Propuesto para la operación de Ranurado	137
Figura N° 75: Procedimiento de Corte de Espejo	139
Figura N° 76: Procedimiento de Corte de Espejo (cont.)	140
Figura N° 77: Procedimiento de Corte de Espejo (cont.)	141
Figura N° 78: Cursograma Analítico Propuesto para la operación de Corte de Espejo	142
Figura N° 79: Procedimiento de Armado y Acabado	145
Figura N° 80: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	146
Figura N° 81: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	147
Figura N° 82: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	148
Figura N° 83: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	149
Figura N° 84: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	150
Figura N° 85: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	151
Figura N° 86: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	152
Figura N° 87: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	153
Figura N° 88: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	154
Figura N° 89: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	155
Figura N° 90: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	156
Figura N° 91: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.).....	157
Figura N° 92: Cursograma Analítico Propuesto para las operaciones de Armado y Acabado	158
Figura N° 93: Diagrama de Operaciones de Proceso propuesto.....	160
Figura N° 94: Diagrama de Procedencia propuesto.....	162
Figura N° 95: Resumen gráfico de balance de líneas – Tiempos estándar.....	164
Figura N° 96: Resumen gráfico de balance de líneas – Tiempos Promedio.....	165

Figura N° 97: Diagrama de Relaciones	167
Figura N° 98: Diagrama de Relación entre Actividades Actual	172
Figura N° 99: Diagrama de Relación entre Actividades Propuesto.....	173
Figura N° 100: Diagrama de Relaciones de Espacio Propuesto	174
Figura N° 101: Distribución de Planta Propuesta	176
Figura N° 102: Diagrama de Actividades de Proceso Propuesto	178
Figura N° 103: Diagrama de Recorrido Propuesto	181
Figura N° 104: Cursograma Analítico de Proceso Propuesto.....	182

I. INTRODUCCIÓN

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. es una empresa del sector manufacturero dedicada a la elaboración de estructuras metálicas y mobiliario elaborado a base de planchas de melamina creada en el distrito de La Victoria en el año 2005. A lo largo de su existencia FAMETAL ha tenido siempre el compromiso de ofrecer muebles de calidad para el hogar y la oficina tanto a nivel de pedidos, adaptándose a los requerimientos y al estilo de vida de sus clientes, como a través de las licitaciones que ha ido ganando en los últimos años con el Estado.

La demanda de mobiliario de melamina de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. ha ido aumentando en los últimos años, cumpliendo con la mayor parte de sus pedidos tanto en la Región Lambayeque, como en la Región Cajamarca, donde FAMETAL tiene un punto de ventas, específicamente, en la ciudad de Jaén; así como con las licitaciones que ha obtenido a lo largo de este periodo de tiempo.

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. cuenta con un tiempo promedio de proceso de fabricación de 590,41 minutos por unidad, en el cual el tiempo de ciclo equivale a 87,15 minutos por ropero y genera una producción de 1790 unidades/año. Tras haber implementado un balance de línea de manera empírica, la eficiencia de la línea de fabricación de muebles de melamina cuenta con una eficiencia del 74%, y una eficiencia económica de 1,34.

A pesar de este crecimiento, la empresa cuenta con algunas deficiencias con su proceso productivo, causadas por la primacía de la parte empírica en sus actividades, donde cada operario tiene un método distinto de realizar sus actividades, es decir, no hay métodos estandarizados e, inclusive, presentan varios minutos de distracción con otras actividades asignadas, tiempos por reprocesos, tiempos por transportes, etc. que extienden el tiempo de proceso por encima del adecuado y generan pérdidas en la rentabilidad de la empresa hasta por 365 553,64 soles anuales.

Ante esta problemática se planteó el siguiente problema: ¿De qué manera una propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. permitirá aumentar la rentabilidad?

La presente investigación tiene por objetivo general elaborar una propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. para aumentar la rentabilidad y como objetivos específicos: realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C, determinar la metodología y las herramientas de mejora más apropiadas para la mejora del proceso de fabricación de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C., elaborar una propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C que permita aumentar la rentabilidad y realizar el análisis costo-beneficio de la propuesta de mejora para el aumento de la rentabilidad.

Con la información obtenida en el diagnóstico, donde se evidenció la ausencia de métodos de trabajo estandarizados, desbalance de la línea de producción e inadecuada distribución de planta; se elaboró la propuesta de mejora en base a tres actividades principales: la estandarización del proceso productivo de muebles de melamina a través de la implementación de procedimientos y tiempos estándares, en la cual se redujo el tiempo de ciclo a 39 minutos por unidad en promedio y se aumentó la producción a 4000 unidades por año; asimismo, se realizó un balance de la línea de producción que permitió elevar la eficiencia de la línea de producción a 89,74%; finalmente se diseñó una nueva distribución de la planta que permitió eliminar los cruces y disminuyó los tiempos de transporte a 12,89 minutos.

Finalmente se realizó el análisis beneficio-costo de la propuesta de mejora demostrando que esta propuesta es rentable, con un VAN de S/ 60 979,47 y una relación beneficio/costo de 1,21; incrementando la eficiencia económica de los productos en 14,93% de 1,34 a 1,54.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

In “Production layout improvement by using line balancing and Systematic Layout Planning (SLP) at PT.XYZ” [1], Buchari, Tarigan & Ambarita mention that PT. XYZ is a wood processing company which produce semi-finished wood with production system is make to order. In the production process, it can be seen that the production line is not balanced. The imbalance of the production line is caused by the difference in cycle time between work stations. In addition, there are other issues, namely the existence of material flow pattern is irregular so it resulted in the backtracking and displacement distance away. This study aimed to obtain the allocation of work elements to specific work stations and propose an improvement of the production layout based on the result of improvements in the line balancing. The method used in the balancing is Ranked Positional Weight (RPW) or also known as Helgeson Birnie method. By using Ranked Positional Weight (RPW) obtained increase in line efficiency becomes 84,86% and decreased balance delay becomes 15,14%. Repairing the layout using the method of Systematic Layout Planning (SLP) also give good results with a reduction in path length becomes 133,82 meters from 213,09 meters previously or a decrease of 37.2%.

En “Mejora del diseño de planta mediante el uso de balanceo de líneas y *Systematic Layout Planning* (SLP) en PT.XYZ” [1]; Buchari, Tarigan y Ambarita mencionan que PT.XYZ es una empresa procesadora de madera, que produce bajo el sistema de producción *make to order*. En el proceso de producción, se puede notar que la línea no está balanceada. El desbalance de la línea de producción es causado por la diferencia en los tiempos de ciclo entre las estaciones de trabajo. Adicionalmente, existen otros inconvenientes; como la existencia de un flujo irregular de material que tuvo como resultado reprocesos y transportes innecesarios. El estudio tuvo como objetivo asignar trabajo a estaciones de trabajo específicas y proponer una mejora en la distribución de la planta basada en los resultados de las mejoras en el balance de línea. El método usado para el balanceo de líneas es el *Ranked Positional Weight* (RPW), también conocido como el método Helgeson-Birnie. El uso de RPW permitió incrementar la eficiencia de línea hasta un 84,86% y las demoras por desbalance se redujeron a 15,14%. La modificación de la distribución de planta mediante SLP también dio buenos resultados con una reducción en la distancia recorrida de 213,09 metros a 133,82 metros.

In “Balancing of a Sofa Assembly Line and Its Assessment by Simulation”, Akin Nalan [2] states that the assembly line balancing is to group successive tasks into work stations as simultaneous as possible by using various techniques to minimize idle times. One of these techniques is simulation. Simulation technique is a functional method which provides the animation, analysis and optimization of production systems.

The main objective of this study using the line balancing and simulation technique is to increase the performance of the assembly line of study. In this research data gathered from furniture factory’s sofa and soft group assembly line working in Kayseri Organized Industrial Zone. In this study, primarily work stations are decreased by using ranked positional weight technique. After that cycle time is decreased and products obtained from assembly line in a week is increased from 1159 to 1354. Thus it is accomplished to use workforce and machines more productive. A simulation model for present and proposed lines is developed by ARENA software to ascertain the outcomes reached. Consequently, the results indicate that simulation method is useful for assembly line balancing.

En “Balanceo de una Línea de Ensamblaje de Sofás y su Evaluación por Simulación”, Akim Nalan [2] menciona que el balance de líneas de ensamblaje es agrupar actividades sucesivas dentro de estaciones de trabajo lo más simultáneas posibles utilizando varias técnicas que minimicen tiempos ociosos. Una de estas técnicas es la simulación. La técnica de simulación es un método funcional que provee la animación, análisis y optimización de sistemas productivos. El principal objetivo de este estudio que utiliza el balanceo de líneas y la técnica de simulación es el incrementar el desempeño de la línea de ensamblaje en estudio. En esta investigación se recolectó información de la línea de ensamblaje de sofás y de cojines en la Zona Industrial Organizada de Kayseri. En este estudio, las estaciones primarias de trabajo son reducidas usando la técnica de ponderación prioritaria. Después de la reducción del tiempo de ciclo, la producción semanal obtenida por la línea de ensamblaje aumenta de 1159 a 1354, haciendo que la fuerza de trabajo y las máquinas sean más productivas. Un modelo de simulación para los tiempos presentes y los propuestos se desarrolló en software ARENA para verificar los resultados obtenidos. En conclusión, los resultados indicaron que el método de simulación es útil para el balanceo de líneas de ensamblaje.

En “Aplicación del Método SLP para el Diseño de Instalaciones de un Taller” [3], Li, Qin y Cao analizaron la situación actual de un taller de producción en la cual encuentran problemas

que resuelven diseñando la distribución de las instalaciones usando el método Systematic Layout Planning (SLP), de tal manera que se acorte el recorrido de los materiales, se expanda el área de trabajo, se manipulen los materiales con mayor fluidez e incrementando la eficiencia del área de producción.

En “Balanceo de líneas lean para una línea de ensamblaje de artefactos electrónicos” [4], Thi Lam, Minh Toi, Thanh y Ngoc, muestran que el balanceo de líneas es necesario en la mayoría de las líneas de producción, sin embargo siempre siguen apareciendo cuellos de botellas. En este artículo, se estudió la implementación de un balanceo de líneas Lean como parte de una mejora en una línea de ensamblaje de artefactos electrónicos. Se analizó la línea actual de producción para determinar los desperdicios y se definieron las formas de resolverlos. Si bien disminuyeron el recurso humano en 25%, se pudo satisfacer la demanda planeada, mostrando que muchos desperdicios pueden ser eliminados con herramientas de Manufactura Esbelta que brinden grandes beneficios.

En “Eliminación de cuellos de botella dinámicos en una línea de manufactura de colchones usando Teoría de Restricciones” [5], Gundogar, Sari y Kokcam analizan una línea de manufactura de colchones de resorte de una empresa de manufactura de muebles. La empresa busca incrementar su producción con una nueva inversión. El objetivo era encontrar los cuellos de botella en la línea de producción, con la finalidad de balancear el flujo de material semielaborado. Estos cuellos de botella son investigados y distintos escenarios son probados para mejorar el sistema de producción actual. El problema, basado en la eliminación del cuello de botella, se resolvió usando la Teoría de Restricciones de Golratt y Cox con una simulación basada en métodos heurísticos. Alternativas casi óptimas fueron determinadas por un modelo del sistema hecho en el software de simulación Arena 13.5. Los resultados muestran que aproximadamente la mejora de 46% de capacidad y la consideración de inventarios incrementaron la producción promedio en 88,8%.

2.2 Bases Teórico Científicas

2.2.1 Estudio del Trabajo

[6] lo define como el examen de los métodos de realizar actividades con el fin de mejorar la utilización de los recursos. Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes que dispone la dirección y no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación.

[7] menciona que el estudio del trabajo presenta ciertas técnicas para realizar el estudio del trabajo; entre ellas, el estudio de métodos y la medida del trabajo.

2.2.1.1 Estudio de Métodos

[7] lo define como el registro y el examen crítico de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo. El campo de estas actividades comprende: el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para fabricar un producto después de que haya sido proyectado.

2.2.1.2 Medida del Trabajo

En [7] también se define a la medida del trabajo como la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, según una norma de ejecución preestablecida.

[6] afirma que, si bien el estudio de métodos debe ser anterior a la medición del trabajo cuando se fijan normas de producción, con frecuencia es necesario utilizar antes una de las técnicas de medición del trabajo para determinar las causas y la magnitud de los tiempos improductivos.

2.2.2 Herramientas de Registro y Análisis de información

Según [8] un buen programa sigue un proceso en forma ordenada: comienza con la selección del proyecto y finaliza con el diseño e implantación de éste. Para mantener un registro del método en cuestión, se utilizan las siguientes herramientas:








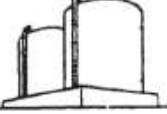
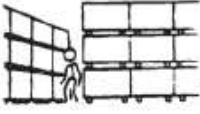








2.2.2.1 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

[6] también lo llama cursograma sinóptico. Muestra la secuencia de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. La gráfica muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal.

2.2.2.2 Diagrama de Análisis del Proceso (DAP)

Cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama de proceso. Es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para reducirlos y, por ende, reducir también sus costos.

Figura N° 1: Conjunto de símbolos de diagrama de proceso

<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Fuente: [8]

2.2.2.3 Diagrama de Recorrido

Es una representación gráfica de la distribución de la planta y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de análisis de proceso. La dirección del flujo se indica con pequeñas flechas periódicas a lo largo de las líneas de flujo. El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de análisis del proceso, debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de planta.

2.2.3 Indicadores

2.2.3.1 Producción

Está definida como el cociente entre el tiempo base que una planta dispone para realizar sus operaciones y el tiempo de ciclo que tiene una empresa para fabricar una unidad de un producto.

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo}$$

2.2.3.2 Productividad

Según [9], la productividad es el cociente entre la producción (bienes y servicios) y los factores productivos (recursos como el trabajo o el capital). La mejora de productividad se puede conseguir de dos formas: reduciendo los factores productivos mientras la producción permanece constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales.

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Cantidad\ de\ factores\ empleados\ (inputs)}$$

2.2.3.3 Eficiencia

Según [9], la eficiencia es el porcentaje de la capacidad efectiva alcanzada realmente, esto es:

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva}$$

2.2.4 Tiempo Normal

Según [6], dado que el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del operario deficiente hasta un

nivel estándar. Por lo tanto, se debe dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo Observado} * \text{Calificación}$$

2.2.4.1. Sistema Westinghouse

Como menciona [6], uno de los sistemas de calificación que se han usado por más tiempo, que en sus inicios fue llamado de nivelación, fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. Este sistema de calificación Westinghouse considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. En la Tabla N° 1 se presentan las calificaciones que se pueden otorgar a los operarios según este sistema.

Tabla N° 1: Factores de calificación a los operarios – Sistema Westinghouse

Calificaciones de desempeño					
Habilidades			Esfuerzo		
+0,15	A1	Superior	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2	Superior	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena	+0,05	C1	Bueno
+0,03	C2	Buena	+0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Mala	-0,12	F1	Malo
-0,22	F2	Mala	-0,17	F2	Malo
Condiciones			Consistencia		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfecta
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Bueno	+0,01	C	Buena
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,03	E	Aceptable	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Malo	-0,04	F	Mala

Fuente: [3]

2.2.5 Tiempo Estándar

Según [6], dado que ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo, se requiere la adición de una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación se llama tiempo estándar (TE) de esa operación. En la Figura N° 3 se presentan las holguras o suplementos que se pueden otorgar a los operarios según la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

$$\text{Tiempo Estándar} = \frac{\text{Tiempo Normal}}{1 - \text{Suplementos}}$$

Figura N° 3: Factores de suplementos a los operarios – OIT



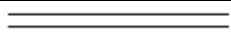


A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómoda (flexionado)	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado)	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado	0
b) Bastante abajo de lo recomendado	2
c) Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o exacto	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo	0
b) Intermitente: fuerte	2
c) Intermitente: muy fuerte	5
d) De tono alto: fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Espacio de atención compleja o amplia	4
c) Muy complejo	8
9. Monotonía:	
a) Baja	0
b) Media	1
c) Alta	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

Fuente: [3]

2. Establecer las necesidades de espacio: Estos valores pueden calcularse con base en las necesidades de producción, extrapoladas a partir de áreas existentes, o establecidas por estándares legales. En la presente investigación se utilizará el método de Guerchet para calcular las áreas requeridas del área de producción.

3. Elaborar diagramas de relaciones entre actividades: Se dibuja una representación visual de las diferentes actividades, según la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Valores de relación del SLP

Relación	Valores más cercanos	Valor	Líneas en el diagrama
Absolutamente necesario	A	4	
Especialmente importante	E	3	
Importante	I	2	
Ordinario	O	1	
Sin importancia	U	0	
No deseable	X	-1	

Fuente: [3]

4. Elaborar relaciones de espacio entre la distribución: se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo.

5. Evaluar una distribución alterna: consiste en evaluar las diferentes opciones para poder determinar la mejor solución.

6. Seleccionar la distribución e instalarla: implantar la nueva distribución.

2.2.7 Método de Guerchet

Según [11] el Método de Guerchet es una forma de calcular los espacios físicos que se necesitarán para establecer una planta industrial, mediante la siguiente fórmula:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

Donde:

S_T = Superficie total, el área total que se requerirá

S_s = Superficie estática, el área del terreno que ocupan los muebles, máquinas o equipos

$$S_s = \text{largo} \times \text{ancho}$$

S_g = Superficie de gravitación, la superficie utilizada por el obrero y por el material acoplado para las operaciones en curso.

$$S_g = S_s * N$$

N: número de lados de la máquina a utilizar

S_T = Superficie de evolución, la superficie que se reserva para los desplazamientos del personal de equipo y la salida del producto terminado.

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

Siendo,

$$K = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

Donde,

h_{EM} = Promedio ponderado de altura de los elementos móviles

h_{EE} = Promedio ponderado de altura de los elementos estáticos

2.2.8 Balance de Línea

Según Meyers [12], la técnica de balanceo es una aplicación de los estándares de tiempo que tiene la finalidad de: igualar la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos, identificar la operación cuello de botella, establecer la velocidad de la línea de ensamble, determinar el número de estaciones de trabajo, ayudar a determinar el costo de mano de obra y establecer el porcentaje de carga de trabajo de cada operador.

García [13] indica que el balance de una línea tiene los siguientes pasos:

1. Establecer las relaciones secuenciales entre las tareas utilizando un diagrama de precedencia.
2. Determinar el tiempo del ciclo requerido.
3. Determinar el número de estaciones de trabajo (N) requeridas para satisfacer la limitación del ciclo.

$$N = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (C)}}$$

4. Seleccionar las reglas de asignación de las tareas en las diferentes estaciones de trabajo.

5. Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos sea igual al trabajo de ciclo.

6. Evaluar la eficiencia de equilibrio de la estación (E)

$$E = \frac{\textit{Suma de los tiempos de las tareas}}{\textit{Número de estaciones de trabajo (N) * Tiempo de ciclo (C)}}$$

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1 LA EMPRESA

Razón Social: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Razón Comercial: FAMETAL

RUC: 20479925241

Actividad Económica (CIU):

2511 – Fabricación de Productos Metálicos para uso estructural

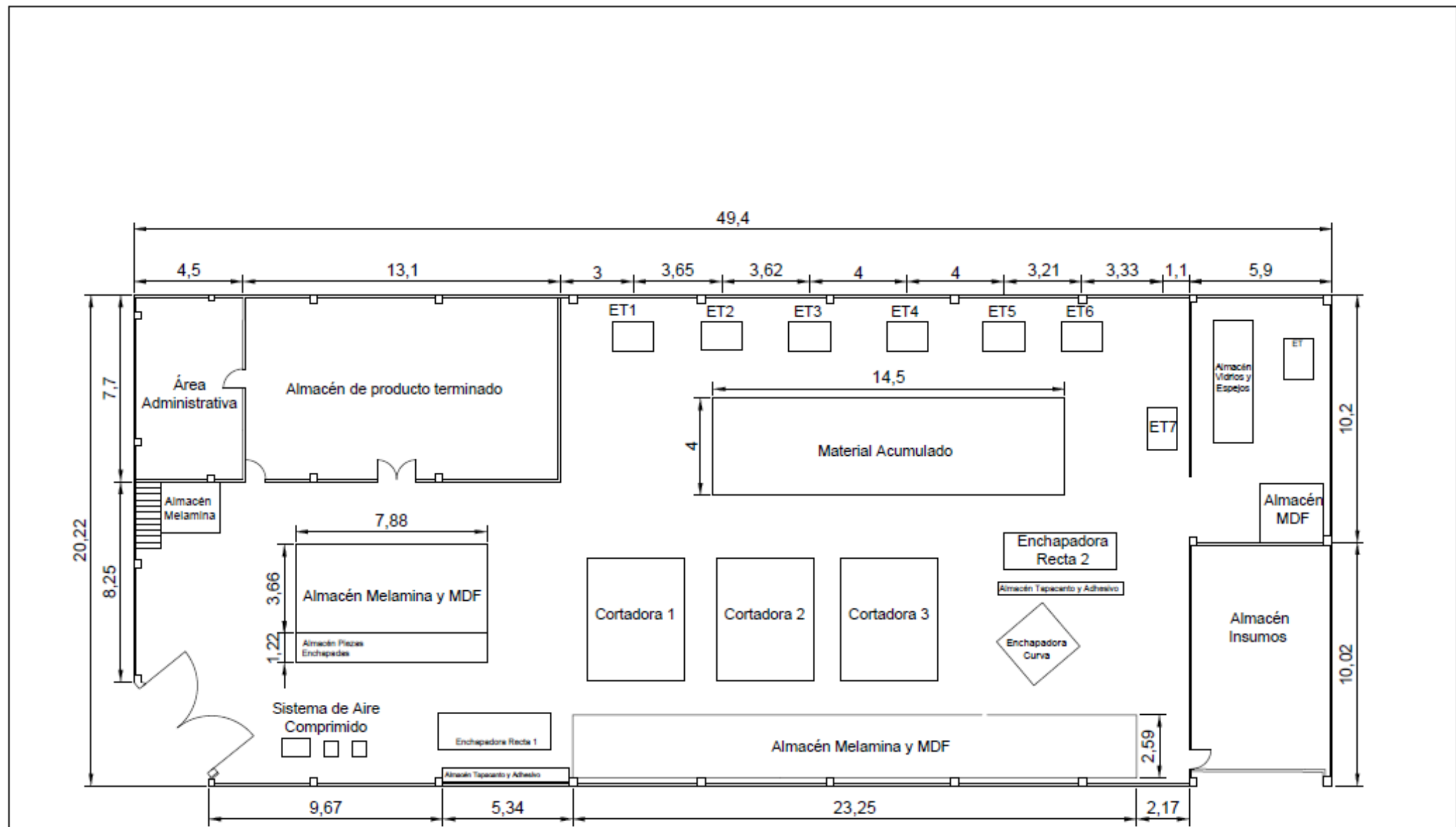
3100 – Fabricación de muebles

Dirección: Calle Coricancha 601 – La Victoria – Chiclayo – Lambayeque

Representante Legal: Taurino Chuquicahua Vásquez

La empresa nace de la iniciativa del Sr. Taurino Chuquicahua, quien, habiendo tenido experiencia trabajando en la elaboración de distintos tipos de muebles, inicia las operaciones de su propia empresa con el área de fabricación de productos metálicos, principalmente juegos de comedor; posteriormente, se implementó la línea de fabricación de muebles de melamina para obtener mayor provecho de las instalaciones.

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se encuentra, según la clasificación económica por sectores, en el sector secundario o industrial; en el subsector manufacturero, se encuentra en el distrito de La Victoria, en la provincia de Chiclayo de la Región Lambayeque; en la Calle Coricancha N°601 y realiza sus operaciones en dos terrenos, de los cuales el primero es de aproximadamente 1000 m² y abarca la producción de muebles de melamina y armado de sillas y mesas; el segundo terreno, ubicado frente al primero, abarca la producción de estructuras metálicas.



 USAT Universidad Católica Santa Fe de Bogotá	Título: Distribución de Planta Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.			Figura: 5
	Responsable: Luis Alvaro Merocho Inacio			
	Escala: 1/150	Fecha: Octubre 2018	Página: 17	

En la Figura N° 5 se puede observar la distribución de planta del local principal de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C., donde se lleva a cabo la elaboración de muebles de melamina en todas sus etapas: el almacén de planchas de melamina, MDF y otros insumos; las escuadradoras del proceso de cortado, las enchapadoras rectas y curvas del proceso de “canteado”, las estaciones de trabajo para el armado de los muebles de melamina y el almacén de producto terminado.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. posee una amplia gama de productos que se dividen en dos líneas principales: estructuras metálicas y muebles a base de planchas de melamina.

La línea de estructuras metálicas involucra trabajos realizados a partir de tubos electrosoldados para formar la estructura principal de sillas, mesas, carpetas, etc. Estos insumos pasan por procesos de cortado, doblado, soldadura y pintado electrostático.

La línea de muebles involucra piezas obtenidas de planchas de melamina y MDF. Estos materiales pasan por procesos de cortado, enchapado y armado. De manera adicional, la línea de muebles puede incluir estructuras metálicas o piezas de vidrio.

A solicitud del Sr. Taurino Chuquicahua, gerente general de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C., el presente estudio se centra en la mejora del proceso productivo de la línea de muebles de melamina.

La línea de muebles de melamina presentan diversos tipos de muebles: escritorios, estantes, roperos, reposteros, módulos de cómputo, centros de entretenimiento, etc. Cada tipo de mueble presenta distintos modelos, los cuales son personalizables en color y en tamaño del mueble, así como otros modelos proporcionados por los clientes. La distribución de las ventas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL se presenta en las Tabla N° 3 y Tabla N° 4.

Tabla N° 3: Ventas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. – Año 2017

Etiquetas de fila	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Cajonera		26			1		1				2		30
Centro Entretenimiento	5		1	4	1	4	1	2	3	3	2		26
Cómoda	5	3	1	2	2	1		3	3	2	3	1	26
Counter	1	4	4	4	2	7		3	1	1	3		30
Credenza		1	4				1				6		12
Escritorio	8		7	10	2	3	4	12	15	18	9	6	94
Estante	11	14	14	11	12	6	34	11	2	9	15	2	141
Módulo Cómputo		2	1		5		62	1			2		73
Repisa	2		4	2	3		5	2		6			24
Repostero	7	2		13	6	12	11	11	7	11	16	8	104
Ropero	16	4	1	14	14	9	9	7	15	14	22	6	131
TOTAL	55	56	37	60	48	42	128	52	46	64	80	23	691

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 4: Resumen de ventas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. – Año 2017

Tipo de Mueble	2017	Precio de Venta Promedio (S/)	Total Ventas (S/)	Participación
Ropero	131	800	104 800	26,99%
Estante	141	450	63 450	16,34%
Repostero	104	600	62 400	16,07%
Escritorio	94	400	37 600	9,68%
Módulo Cómputo	73	500	36 500	9,40%
Centro Entretenimiento	26	1 100	28 600	7,37%
Otros Muebles	122	450	54 900	14,14%
TOTAL	691		388 250	100,00%


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Como se puede observar en la Tabla N° 4, los productos más vendidos en el año 2017 fueron los estantes, con un valor de 141 unidades; sin embargo, los productos que más aportaron a los ingresos de la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. fueron los roperos, con 131 unidades vendidas que representan un ingreso de S/ 388 250 en el año 2017.

3.2.1.1 Descripción del Producto

Para el presente análisis se tomará como referencia el modelo de mueble más vendido, el cual según la Tabla N° 4 es el Ropero. Dentro de los distintos modelos de roperos con los que cuenta Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se analizará el Ropero Botiquín Chico, cuya ficha técnica se puede visualizar en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5: Ficha Técnica del Ropero Botiquín Chico

Ropero Botiquín Chico				
Ropero formado por dos estructuras principales: la izquierda incluye una barra para colgadores en la parte superior y un espacio para colocar zapatos en la parte inferior; la estructura derecha incluye un pequeño espacio para colocar accesorios y 4 cajones en la parte inferior. Los espejos son cortados con la forma que indique el cliente.				
	Dimensiones	Largo (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)
	Total	1 030	560	1 780
	Ropero	520	560	1 226
	Tablero	510	560	18
	Cajón Lateral	500	420	222
	Diseño			
	N° cajones	4	N° canoplas	2
	Espejo Izquierdo	Octogonal	Espejo Derecho	Octogonal
	Color			
	Maderado	X	Uniforme	
	Accesorios			
	Jaladores	7	Deslizadores	6
	Chapa cuad.	2	Bisagras Laterales	7
	Corredera Telescópica	4		

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tal como se describe en la Tabla N° 5, el Ropero Botiquín Chico es un ropero de 103cm de largo por 56 cm de profundidad por 178 cm de altura, cuenta con 4 cajones, los cuales presentan una corredera y un jalador cada uno y uno de ellos presenta chapa cuadrada; además el ropero presenta 6 deslizadores, 7 bisagras laterales, 2 espejos y varios tipos de tornillos (4x50, 4x30 y 4x20).

3.2.1.1.1 Sub Productos

La producción del Ropero Botiquín Chico produce como sub producto, piezas de melamina, obtenidas de los sobrantes del proceso de cortado.

3.2.1.1.2 Desechos

Los desechos del proceso de fabricación de muebles de melamina son los trozos de melamina no reutilizables, procedentes del proceso de cortado. Se muestran imágenes de estos desechos en la Figura N° 6.

Figura N° 6: Trozos no reutilizables de melamina



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.1.1.3 Desperdicios

El proceso de producción de roperos y toda la línea de muebles de melamina obtiene como desperdicio aserrín, que se genera en los procesos de cortado y ranurado, y virutas de tapacanto que se obtienen del refilado en la máquina enchapadora. Se pueden observar estos desperdicios en las Figura N° 7 y Figura N° 8.

Figura N° 7: Aserrín de melamina



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 8: Virutas de tapacanto



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2 Recursos del Proceso

3.2.2.1 Materia Prima

3.2.2.1.1 Plancha de Melamina MDP

Según [14], es un tablero conglomerado de partículas de densidad media, adheridas mediante un proceso de prensado continuo. Se puede visualizar un conjunto de planchas de melamina en la Figura N° 9. Sus propiedades físico-mecánicas se observan en la Tabla N° 6.

Figura N° 9: Tablero de melamina MDP



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 6: Propiedades Físico-Mecánicas del tablero

Propiedad	Unidades	Tablero 18mm
Densidad	kg/m ³	630 ± 20
Flexión	N/mm ²	15 ± 1,5
Tracción	N/mm ²	0,45 ± 0,15
Humedad	%	8 ± 3

Fuente: [14]

Es el material principal para la elaboración de los muebles, viene en planchas de 2440mm de largo por 2150mm o 1830mm de ancho y 18mm de espesor; son de diferentes marcas, entre las cuales la empresa utiliza: Vesto, Tableros Hispanos y MASISA. La clasificación por colores se presenta en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7: Clasificación por colores de tableros de melamina

Tonos Uniformes	Costo (S/)	Tonos Maderados	Costo (S/)
Aluminio	135	Cedro	175
Azul Genciano	135	Haya	175
Azul Lago	135	Maple	175
Blanco	120	Nocce Milano	175
Fucsia	135	Sapelly	175
Gris	135	Teka	175
Lila	135	Wengue	175
Naranja	135	Cerezo	175
Negro	135		
Rojo	135		
Rosado	135		
Verde	135		

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.1.2 Tapacanto

Según [15], son tiras que cubren los bordes de los tableros para proporcionarles estética y protección por el uso. Se utilizan en el acabado de los muebles. Se presenta una imagen de distintos colores de tapacanto que se utilizan en la empresa de estudio en la Figura N° 10.

Figura N° 10: Tapacanto



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Tabla N° 8 se presentan los distintos costos de tapacanto por color (maderados y uniformes) y tipo (delgado 0,4mm y grueso 3mm).

Tabla N° 8: Costos de tapacanto por metro

Tonos Uniformes	Tapacanto Delgado (S/ /m)	Tapacanto Grueso (S/ /m)	Tonos Maderados	Tapacanto Delgado (S/ /m)	Tapacanto Grueso (S/ /m)
Aluminio	0,13407	1,02678	Cedro	0,1962	1,27203
Azul Genciano	0,13407	1,02678	Haya	0,1962	1,27203
Azul Lago	0,13407	0,92541	Maple	0,1962	1,27203
Blanco	0,12426	0,92541	Nocce Milano	0,1962	1,27203
Fucsia	0,13407	1,02678	Sapelly	0,1962	1,27203
Gris	0,13407	1,02678	Teka	0,1962	1,27203
Lila	0,13407	1,02678	Wengue	0,1962	1,27203
Naranja	0,13407	1,02678	Cerezo	0,1962	1,27203
Negro	0,12426	0,92541			
Rojo	0,13407	1,02678			
Rosado	0,13407	1,02678			
Verde	0,13407	1,02678			

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.1.3 Plancha de MDF 3mm

Según [16], es también conocido como Medium Density Fiberboard, y es un tablero hecho a partir de fibras de madera y resinas adhesivas mediante un proceso de alta presión y temperatura, viene en una presentación de 2440mm por 1830mm, como se puede observar en la Figura N° 11, y sus propiedades físico-mecánicas se pueden observar en la Tabla N° 9.

Figura N° 11: Tablero de MDF 3mm



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 9: Propiedades Físico-Mecánicas del MDF 3mm

Propiedad	Unidades	Tablero 3mm
Densidad	kg/m ³	820 ± 50
Flexión	N/mm ²	1 ± 0,2
Tracción	N/mm ²	45 ± 10
Módulo de Elasticidad	N/mm ²	4000 ± 500
Hinchamiento 24 horas	%	37

Fuente: [16]

3.2.2.2 Insumos

3.2.2.2.1 Deslizadores

Son dispositivos que se colocan en la parte inferior con la finalidad de facilitar el arrastre del mueble. Se utilizan seis deslizadores por ropero y tienen un costo de siete soles por cada cien unidades. Se presenta una imagen de los deslizadores en la Figura N° 12.

Figura N° 12: Deslizadores



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.2 Correderas Telescópicas

Son dispositivos que se colocan a ambos lados de cada objeto corredizo, como un cajón o espacio para teclado, para permitir que se deslice. En el modelo de análisis se usan 4 correderas telescópicas y cada una tiene un costo de 4,90 soles.

Figura N° 13: Correderas telescópicas



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.3 Jaladores

También llamados “tiradores”, se utilizan para facilitar al usuario la apertura o cierre de cada cajón o puerta. En el modelo estudiado se utilizan siete jaladores y cada uno tiene un costo de dos soles.

Figura N° 14: Jaladores



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.4 Tornillos autorroscantes

Necesarios para la unión de las piezas de melamina y los accesorios. En el modelo presentado se utilizan tornillos de tres tipos: 4x50; 4x30 y 4x20. En promedio la caja de 1000 unidades cuesta treinta soles.

Figura N° 15: Tornillos autorroscantes



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.5 Tapatornillos adhesivos

Son de uso estético para cubrir aquellos agujeros producidos por el uso de los tornillos autorroscantes. Estos tapatornillos tienen un costo de 1,50 soles por plancha de 140 unidades y vienen en varios colores, se usan según el color de la plancha de melamina.

Figura N° 16: Tapatornillos adhesivos



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.6 Bisagras Laterales

Se utilizan para ensamblar las puertas del ropero a la estructura principal, en el modelo de estudio se utilizan siete bisagras laterales con un costo de 2 soles por unidad.

Figura N° 17: Bisagras



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.7 Cerradura

También llamado “chapa”, se utilizan en el cajón superior y en la zapatera. Tienen como finalidad impedir la apertura de estos cajones si no se tiene la llave correspondiente. Tienen un costo de 1,50 soles cada uno.

Figura N° 18: Cerradura tambor para cajón



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.8 Espejos

Son dos y se adhieren a las puertas del ropero, la forma cortada depende del diseño y la preferencia del cliente.

Figura N° 19: Espejo



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.9 Adhesivo Termofusible

Se utiliza para adherir el tapacanto a las planchas de melamina. Viene en presentación de sacos de 25 kilogramos y cuesta 15 soles por kilogramo.

Figura N° 20: Pegamento para tapacanto



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.2.10 Thinner

Se utiliza en el proceso de acabado para limpiar alguna suciedad o marca presentes en el mueble; se aplica mediante el uso de wiper. Viene en presentación de un galón y cuesta 16 soles por galón.

3.2.2.2.11 Renovador de madera

Se utiliza para dar brillo a los muebles terminados, la empresa utiliza Tekno New Look, el cual viene en presentación de frascos de 260 mililitros y cuesta 11 soles por frasco.

Figura N° 21: Renovador de madera



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.3 Maquinaria

3.2.2.3.1 Escuadradoras Industriales

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C cuenta con tres escuadradoras, dos de ellas se utilizan para hacer cortes o para hacer ranuras a las piezas de melamina. Se presentan los dos modelos de máquinas y sus Especificaciones Técnicas en la Figura N° 22 y Figura N° 23, y la Tabla N° 10 y Tabla N° 11.

Tabla N° 10: Especificaciones Técnicas Robland Z3200

Tensión	230V / 400V /230V monofásica
Motor trifásico	5,5 kW 7,5 PS/HP con opción a 10 PS/HP
Peso neto	1200 kg
Dimensiones	2270 x 1330 x 1020
Sierra	
Diámetro de la sierra y del husillo	400 x 30mm
Altura Corte la Hoja Sierra a 90° / 45°	125mm / 100mm
RPM	3000 / 4000 / 5000
Inclinación de la hoja de sierra	90° - 45°
Longitud de corte	3200 mm
Ancho máximo de corte	1380mm
Sierra de incisión	
Diámetro de la sierra y del husillo	120 x 20mm
Profundidad de corte	3.5mm
RPM	8200
Potencia del motor de la sierra de incisión	0.75 HP

Fuente: [17]

Figura N° 22: Escuadradora Robland Z3200



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 11: Especificaciones Técnicas SC-30

Dimensiones del tablero fijo	560 x 840 mm
Diámetro máximo de sierra	315 mm
Rango de ángulo de sierra	90° ÷ 45°
Longitud máxima de corte	2250 mm
Ancho máximo de corte	900 mm
Potencia del motor a 50Hz	4 kW / 5,5 Hp
Potencia del motor a 60Hz	4,8 kW / 6,5 Hp
Peso Neto	450 kg

Fuente: [18]

Figura N° 23: Escuadradora SC-30



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.3.2 Enchapadoras

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C cuenta con tres enchapadoras, dos de ellas se utilizan para adherir tapacanto en bordes rectos de las planchas de melamina, la tercera se utiliza así para adherir tapacanto en bordes curvos a las piezas de melamina. Se presentan los dos modelos de máquinas y sus Especificaciones Técnicas en la Figura N° 24 y Figura N° 25, y la Tabla N° 12 y Tabla N° 13.

Tabla N° 12: Especificaciones Técnicas Automática 515-A

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Ancho de Placa	≥ 80 mm
Espesor de Placa	10 50 mm
Espesor de Placa	0.4 3 mm
Velocidad de Avance	12 20 m / min
Fuente Poder	18.04 kW
Poder Neumático	6 ~ 8 Kg / cm
Dimensiones Maquina	8180 x 770 x 1590 mm

Fuente: [19]

Figura N° 24: Enchapadora Automática 515-A



Fuente: Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 13: Especificaciones Técnicas Chris-26

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Espesor de Placa	12 - 50 mm
Espesor de Canto	0.4 - 3 mm
Velocidad de Avance	3 - 10 m / min
Fuente Poder	220V / 50Hz
Fuerza Motor	1.7 kW
Poder Neumático	0.6 MPa
Dimensiones Maquina	1100 × 850 × 1000 mm
Peso Neto	300 kg

Fuente: [19]

Figura N° 25: Enchapadora Chris-26



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.3.3 Colector de Polvo

Hay uno para cada escuadradora y enchapadora recta, se encargan de recolectar restos de aserrín y de tapacanto refileado. Se muestra el modelo de colector de polvo en la Figura N° 26 y sus especificaciones técnicas en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14: Especificaciones Técnicas MF-9030

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Flujo de Aire	3000 m ³ /h
Velocidad del Aire	30 ~ 35 m/sec
Diámetro de Entrada	Φ 100mm (4 pcs)
Diámetro de Ventilador	Φ 350 mm
Diámetro de Bolso de Colector	Φ 640 x 1000 mm (1 pcs)
Diámetro de Bolso de Filtro	Φ 640 x 1200 mm (1 pcs)
Potencia Motor	3 Kw (3.5 Hp)
Color	Verde
Dimensiones de Maquina	1280 x 680 x 2520 mm
Peso Neto	106 kg

Fuente: [19]

Figura N° 26: Colector de Polvo MF-9030



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.3.4 Sistema compresor de aire

Compuesto por tres equipos: Compresor de aire de velocidad fija BD-15A, un tanque de almacenamiento de aire de 600L a 0,7MPa, y un secador de aire frío BD-30. El aire de este sistema alimenta al sistema neumático de las enchapadoras y los equipos de limpieza de la empresa.

Tabla N° 15: Especificaciones Técnicas Compresor BD-15A

Descripción	Unidades	Valor
Entrega de Aire / Presión de descarga	1,8 m ³ /min / 0,7 MPa	
Temperatura de Trabajo	°C	-5 - 40°C
Ruido	dB	66±2
Voltaje / Fases / Frecuencia	220/380/415V / trifásico / 50/60Hz	
Potencia	KW	11
Método de arranque	Arranque Y-Δ	
Dimensiones (Longitud * Ancho * Altura)	mm*mm*mm	1100*710*980
Peso	kg	327
Diámetro de Tubería de Salida	pulgada	1

Fuente: [20]

Figura N° 27: Compresor BD-15A



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 28: Tanque de 600L



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 16: Especificaciones Técnicas Secador de Aire Frío BD-30

Flujo de aire	2 m ³ /min
Refrigerante	R-22
Motor del compresor del refrigerante	1-2 HP
Voltaje - Frecuencia	220V - 50/60Hz
Diámetro de tubería de salida	1 pulgada
Tamaño	70 cm * 42 cm * 71 cm
Peso	60 kg

Fuente: [21]

Figura N° 29: Secador de Aire Frío BD-30



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.2.4 Personal

3.2.2.4.1 Administrativos

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C cuenta con cinco personas en el área administrativa:

- Gerente General: Es el representante legal de la empresa, se encarga de la apertura y cierre del local de trabajo; realiza las compras de materia prima y realiza cobranzas de los pagos a plazo.
- Administrador: Es quien tiene el primer contacto con el cliente, registra sus pedidos y emite boletas o facturas; adicionalmente, registra pedidos de compra de materia prima.
- Jefe de Planta – Diseñador: Es quien tiene un segundo contacto con el cliente: coordina el tamaño, diseño y colores con ellos y, en caso de ser necesario, elabora un modelo 3D para facilitar la visualización del mueble. Elabora planos de corte de planchas de melamina; programa, asigna carga de trabajo y supervisa la producción.
- Auxiliar de Almacén: Se encarga de realizar el picking de los insumos que los operarios de armado utilizarán por cada tipo de mueble y notifica al administrador cuando hay faltantes.

- Auxiliar de Producción: Comunica la carga de trabajo a los operarios, elabora las listas de pedido a almacén de los insumos que sean necesarios para la producción de muebles, supervisa y controla la producción.

3.2.2.4.2 Operarios

Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C cuenta con 8 operarios en la línea de muebles de melamina, agrupados en las siguientes áreas:

- Corte de planchas de melamina: Se encargan de trasladar las planchas de melamina de distintos puntos de la planta hacia las escuadradoras y cortarlas según el plano de corte indicado; hay 2 operarios de corte agrupados para una escuadradora.
- Enchapado y Armado de muebles de melamina: Transportan las piezas cortadas hacia la enchapadora, las enchapan, las transportan hacia sus puestos de trabajo, seleccionar las piezas que requieren ranurado, las llevan a las escuadradoras para ranurar y arman los muebles según el diseño. Hay 6 operarios que realizan estas actividades.

3.2.3 Descripción del Proceso

Debido a la alta flexibilidad requerida para el proceso de producción de muebles en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. el sistema de producción que representa es de tipo intermitente o por lotes. El proceso se desarrolla de la siguiente manera:

3.2.3.1 Almacenamiento de Melamina

El almacén de las planchas de melamina y MDF se muestra desde la Figura N° 30 y la Figura N° 31. Como se puede observar en dichas figuras, los materiales están dispersos por distintas partes de la planta. Esta dispersión ocasiona que haya variabilidad en los tiempos de transporte hacia la etapa de cortado.

Figura N° 30: Almacén de Materia Prima



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 31: Almacén de Materia Prima



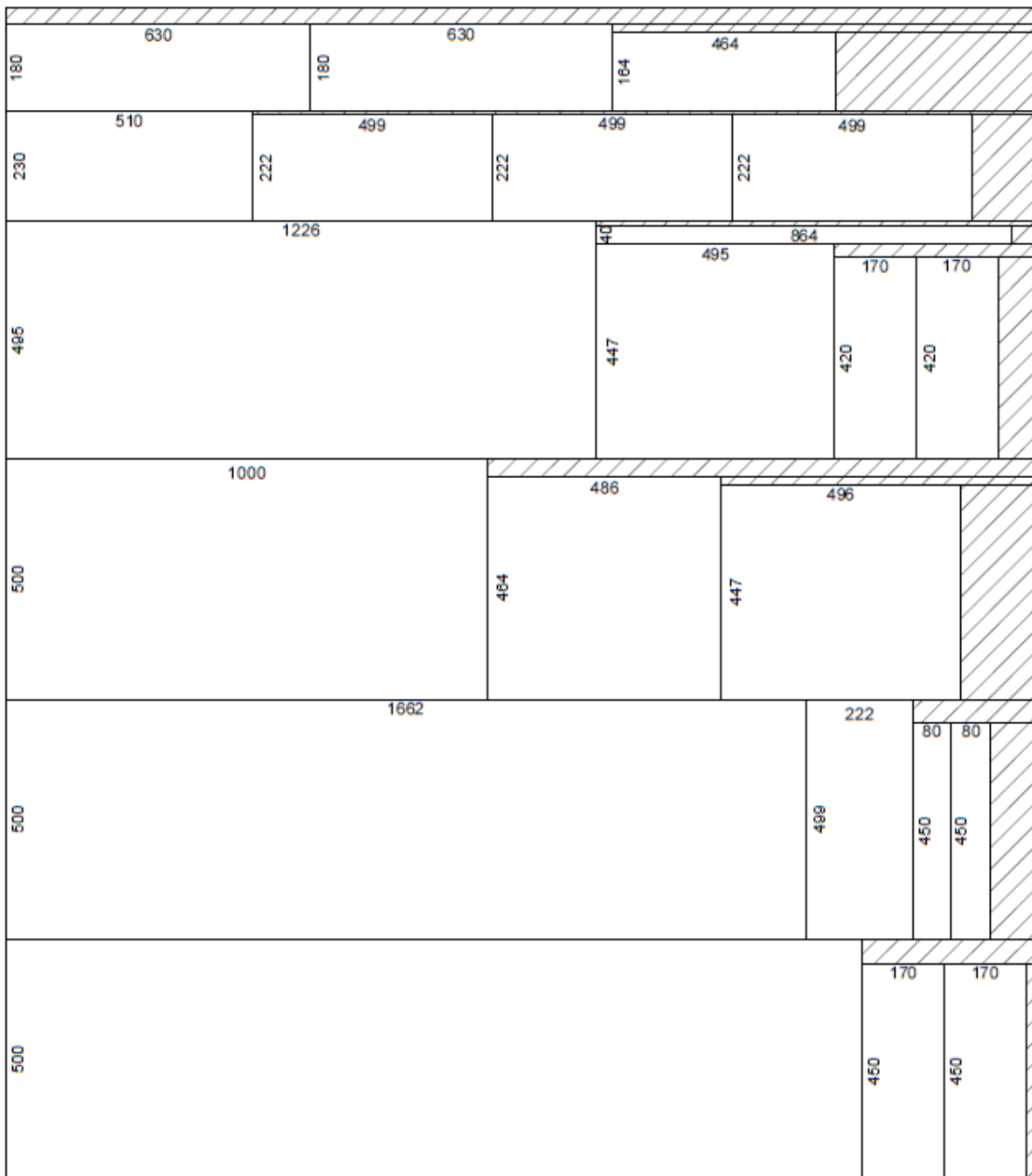
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.3.2 Corte de Planchas de Melamina

Para realizar el corte de planchas de melamina, se necesita primero contar con las medidas del escritorio a producir y, con esto, calcular el tamaño de las piezas que lo conformarán. Una vez determinado el tamaño de las piezas a utilizar, se ingresan las medidas en un programa (CutMaster o Corte Certo).

Este software ordena las piezas en un plano de tal manera que se pueda obtener el mejor aprovechamiento posible en una plancha de melamina; de manera adicional, el plano presentado muestra cuales son los lados a enchapar de cada pieza de melamina (en líneas entrecortadas). Se puede visualizar el plano de cortes utilizado para el ropero de análisis en la Figura N° 32 y la Figura N° 33; y los detalles del plano de corte en la Tabla N° 17 y Tabla N° 18.

Figura N° 32: Plano de corte para ropero – Plancha 1



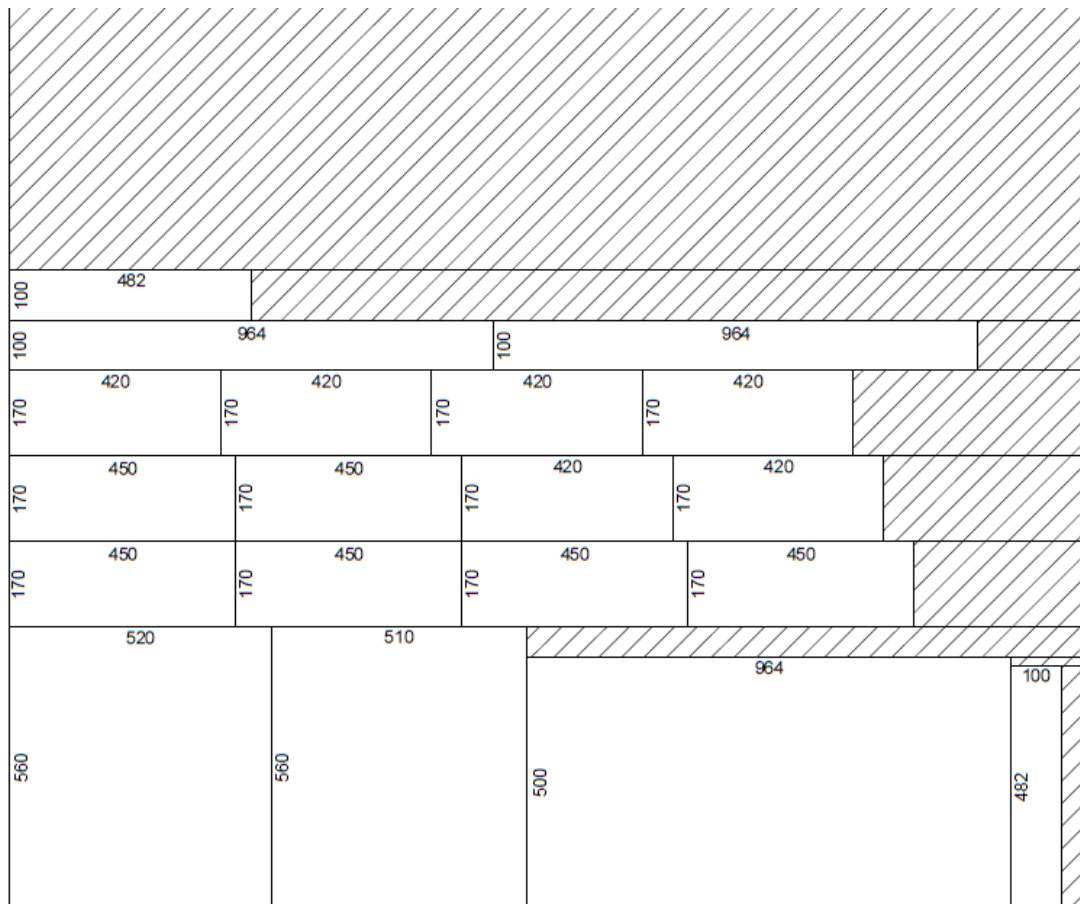
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 17: Detalles del Plano de Corte 1

N	Código	Descripción	Leg	Ancho (mm)	Largo (mm)	Cantidad
1	1	lat@5	A	1780	500	1
2	5	lat c@2	B	1662	500	1
3	19	puertas@3	C	1226	495	1
4	2	lat@5	D	1000	500	1
5	13	techo@4	E	510	230	1
6	11	lart@2	F	630	180	2
7	12	rep@8	G	464	164	1
8	18	frentes@3	H	499	222	4
9	6	rep@7	I	486	464	1
10	15	puerta@3	J	496	447	1
11	20	puertas@3	K	495	447	1
12	10	am @2 %R	L	864	40	1
13	17	caj @2 %R	M	170	420	2
14	7	zapatera@5	N	80	450	2
15	16	caj @2 %R	O	170	450	2

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 33: Plano de corte para ropero – Plancha 2



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 18: Detalles del Plano de Corte 2

N	Código	Descripción	Leg	Ancho (mm)	Largo (mm)	Cantidad
1	8	techo@5	P	520	560	1
2	14	tablero@5	Q	510	560	1
3	3	piso@2 %R	R	964	500	1
4	9	am @2 %R	S	100	482	2
5	4	zocalo @8 %R	T	964	100	2
6	16	caj @2 %R	O	450	170	6
7	17	caj @2 %R	M	420	170	6

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Una vez que se hizo el diseño del plano de corte, se asigna a los operarios de cortado que procedan a realizar el corte en las escuadradoras industriales. Dos operarios trabajan conjuntamente en la escuadradora: uno de ellos es quien se encarga de realizar el corte, mientras que el otro calibra la distancia a cortar en la escuadradora, marca las piezas con plumón para indicar los lados a enchapar de cada pieza cortada y limpia la escuadradora después de cada corte para evitar inconvenientes con las sierras circulares.

Se puede observar a los operarios en la escuadradora industrial en la Figura N° 34.

Figura N° 34: Operarios de cortado



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.3.3 Enchapado o Canteado

Esta etapa consiste en hacer pasar cada pieza por la máquina enchapadora según las marcas hechas por el operario de cortado. La máquina enchapadora recta realiza 5 acciones:

- Adhiere tapacanto con pegamento termofusible a 120 °C.
- Corta el tapacanto
- Empareja los bordes
- Refila los bordes
- Pule los bordes

La enchapadora está diseñada para su uso con tapacanto delgado y tapacanto grueso, los cuales son regulados desde el HMI del equipo. La máquina puede procesar varias piezas a la vez. El cambio de tapacanto se hace de manera manual.

Después de esta etapa el material queda almacenado en un lugar cercano a la enchapadora hasta que algún operario este libre y proceda a llevarlo para armar el mueble. Se puede observar a un operario recibiendo piezas de la máquina enchapadora en la Figura N° 35.

Figura N° 35: Proceso de enchapado



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.3.4 Ranurado

El operario de armado, después de recoger las piezas de la enchapadora las transporta a su mesa de trabajo. Después de realizar una inspección, separa las piezas que necesiten ser ranuradas (por ejemplo, las que pertenecen a la parte lateral de los cajones), y las lleva a una de las escuadradoras. Regula la escuadradora y luego hace incisiones de 5mm de profundidad. Se puede observar a un operario ranurando en una de las escuadradoras en la Figura N° 36.

Figura N° 36: Proceso de ranurado



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.3.5 Corte de Planchas de MDF

El MDF se utiliza para hacer las bases de los cajones y los fondos del ropero, para esto el operario toma una plancha del almacén de materia prima y la recorta a las medidas deseadas en una de las escuadradoras, regresando el material sobrante al almacén. Se puede observar a un operario cortando una plancha de MDF en una de las escuadradoras en la Figura N° 37.

Figura N° 37: Proceso de corte de MDF



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.3.6 Ensamble

Es la etapa que más demora en el proceso. Después de haber enchapado y ranurado las piezas de melamina y de haber cortado el MDF para los cajones, el operario une las piezas de melamina y los accesorios (correderas, tiradores, deslizadores, etc.) mediante el uso de un atornillador.

Para el ropero botiquín chico, el procedimiento más común de ensamble es el siguiente:

- Ensamblar correderas a las piezas laterales.
- Ensamblar zócalos a la pieza lateral derecha
- Ensamblar base inferior a los zócalos
- Ensamblar bases de apoyo
- Ensamblar fondo derecho
- Ensamblar pieza media a la base y luego a las bases de apoyo
- Ensamblar fondo izquierdo
- Ensamblar cajones
- Unir cajones a la estructura principal
- Cortar piezas en forma curva
- Enchapar piezas curvas

Figura N° 38: Proceso de armado



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.3.7 Acabado

Es la etapa final del proceso, consiste en retirar impurezas mediante el uso de aire comprimido y aplicar una capa de thinner al mueble, para borrar las marcas de plumón hechas en el proceso de corte. Se le adhiere el espejo, previamente cortado según diseño del mueble, y posteriormente se aplica una capa de renovador para muebles. Después de este proceso, el mueble está listo para ser entregado.

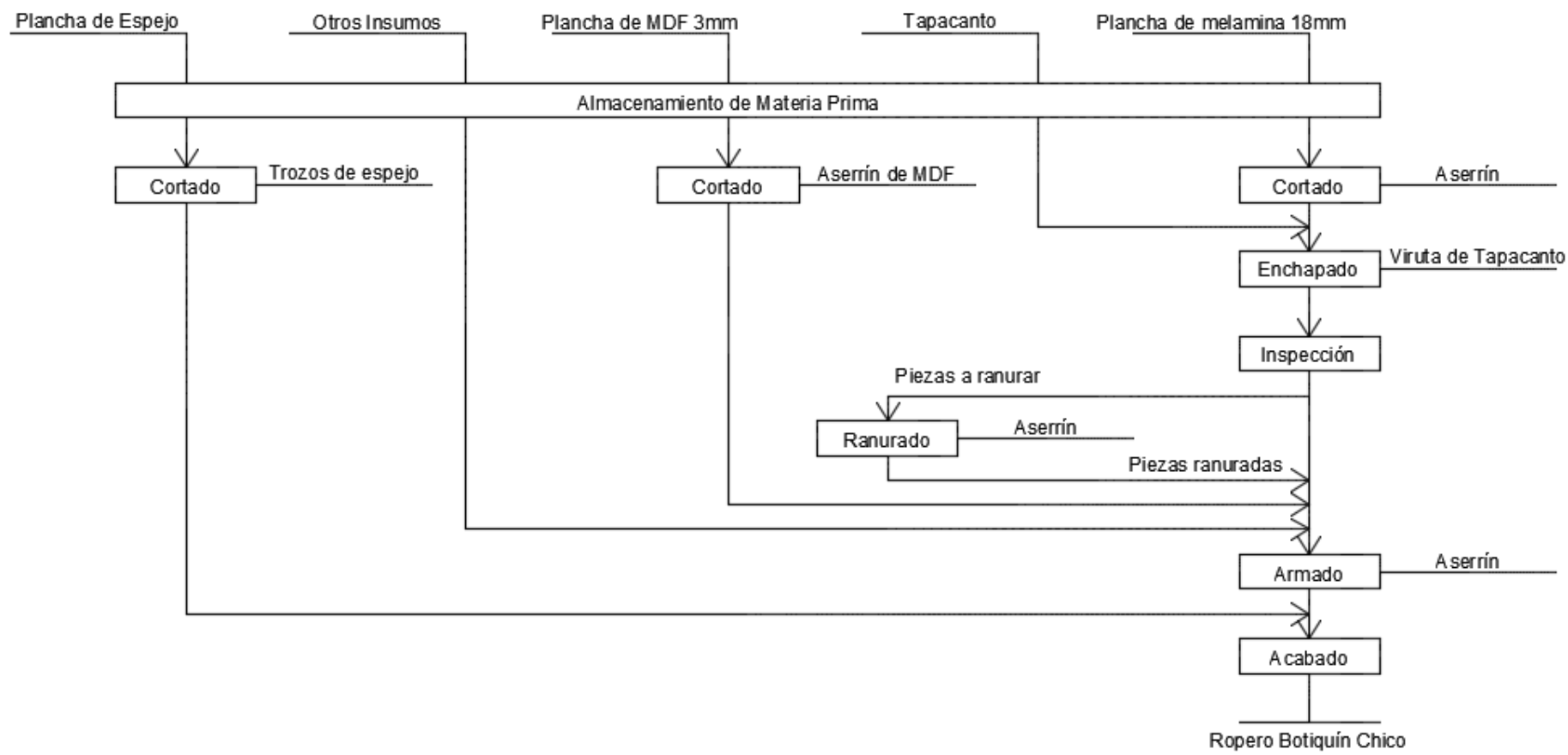
3.2.4 Análisis del Proceso

3.2.4.1 Diagrama de Bloques

Tomando como base la descripción del proceso de producción de muebles de melamina, en particular el ropero botiquín chico, se muestra el Diagrama de Bloques en la Figura N° 39.

El proceso de producción de un ropero botiquín chico está elaborado a partir de dos planchas de melamina 18mm, las cuales son cortadas, enchapadas con tapacanto y ranuradas, posteriormente se ensamblan con otros insumos y con los trozos cortados de MDF 3mm, finalmente se adhiere el espejo y se les da acabado y brillo.

Figura N° 39: Diagrama de bloques de Ropero Botiquín Chico



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.4.2 Estudio de tiempos

Según [8], la determinación de la cantidad de ciclos a estudiar es un asunto de gran discusión. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común.

[7] menciona que, General Electric Company estableció una guía para el número de ciclos que se deben observar como mínimo a la hora de hacer el estudio de tiempos. Esta guía se puede observar en la Tabla N° 19.

Tabla N° 19: Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos a observar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
40,00 en adelante	3

Fuente: [7]

Antes de determinar cuántos ciclos a observar corresponden a cada parte del proceso de muebles de melamina, tomamos una muestra de 5 mediciones para poder tener una noción del número necesario de ciclos de observación. Los resultados de las 5 observaciones de prueba se muestran en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20: Tiempos correspondientes a las mediciones de prueba en minutos

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	PROMEDIO
Plancha de Melamina						
Transporte a Cortado	2,05	2,55	2,34	2,36	2,23	2,31
Cortado	42,33	40,15	38,55	44,78	43,24	41,81
Transporte a Enchapado	3,08	2,53	3,15	3,10	2,83	2,94
Enchapado	25,92	24,75	23,28	28,36	27,69	26,00
Transporte a Estación de Trabajo	1,74	1,65	2,03	1,88	2,08	1,88
Inspección	4,43	5,58	5,23	4,75	4,34	4,87
Transporte a Ranurado	1,37	1,16	1,28	1,34	1,23	1,28
Ranurado	16,89	14,15	18,79	17,65	15,19	16,53
Transporte a Armado	0,48	0,63	0,38	0,40	0,52	0,48
Plancha de MDF						
Transporte a Cortado	5,57	5,37	5,95	5,60	5,72	5,64
Cortado	7,57	6,67	7,80	6,38	7,38	7,16
Transporte a Armado	0,50	0,33	0,47	0,45	0,73	0,50
Espejo						
Cortado	12,78	13,27	11,85	12,45	12,88	12,65
Transporte a Armado	0,55	0,43	0,40	0,75	0,33	0,49
Otros Insumos						
Transporte a Armado	8,50	6,25	5,35	8,37	8,30	7,35
Mueble						
Armado	372,38	473,37	452,43	393,02	435,27	425,29
Acabado	30,87	25,42	28,73	34,13	32,70	30,37
Transporte a Alm. PT	3,23	2,75	3,03	2,27	3,05	2,87
TOTAL	540,24	627,01	611,04	568,04	605,71	590,41

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Los resultados de la Tabla N° 20 nos muestran los tiempos promedio de cada una de las actividades del proceso de producción de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. De estos tiempos se puede observar que la actividad de mayor duración es el armado del mueble, seguido del cortado de las planchas de melamina y del acabado del mueble.

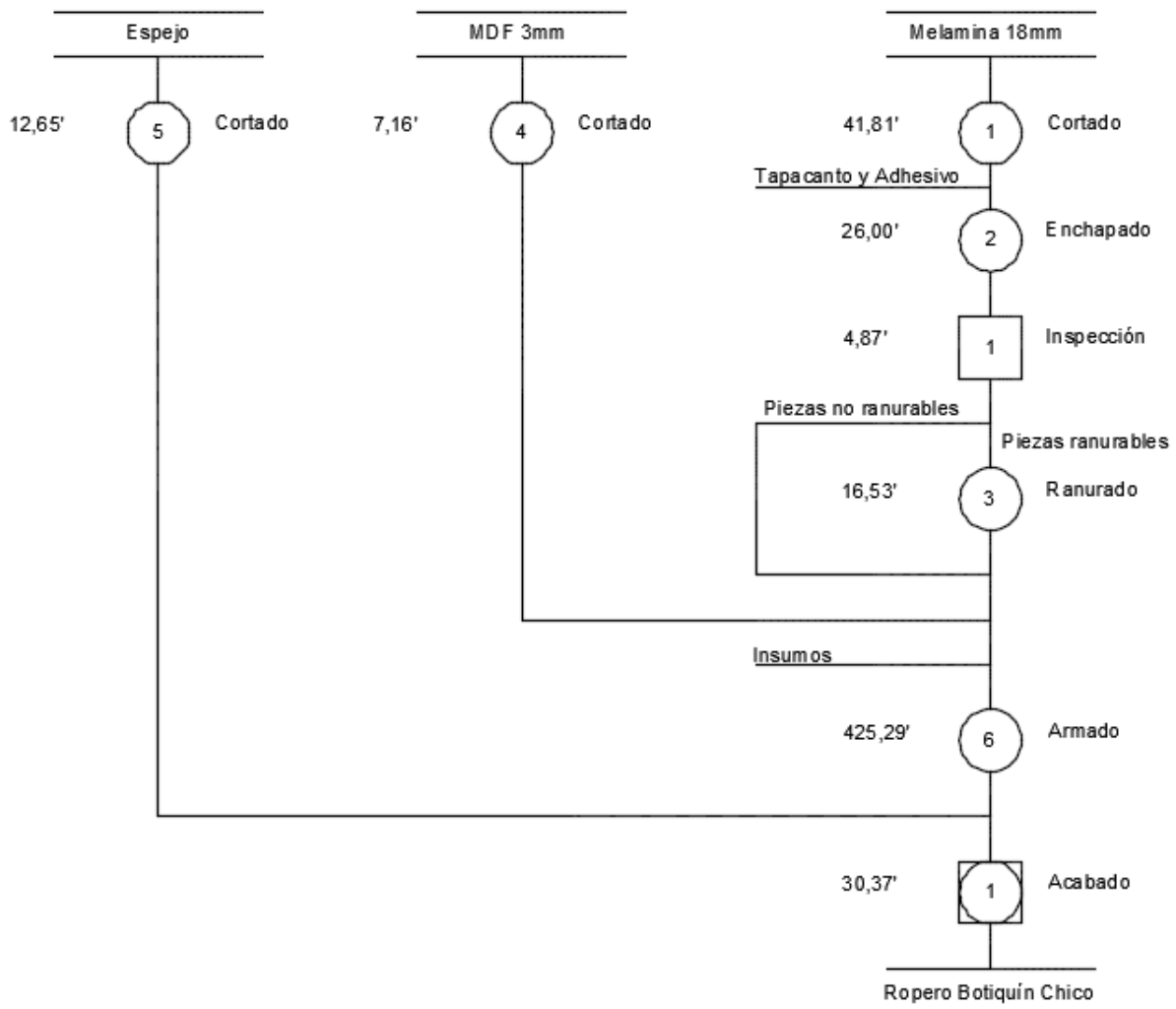
Con los tiempos de prueba de la Tabla N° 20 podemos determinar cuántas mediciones son necesarias como mínimo, al compararla con intervalos presentados en la Tabla N° 19. Nuestro tiempo de ciclo, tras cinco mediciones de tiempo, es de 425,29 minutos en promedio; este valor nos indica que solo eran necesarias 3 mediciones para continuar el

estudio de tiempos. Por lo tanto, nuestra muestra de 5 mediciones es apropiada para continuar con el estudio de tiempos.

3.2.4.3 Diagrama de Operaciones de Proceso

Con los tiempos de la Tabla N° 20 y la descripción del proceso de producción de muebles de melamina, se presenta el diagrama de Operaciones de Proceso en la Figura N° 40. Los tiempos que aparecen en el diagrama están en minutos.

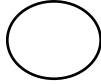

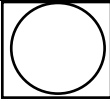
Figura N° 40: Diagrama de Operaciones de Proceso del Ropero Botiquín Chico



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

El cuadro resumen del diagrama de operaciones de proceso de producción de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se puede observar en la Tabla N° 21.

Tabla N° 21: Cuadro resumen de diagrama de operaciones

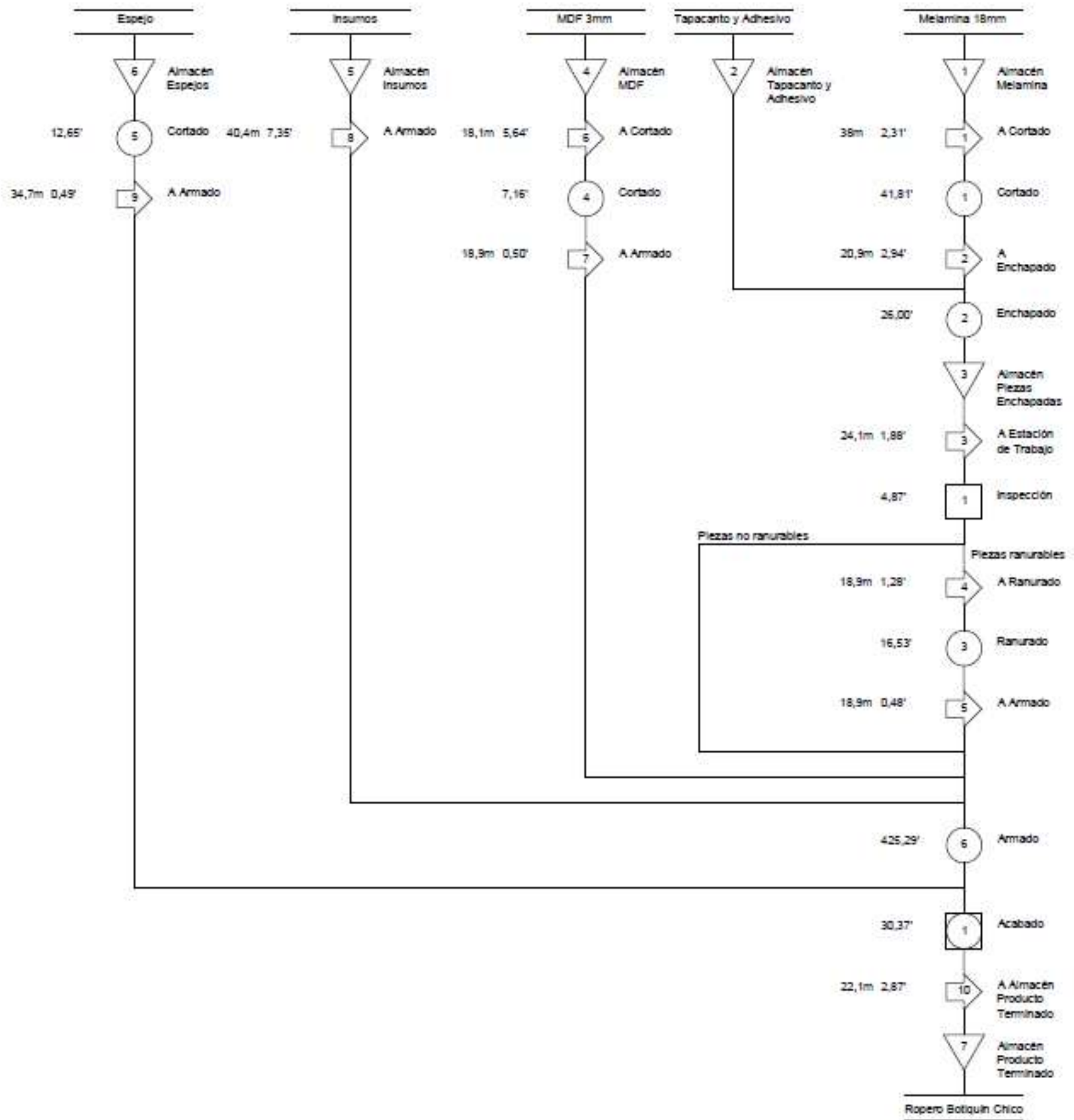
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)	Porcentaje
	Operación	6	529,44	93,76%
	Inspección	1	4,87	0,86%
	Operación e Inspección	1	30,37	5,38%
TOTAL		8	564,68	100,00%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Tabla N° 21 se muestra el resumen de las actividades con valor agregado en el proceso productivo de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. En este proceso se cuenta con 6 operaciones, que suman un tiempo total de 529,44 minutos en promedio; 1 inspección, con un tiempo de 4,87 minutos en promedio; y, 1 actividad combinada de operación e inspección con un tiempo promedio de 30,37 minutos.

3.2.4.4 Diagrama de Análisis de Proceso






Con los tiempos de la Tabla N° 20 y la descripción del proceso de producción de muebles de melamina, se presenta el diagrama de Análisis de Proceso en la Figura N° . Los tiempos que aparecen en el diagrama están en minutos.



	Título: Diagrama de Análisis de Operaciones Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.		
	Responsable: Luis Alonso Mirocho Inca		Figura:
	Escala: Sin escala	Fecha: Octubre 2018	Página: 33
	41		

El cuadro resumen del diagrama de análisis de proceso de producción de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se puede observar en la Tabla N° 22.

Tabla N° 22: Cuadro resumen de diagrama de análisis de operaciones

Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Porcentaje
	Operación	6	529,44		89,67%
	Inspección	1	4,87		0,82%
	Operación e Inspección	1	30,37		5,14%
	Transporte	10	25,73	255,00	4,36%
	Almacenamiento	7			
ACTIVIDADES CON VALOR AGREGADO		7	564,68	0,00	95,64%
ACTIVIDADES SIN VALOR AGREGADO		17	25,73	255,00	4,36%
TOTAL		24	590,41	255,00	100,00%

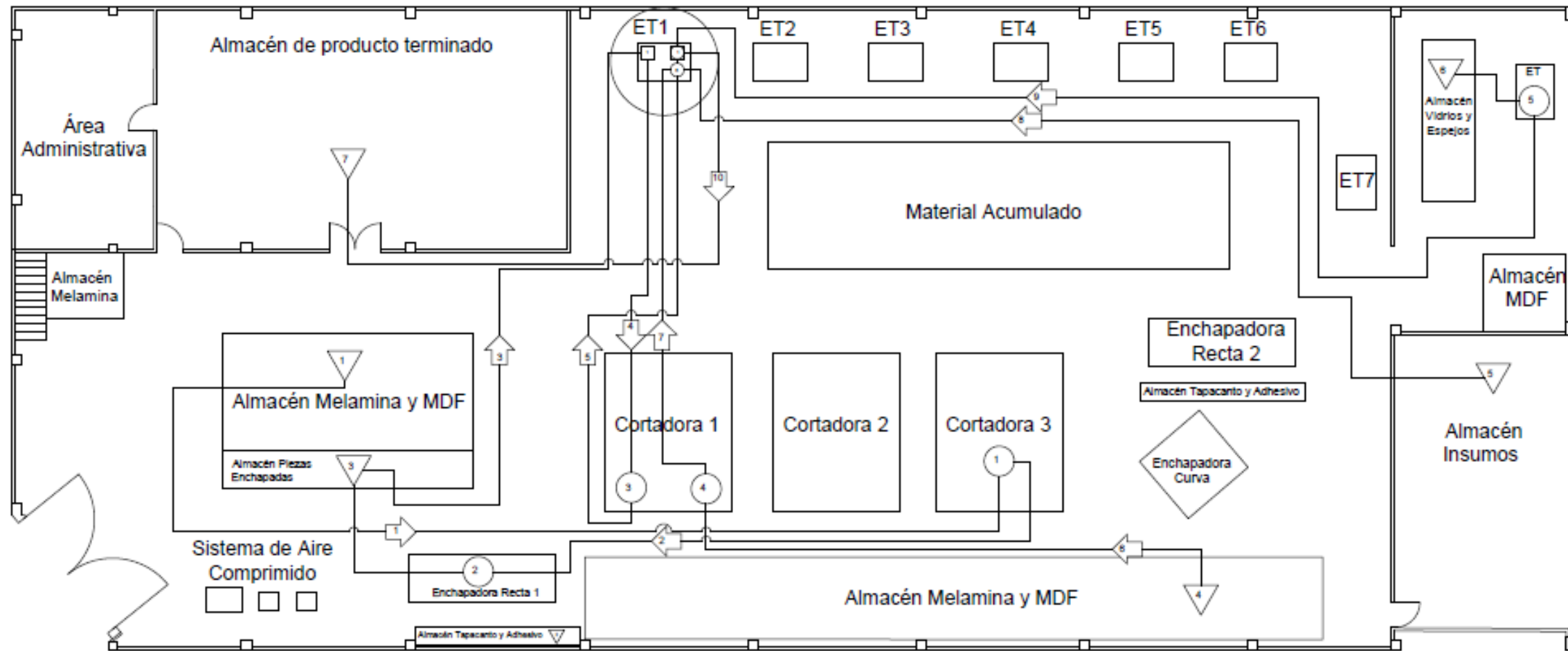
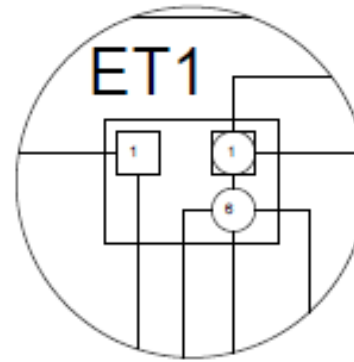
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Tabla N° 22 se muestra el resumen de las actividades del proceso productivo de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. En este proceso se cuenta con 6 operaciones, que suman un tiempo total de 529,44 minutos en promedio, 1 inspección, con un tiempo de 4,87 minutos en promedio, 1 actividad combinada de operación e inspección con un tiempo promedio de 30,37 minutos; estas actividades que generan valor agregado suman 564,68 minutos y representan el 95,64% del tiempo de producción total.

Asimismo, se cuenta también con 10 actividades de transporte con un tiempo total de 25,73 minutos y 7 actividades de almacenamiento; estas actividades que no generan valor agregado suman 4,36% del tiempo de producción total.

3.2.4.5 Diagrama de Recorrido

Se usará el Diagrama de Recorrido para analizar la distribución de las actividades registradas en el diagrama analítico de proceso en la planta de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. Este diagrama se puede observar en la Figura N° 42.



	Título: Diagrama de Recorrido Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.		
	Responsable: Luis Alonso Morocho Inacio		Figura:
	Escala: 1/150	Fecha: Octubre 2018	Página: 35
	Figura: 42		

3.2.4.6 Cursograma Analítico

Se usará el Cursograma Analítico para analizar las actividades que realizan cada grupo de operarios con mayor detalle que la que se muestra en el Diagrama Analítico de Procesos. Para el estudio de estos cursogramas se utilizará la medición del menor tiempo obtenida en la Tabla N° 20, correspondiente a la primera medición.

Se presenta un Cursograma Analítico en la Figura N° 43, correspondiente al primer grupo de operarios, que se encargan del transporte y cortado de las planchas de melamina.

Figura N° 43: Cursograma Analítico de Procesos – Operarios Cortado

Cursograma Analítico			Operario / Material / Equipo						
Diagrama núm. 1 de 2	Hoja núm. 1 de 1		Resumen						
Objeto:			Actividad	Actual	Propuesto	Economía			
<i>Ropero Botiquín Chico</i>			Operación	9					
Actividad:			Transporte	1					
<i>Transporte a cortado y cortado de las planchas de melamina que serán parte del ropero botiquín chico.</i>			Retrasos	2					
			Inspección	0					
Método: Actual / Propuesto			Almacenamiento	0					
Lugar:			Distancia (metros)	41					
<i>Almacén de planchas de melamina y escuadradora industrial.</i>			Tiempo (min)	44,38					
Operario(s):	Ficha núm.		Costo						
<i>Cortadores 1 y 2</i>	<i>Sin ficha</i>		Mano de Obra						
Compuesto: <i>L. Morochó Incio</i>	Fecha:	<i>Mar-18</i>	Material						
Aprobado por:	Fecha:		Total						
Descripción de los elementos	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones	
Búsqueda de planchas de melamina			0,33	○	⇄	●	□	▽	
Retiro de almacén			0,83	●	⇄	D	□	▽	
Transporte a cortado		38	0,89	○	●	D	□	▽	
Cargar máquina			0,73	●	⇄	D	□	▽	
Cortado plancha 1			20,96	●	⇄	D	□	▽	
Acomodar piezas	1		1,49	●	⇄	D	□	▽	
Cargar máquina			0,61	●	⇄	D	□	▽	
Cortado plancha 2			7,59	●	⇄	D	□	▽	
Acomodar piezas	1		0,60	●	⇄	D	□	▽	
Búsqueda de retazos			6,54	○	⇄	●	□	▽	
Cortado retazos			3,39	●	⇄	D	□	▽	
Acomodar piezas	1		0,42	●	⇄	D	□	▽	
				○	⇄	D	□	▽	
				○	⇄	D	□	▽	
Total		41	44,38	9	1	2	0	0	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

El resumen de las actividades mostradas en el cursograma analítico de la Figura N° 43 se muestran en la Tabla N° 23.

Tabla N° 23: Cuadro resumen de cursograma analítico – Operarios Cortado

Resumen del Método			
Actividad	Cantidad	Tiempo Total	
		Con Valor Agregado	Sin Valor Agregado
Operación	9	36,62	
Transporte	1		0,89
Retrasos	2		6,87
Inspección	0		
Almacenamiento	0		
TOTAL	12	36,62	7,76
PORCENTAJES		82,51%	17,49%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Se presenta un Cursograma Analítico en la Figura N° 44 y la Figura N° 45, correspondiente al segundo grupo de operarios, que se encargan del transporte de las piezas cortadas a la enchapadora, hasta el armado, acabado del ropero botiquín chico y su transporte a almacén de producto terminado.

Figura N° 44: Cursograma Analítico de Procesos – Operario Armado

Cursograma Analítico				Operario / Material / Equipo							
Diagrama núm. 2 de 2		Hoja núm. 1 de 2		Resumen							
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
<i>Ropero Botiquín Chico</i>				Operación	12						
Actividad:				Transporte	5						
<i>Transporte a enchapado y enchapado, hasta armado, acabado del ropero y su traslado hacia el almacén de producto terminado.</i>				Retrasos	5						
Método: <i>Actual / Propuesto</i>				Inspección	1						
Lugar:				Almacenamiento	1						
<i>Enchapadora, escuadradora, estación de trabajo de armado y de vidrios.</i>				Distancia (metros)	117,5						
Operario(s):				Costo							
Ficha núm.				Mano de Obra							
<i>Gino</i>		<i>Sin ficha</i>		Material							
Compuesto: <i>L. Morocho Incio</i>		Fecha: <i>Mar-18</i>		Total							
Aprobado por:		Fecha:									
Descripción de los elementos			Can-tidad	Dist-ancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones	
Carga piezas a carro					2,07	●	⇄	D	□	▽	
Transporte a enchapado				20,9	1,01	○	●	D	□	▽	
Enchapado					24,42	●	⇄	D	□	▽	
Ordenar piezas					1,50	●	⇄	D	□	▽	
Almacenamiento de piezas enchapadas						○	⇄	D	□	●	
Carga piezas a carro					0,38	●	⇄	D	□	▽	
Transporte a estación de trabajo				24,1	0,93	○	●	D	□	▽	
Arregla lugar de trabajo					3,92	●	⇄	D	□	▽	
Descarga piezas de carro					0,43	●	⇄	D	□	▽	
Inspecciona					4,43	○	⇄	D	●	▽	
Transporte a Ranurado				18,9	1,37	○	●	D	□	▽	
Calibra escuadradora					3,39	●	⇄	D	□	▽	
Ranurado					13,50	●	⇄	D	□	▽	
Transporte a Armado				18,9	0,48	○	●	D	□	▽	
Espera a despacho de insumos					7,90	○	⇄	●	□	▽	
Transporte de insumos a armado				34,7	0,6	○	●	D	□	▽	
Espera por herramientas de trabajo					13,44	○	⇄	●	□	▽	
Armado					42,25	●	⇄	D	□	▽	
Reproceso de piezas enchapadas					10,83	○	⇄	●	□	▽	
Armado					30,1	●	⇄	D	□	▽	
Reproceso de piezas ranuradas					5,28	○	⇄	●	□	▽	
Armado					24,64	●	⇄	D	□	▽	
Búsqueda de plancha de MDF					2,25	○	⇄	●	□	▽	
Retiro de almacén					1,34	●	⇄	D	□	▽	
Total				117,5	196,46	12	5	5	1	1	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 45: Cursograma Analítico de Procesos – Operario Armado

Cursograma Analítico				Operario / Material / Equipo				
Diagrama núm. 2 de 2		Hoja núm. 2 de 2		Resumen				
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Ropero Botiquín Chico				Operación	11			
Actividad:				Transporte	4			
Transporte a enchapado y enchapado, hasta armado, acabado del ropero y su traslado hacia el almacén de producto terminado.				Retrasos	4			
Método: Actual / Propuesto				Inspección	0			
Lugar:				Almacenamiento	0			
Enchapadora, escuadradora, estación de trabajo de armado y de vidrios.				Distancia (metros)	99,5			
Operario(s):		Fecha:		Costo				
Gino		Mar-18		Mano de Obra				
Compuesto: L. Morochó Incio		Fecha:		Material				
Aprobado por:		Fecha:		Total				
Descripción de los elementos	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones
Transporte de MDF a cortado		18,1	1,98	○	●	D	□	▽
Cortado de MDF			7,07	●	⇄	D	□	▽
Regresa material sobrante			0,5	●	⇄	D	□	▽
Transporte de MDF a Armado		18,9	0,5	○	●	D	□	▽
Armado			34,7	●	⇄	D	□	▽
Apoyo en descarga de planchas de melamina			21,93	○	⇄	●	□	▽
Armado			87,75	●	⇄	D	□	▽
Apoyo en corte de material para cliente particular			13,7	○	⇄	●	□	▽
Armado			83,84	●	⇄	D	□	▽
Acabado			9,58	●	⇄	D	□	▽
Apoyo en corte de material para cliente particular			8,2	○	⇄	●	□	▽
Acabado			7,65	●	⇄	D	□	▽
Buscar espejo			2,36	○	⇄	●	□	▽
Cortar espejo			10,42	●	⇄	D	□	▽
Transporte de espejo a armado		40,4	0,55	○	●	D	□	▽
Acabado			5,44	●	⇄	D	□	▽
Carga mueble a carro			1,25	●	⇄	D	□	▽
Transporte de mueble a almacén de producto terminado		22,1	1,45	○	●	D	□	▽
Descarga de mueble			0,53	●	⇄	D	□	▽
				○	⇄	D	□	▽
				○	⇄	D	□	▽
				○	⇄	D	□	▽
				○	⇄	D	□	▽
				○	⇄	D	□	▽
				○	⇄	D	□	▽
Total		99,5	299,40	11	4	4	0	0

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

El resumen de las actividades mostradas en el cursograma analítico de Figura N° 44 y Figura N° 45 se muestran en la Tabla N° 24.

Tabla N° 24: Cuadro resumen de cursograma analítico operario armado

Resumen del Método			
Actividad	Cantidad	Tiempo Total	
		Con Valor Agregado	Sin Valor Agregado
Operación	23	396,67	
Transporte	9		8,87
Retrasos	9		85,89
Inspección	1	4,43	
Almacenamiento	1		
TOTAL	43	401,1	94,76
PORCENTAJES		80,89%	19,11%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.2.5 Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso

3.2.5.1 Producción

Para calcular la producción, se necesita saber cuánto demora en producirse una unidad del ropero botiquín chico (ciclo de producción) y cuánto tiempo dispone la empresa para la producción de dichos roperos (tiempo base). El tiempo de ciclo se obtiene del balance de línea en la página 84.

Para el tiempo base, se considera que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. trabaja 50 horas a la semana, las 52 semanas del año.

$$Producción = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

$$Producción = \frac{50 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} * 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} * 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}}}{87,15 \text{ minutos/ropero}}$$

$$Producción = 1790 \frac{\text{roperos}}{\text{año}}$$

Este valor significa que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. produce 1790 roperos por cada año bajo el método actual de fabricación de roperos botiquín chico.

3.2.5.2 Productividad

Según [22], la productividad es la relación entre la producción y los recursos utilizados; en la investigación se presentará la productividad de materia prima, de operarios y económica.

3.2.5.2.1 Productividad de Materia Prima

Se calculará la relación entre la producción obtenida y la cantidad de melamina utilizada en el proceso productivo, bajo la siguiente fórmula:

$$Productividad\ MP = \frac{Producción}{Cantidad\ de\ material\ utilizado}$$

Como se explicó en la descripción del proceso (página 55), para la elaboración del ropero botiquín chico se utilizaron 2 planchas de melamina de 244cm x 215cm. La información del área total de ambas planchas de melamina se presenta en la Tabla N° 25, esta información también será utilizada para el cálculo de la Eficiencia Física.

Tabla N° 25: Planchas de melamina utilizadas en ropero botiquín chico

Código	Cantidad	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área Individual (cm ²)	Área Total (cm ²)
1	2	244	215	52460,00	104920,00
Número de Planchas					2
Área Total (cm²)					104920,00
Área Total (m²)					10,49

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Con el dato de la tabla, se procede a realizar el cálculo de la productividad de materia prima.

$$Productividad\ MP = \frac{1790\ roperos/año}{10,49\ \frac{m^2\ de\ melamina}{ropero} * 1790\ \frac{roperos}{año}}$$

$$Productividad MP = 0,09533 \frac{roperos}{m^2 \text{ de melamina}}$$

Este valor significa que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. produce 0,09533 roperos por cada metro cuadrado de melamina utilizada para su producción.

3.2.5.2.2 Productividad de Mano de Obra

Se calculará la relación entre la producción obtenida y el número de operarios en el área de producción, bajo la siguiente fórmula:

$$Productividad MO = \frac{Producción}{Número de operarios}$$

Como se explicó en la descripción de la mano de obra (página 55), Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. cuenta con 8 operarios: 2 en cortado y 6 en armado.

Con ese dato, se procede a realizar el cálculo de la productividad de mano de obra

$$Productividad MP = \frac{1790 \text{ roperos/año}}{8 \text{ operarios}}$$

$$Productividad MP = 223,75 \frac{roperos}{operario - año}$$

Este valor significa que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. produce 223 roperos por cada operario del área de producción.

3.2.5.2.3 Productividad Económica

Se calculará la relación entre la producción obtenida y el dinero invertido en la producción, bajo fórmula mostrada a continuación; donde los costos de producción se analizan en la siguiente página.

$$Productividad\ Econ\omicron mica = \frac{Producci\omicron n}{Costos\ de\ producci\omicron n}$$

Para obtener la inversi3n necesaria para la producci3n de un mueble de melamina, se har1 el c1lculo de costos para materia prima e insumos (Tabla N3 26) y mano de obra (Tabla N3 27).

Tabla N3 26: Tabla de Costos - Materia Prima

Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/ / unidad)	Subtotal (S/)
Melamina 18mm	plancha	2	175	350
Tapacanto delgado	metro	50	0,1962	9,81
MDF 3mm	plancha	0,5	134	67
Deslizadores	unidad	6	0,07	0,42
Correderas telesc3picas	unidad	4	4,9	19,6
Jaladores	unidad	7	2	14
Tornillos	unidad	360	0,03	10,8
Tapatornillo	unidad	70	0,011	0,75
Bisagras	unidad	7	2	14
Cerraduras	unidad	2	1,5	3
Otros materiales				20
TOTAL (S/)				509,38

Fuente: Fabricaciones Met1licas FAMETAL S.A.C.

Para obtener el costo de la mano de obra por operario, se considera que se les paga semanalmente 450 soles por cada 50 horas de trabajo, resultando en un costo de mano de obra de 9 soles por hora-operario.

$$Costo\ mano\ de\ obra = \frac{450\ soles}{50\ horas - operario} = 9 \frac{soles}{hora - operario}$$

Con este valor se procede a calcular el costo de mano de obra necesario para la elaboraci3n del ropero botiqu3n chico (Tabla N3 27).

Tabla N° 27: Tabla de Costos – Mano de Obra

Área	Número de Operarios	Tiempo estándar de operación (min)	Tiempo estándar de operación (h)	Costo por hora-operario (S/ / h-operario)	Subtotal (S/)
Cortado	2	67,56	1,126	9	20,27
Armado	1	687,42	11,457	9	103,11
TOTAL (S/)					123,38

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

De las anteriores tablas se obtiene que el dinero invertido para la producción de un ropero botiquín chico es de 509,38 soles en materiales y 123,38 soles en mano de obra; haciendo un total de 632,76 soles por ropero. Con ese dato, se procede a realizar el cálculo de la productividad económica.

$$Productividad\ económica = \frac{1790\ \text{roperos/año}}{632,76\ \frac{\text{soles}}{\text{ropero}} * 1790\ \frac{\text{roperos}}{\text{año}}}$$

$$Productividad\ económica = 0,00158\ \frac{\text{roperos}}{\text{sol}}$$

Este valor significa que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. produce 0,00158 roperos por cada sol destinado a la producción de roperos.

3.2.5.3 Eficiencia

3.2.5.3.1 Eficiencia Física

Para calcular la eficiencia física, se necesita saber cuánto material ingresa al proceso de producción del ropero botiquín chico, y cuánto material sale en el ropero.

De la Tabla N° 17 y Tabla N° 18, se obtiene la información de todas las piezas utilizadas directamente en la producción del ropero botiquín chico. Un resumen de esta información se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 28: Piezas de melamina utilizadas en ropero botiquín chico

Código	Cantidad	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área Individual (cm ²)	Área Total (cm ²)
1	1	178	50	8900,00	8900,00
2	1	100	50	5000,00	5000,00
3	1	96,4	50	4820,00	4820,00
4	2	96,4	10	964,00	1928,00
5	1	166,2	50	8310,00	8310,00
6	1	48,6	46,4	2255,04	2255,04
7	2	8	45	360,00	720,00
8	1	52	56	2912,00	2912,00
9	2	10	48,2	482,00	964,00
10	1	86,4	4	345,60	345,60
11	2	63	18	1134,00	2268,00
12	1	46,4	16,4	760,96	760,96
13	1	51	23	1173,00	1173,00
14	1	51	56	2856,00	2856,00
15	1	49,6	44,7	2217,12	2217,12
16	8	17	45	765,00	6120,00
17	8	17	42	714,00	5712,00
18	4	49,9	22,2	1107,78	4431,12
19	1	122,6	49,5	6068,70	6068,70
20	1	49,5	44,7	2212,65	2212,65
Número de Piezas					41
Área Total (cm²)					69974,19
Área Total (m²)					7,00

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Tabla N° 25, se calcula el área total de las dos planchas de melamina que se utilizarán en el proceso de elaboración del ropero botiquín chico, el cual es de 10,39 metros cuadrados.

Para la eficiencia física se utilizará la siguiente fórmula:

$$Ef. Física = \frac{\text{Material que sale}}{\text{Material que entra}}$$

Por lo que el cálculo sería:

$$Ef. Física = \frac{7 m^2}{10,49 m^2} = 0,6673 = 66,73\%$$

Este valor nos indica que, por cada metro cuadrado de melamina se aprovechan 0,6673 metros cuadrados en la fabricación del ropero botiquín chico.

3.2.5.3.2 Eficiencia Económica

Para calcular la eficiencia económica, se necesita saber el precio de venta del producto y la suma de costos que intervinieron en la producción del ropero botiquín chico.

El precio de venta del ropero botiquín chico es de 850 soles. En el cálculo de productividad económica (Página 78) se demostró que la inversión para la elaboración de un ropero botiquín chico es de 632,76 soles.

Para la eficiencia económica se utilizará la siguiente fórmula:

$$Ef. Económica = \frac{\text{Precio de Venta}}{\text{Costos de producción}}$$

Por lo que el cálculo sería:

$$Ef. Económica = \frac{850 \text{ soles}}{632,76 \text{ soles}} = 1,34$$

Este valor nos indica que, por cada sol invertido en la producción del ropero botiquín chico, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. gana 34 céntimos de sol.

3.2.5.4 Capacidad

3.2.5.4.1 Capacidad de Diseño o Proyectada

[9] menciona que la capacidad diseñada o proyectada es la máxima producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales. La capacidad de diseño de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. es de 3000 muebles/año.

3.2.5.4.2 Capacidad Real o Efectiva

Según [9], la capacidad real o efectiva es la capacidad que espera alcanzar una empresa dadas sus actuales limitaciones operativas. La producción que se obtuvo tras el análisis del ciclo de producción es de 1790 muebles/año.

3.2.5.4.3 Capacidad Utilizada

Según [9], la utilización es el porcentaje efectivamente alcanzado de la capacidad de diseño.

$$\text{Utilización: } \frac{1790 \text{ ropero/año}}{3000 \text{ ropero/año}} = 59,67\%$$

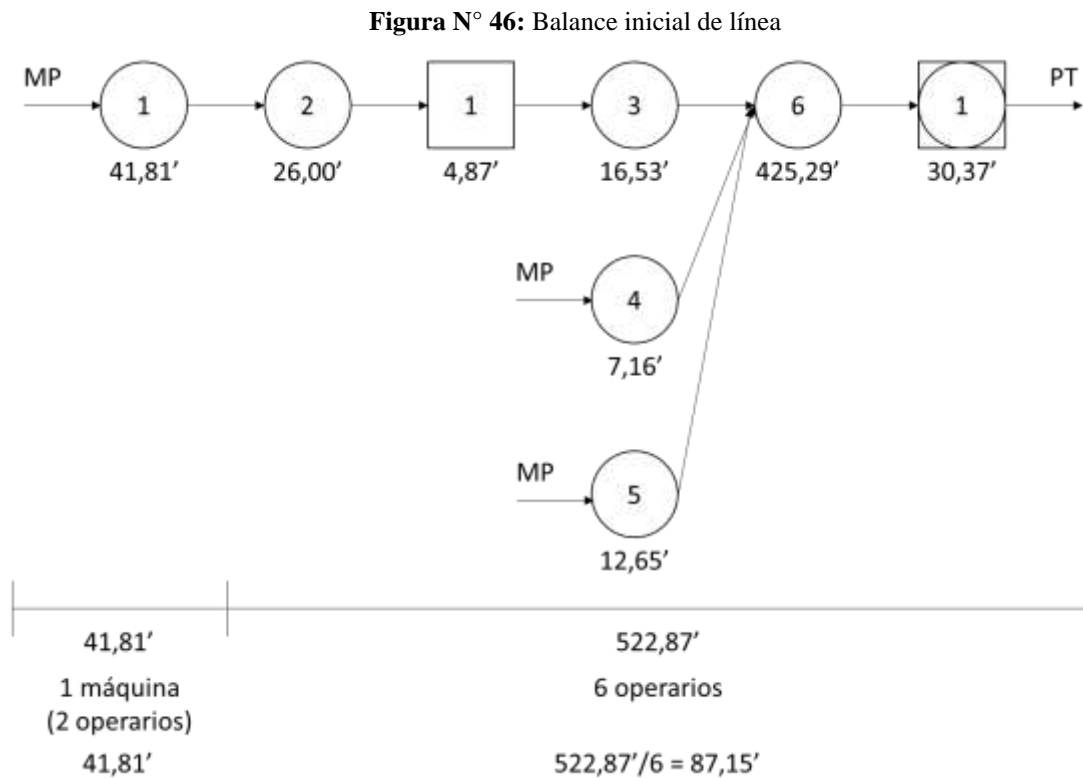
3.2.5.4.4 Capacidad Ociosa

Según [9], la capacidad ociosa es la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad utilizada.

$$\text{Capacidad Ociosa: } 3000 \frac{\text{muebles}}{\text{año}} - 1790 \frac{\text{muebles}}{\text{año}} = 1210 \frac{\text{ropero}}{\text{año}}$$

3.2.5.5 Eficiencia de Línea

En la Figura N° 46 se muestra el balance inicial de la línea de producción de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C., en la cual se cuenta con dos estaciones de trabajo.



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

La primera estación corresponde al proceso de cortado de planchas de melamina y tiene un tiempo de 41,81 minutos, se realiza en una máquina con dos operarios.

La segunda estación corresponde al resto de procesos productivos, con un tiempo total de 522,87 minutos; dado que son 6 operarios trabajando de manera independiente, se reduce el tiempo de la estación a 87,15' minutos.

Con estos datos calcularemos la eficiencia de la línea de producción de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

$$Ef. Línea = \frac{\sum \text{tiempos de operación}}{N^{\circ} \text{ estaciones} * \text{tiempo de ciclo}}$$

$$Ef. Línea = \frac{41,81' + 87,15'}{2 * 87,15'} = 0,7399 = 73,99\%$$

La línea de producción de muebles de melamina de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. presenta un 73,99% de eficiencia; esto significa que un 26,01% del tiempo de producción es tiempo ocioso.

Tras los cálculos anteriormente mostrados, se presenta el resumen de los indicadores del proceso en la Tabla N° 29.

Tabla N° 29: Resumen de indicadores del proceso

Indicador	Valor	Unidad
Tiempo promedio del proceso	590,41	minutos/ ropero
Tiempo de ciclo	87,15	minutos/ ropero
Producción	1790	ropero/ año
Productividad de materia prima	0,09533	ropero/ m ² de melamina
Productividad de mano de obra	223,75	ropero/ operario-año
Productividad Económica	0,00158	ropero/ sol
Eficiencia Física	66,73	%
Eficiencia Económica	1,34	
Capacidad Utilizada	59,67	%
Capacidad Ociosa	1210	ropero/ año
Tiempo de Transportes	25,74	minutos
Número de cruces en flujo de producción	10	
Área de material acumulado	58	m ²
Eficiencia de Línea	73,99	%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

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

3.3.1 Análisis y evaluación de la información del proceso

La empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. presenta múltiples inconvenientes en el proceso productivo que tienen como consecuencia pérdidas de rentabilidad, entre los cuales se encuentran:

3.3.1.1 Método de trabajo

3.3.1.1.1 Falta de métodos estandarizados

Como se pudo observar en el Estudio de Tiempos de la Tabla N° 20 hay variaciones de tiempo considerables en operaciones principales como el cortado de las planchas de melamina, enchapado y armado. A lo largo de los cálculos para la obtención de indicadores, se utilizó el tiempo promedio observado para el análisis de la producción debido a la ausencia de los métodos estándares, obteniéndose un tiempo promedio de producción 590,41 minutos/ropero, con un ciclo de 87,15 minutos/ropero.

3.3.1.1.2 Demoras en búsqueda y despacho de materiales

Como se pudo observar en los cursogramas analíticos de la Figura N° 43, Figura N° 44 y Figura N° 45; se pierden varios minutos en la búsqueda y despacho de materias primas e insumos, causado por el desorden en el almacenamiento de los materiales. Esto se evidenció para las planchas de melamina, en la Figura N° 30 y Figura N° 31.

En la Tabla N° 30 se presenta el resumen de las pérdidas de tiempo ocasionadas por estas actividades, donde se puede observar que el tiempo perdido por estas actividades es de 32,82 minutos/ropero y representa el 5,56% del tiempo total de producción.

Tabla N° 30: Tiempos perdidos por búsquedas de material

Actividad	Tiempo perdido (min)
Búsqueda de planchas de melamina	0,33
Búsqueda de retazos	6,54
Espera a despacho de insumos	7,90
Espera por herramientas de trabajo	13,44
Búsqueda de plancha de MDF	2,25
Buscar espejo	2,36
Tiempo total en búsquedas	32,82
Tiempo promedio de producción	590,41
% de tiempo perdido	5,56%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.3.1.1.3 Reprocesos

Como se pudo observar en el Diagrama de Operaciones de Proceso (Figura N° 40), el Diagrama de Análisis de Proceso (

Figura N°), y los cursogramas analíticos de la Figura N° 43, Figura N° 44 y Figura N° 45; se pierden varios minutos en los reprocesos que se hacen a las piezas que están para ser armadas. El operario de armado se da cuenta cuando la pieza no está bien cortada o enchapada y la reprocesa él mismo.

En la Tabla N° 31 se presenta el resumen de las pérdidas de tiempo ocasionadas por los reprocesos, en esta tabla se muestra que el tiempo total que se pierde por estas actividades es de 16,11 minutos/ropero. Este valor representa el 2,73% del tiempo total de producción.

Tabla N° 31: Tiempos perdidos por reprocesos

Actividad	Tiempo perdido (min)
Reproceso de piezas enchapadas	10,83
Reproceso de piezas ranuradas	5,28
Tiempo total en reprocesos	16,11
Tiempo total de producción	590,41
% de tiempo perdido	2,73%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.3.1.1.4 Baja Eficiencia de Línea

Conforme a lo indicado en el apartado de eficiencia de línea (pág. 84), hay un desbalance en la línea de producción de un 26,01%; sin embargo, con la finalidad que los operarios de cortado no queden inactivos, se adelantan en cortar más planchas de las necesarias, generando almacenamiento de productos en proceso y aumento en el tiempo de transportes, los cuales serán mostrados en la Tabla N° 33.

3.3.1.2 Mano de Obra

3.3.1.2.1 Distracción con otras actividades

Como se pudo observar en los cursogramas analíticos de la Figura N° 43, Figura N° 44 y Figura N° 45 ; se pierden varios minutos en otras actividades que realiza el operario. Estas actividades son asignadas por el supervisor de producción, interrumpiendo el desempeño normal de los operarios.

En la Tabla N° 32 se presenta el resumen de las pérdidas de tiempo ocasionadas por estas actividades. En esta tabla se muestra que el tiempo total perdido por las distracciones con otras actividades son 43,83 minutos/ropero, representando el 7,42% del tiempo total de producción.

Tabla N° 32: Tiempos perdidos por otras actividades asignadas

Actividad	Tiempo perdido (min)
Apoyo en descarga de planchas de melamina	21,93
Apoyo en corte de material para cliente particular	13,7
Apoyo en corte de material para cliente particular	8,2
Tiempo total de distracciones	43,83
Tiempo total de producción	590,41
% de tiempo perdido	7,42%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.3.1.3 Medio Ambiente:

3.3.1.3.1 Cruces en flujo de material

Como se observa en el diagrama de recorrido de la Figura N° 42, el flujo del proceso productivo de muebles en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se ve interrumpido por otras actividades dentro de ese proceso. En el diagrama de recorrido se pueden observar 10 cruces en el flujo del material y se producen por la inadecuada distribución de planta desarrollada por la empresa de forma empírica.

Esta distribución de planta empírica ocasiona que se generen tiempos de transporte, cuyo resumen se muestra en la Tabla N° 33. En conjunto los tiempos de transporte que se generan por la inadecuada distribución de planta suman 25,74 minutos por cada ropero y representan el 4,76% del tiempo de producción total.

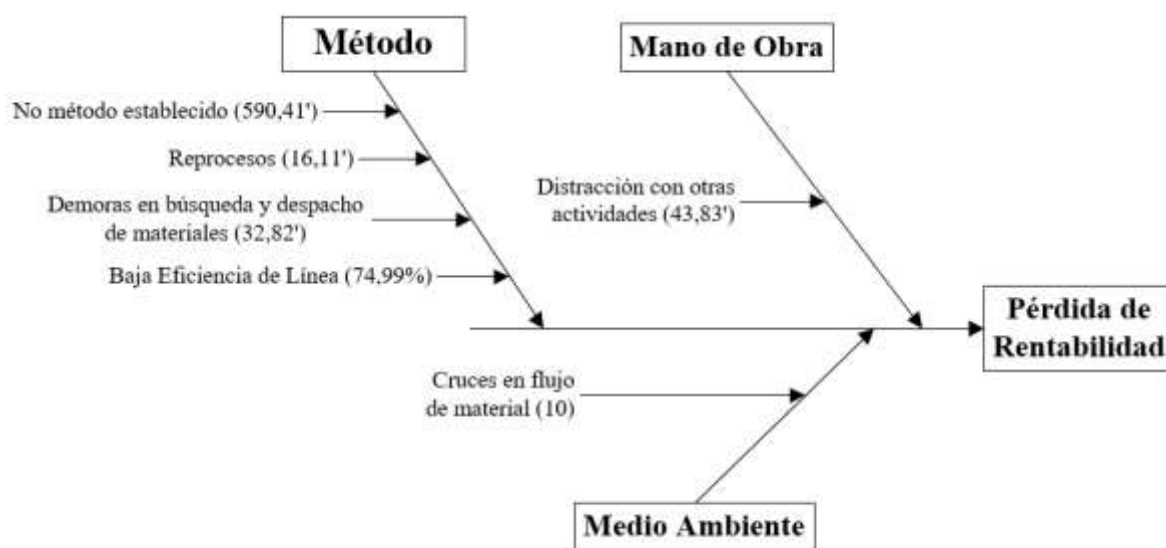
Tabla N° 33: Tiempos perdidos por transportes

Transporte	Tiempo perdido (min)
Transporte a Cortado	2,31
Transporte a Enchapado	2,94
Transporte a Estación de Trabajo	1,88
Transporte a Ranurado	1,28
Transporte de Melamina a Armado	0,48
Transporte de MDF a Cortado	5,64
Transporte de MDF a Armado	0,5
Transporte de espejo a Armado	0,49
Transporte de insumos a Armado	7,35
Transporte a Almacén PT	2,87
Tiempo total de transportes	25,74
Tiempo total de producción	540,24
% de tiempo perdido	4,76%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Figura N° 47 se presenta el Diagrama de Ishikawa que indica las causas que generan la pérdida de rentabilidad en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 47: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.3.2 Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas

Como se muestra en la Tabla N° 34, las pérdidas económicas causadas por los problemas del proceso productivo de muebles de melamina de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C ascienden a 365 553,64 soles.

Este monto responde a la suma de las pérdidas económicas ocasionadas por los tiempos de distracción con otras actividades (75,54 soles por ropero producido), reprocesos (27,76 soles por ropero producido), demoras en búsqueda y despacho de materiales (56,56 soles por ropero producido), cruces en flujo de material y acumulación de material (44,34 soles por ropero producido); llegando a un total de pérdidas de 204,20 soles por ropero producido.

Tabla N° 34: Rentabilidad perdida por el problema del estudio

PROBLEMA	CAUSAS	PERDIDA ECONOMICA (S/ / ropero)
Baja rentabilidad en el proceso productivo de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.	Distracción con otras actividades	S/ 75,54
	Reprocesos	S/ 27,76
	Demoras en búsqueda y despacho de materiales	S/ 56,56
	Cruces en flujo de material	S/ 44,34
	Acumulación de material	
TOTAL	S/ / ropero	S/ 204,20
	Producción (ropero/año)	1790
	Pérdida anual	S/ 365 553,64

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.3.3 Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación

En la Tabla N° 35 se muestra la matriz de consistencia de la investigación, en esta matriz se presenta la relación entre el problema, las causas, las posibles acciones de mejora y se establecen los indicadores que serán utilizados para el análisis de los resultados de la propuesta de mejora presentada.

Tabla N° 35: Matriz de Consistencia de Investigación

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO						
¿De qué manera una propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. permitirá aumentar la rentabilidad?						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
PRODUCCIÓN	Baja rentabilidad en el proceso productivo de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.	MÉTODO: Falta de métodos estandarizados	Ing. de Métodos	Estandarización del método de producción; Asignación de procedimientos	Estandarización de tiempos de producción	$T. \text{ Estándar} = \frac{T. \text{ Normal}}{1 - \text{Suplementos}}$
		MANO DE OBRA: Distracción con otras actividades			Reducir tiempo de ciclo.	$\Delta T. \text{ de ciclo} = \frac{T. \text{ de ciclo final} - T. \text{ de ciclo inicial}}{T. \text{ de ciclo inicial}}$
					Aumentar producción	$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$ $\Delta \text{Producción} = \frac{\text{Producción final} - \text{Producción inicial}}{\text{Producción inicial}}$
		MÉTODO: Reprocesos			Ing. de Métodos	Balance de Línea
		MÉTODO: Baja Eficiencia de Línea	Reducir área de material acumulado	$\Delta \text{Área de mat.} = \frac{\text{Área de mat. final} - \text{Área de mat. inicial}}{\text{Área de material acumulado inicial}}$		
			Aumentar eficiencia de línea	$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\sum \text{Tiempos de estación}}{\text{N}^\circ \text{ estaciones} * T. \text{ ciclo}}$ $\Delta \text{Ef. Línea} = \frac{\text{Ef. de línea final} - \text{Ef. de línea inicial}}{\text{Ef. de línea inicial}}$		
		MÉTODO: Búsqueda de materiales	Redistribución de Planta	Systematic Layout Planning (SLP), Método de Guerchet		
		MEDIO AMBIENTE: Cruces en flujo de material			Reducir cruces en flujo de material.	$\Delta \text{N}^\circ \text{ de Cruces} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de cruces final} - \text{N}^\circ \text{ de cruces inicial}}{\text{N}^\circ \text{ de cruces inicial}}$

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.3.4 Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

3.3.4.1 Problema Principal:

El problema principal que abarca la presente investigación es la baja rentabilidad en el proceso productivo de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C, lo cual puede ser evidenciado en base a las pérdidas económicas que se generan por las distintas actividades que no generan valor agregado de la Tabla N° 34.

El indicador que se utilizará para medir si se aumentó la rentabilidad tras la propuesta de mejora será el siguiente:

$$\Delta \text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Eficiencia económica}_2 - \text{Eficiencia Económica}_1}{\text{Eficiencia Económica}_1}$$

3.3.4.2 Causas:

a) Falta de métodos estandarizados de producción

Como se observó en las Tabla N° 20 y Tabla N° 29, la falta de métodos estandarizados tiene un impacto directo sobre la producción y, por lo tanto, sobre los indicadores actuales de productividad, eficiencia, entre otros.

El indicador que evidenciará la estandarización del método es el tiempo estándar, que se calcula bajo la siguiente fórmula:

$$\text{T. Estándar} = \frac{\text{T. Normal}}{1 - \text{Suplementos}}$$

b) Distracción con otras actividades

Como se observó en la Tabla N° 32, se pierden hasta 43,83 minutos de producción por ropero por distracciones con otras actividades. Este tiempo perdido tiene como efecto una

pérdida de rentabilidad de 75,54 soles por cada ropero producido, como se muestra en la Tabla N° 36.

Tabla N° 36: Estimación de pérdidas por otras actividades asignadas

Tiempo total en distracciones	43,83	min/ropero
	0,73	h/ropero
Costo de mano de obra	9,00	S/ / h
Costo del tiempo de mano de obra perdida en distracciones	6,57	S/ / ropero
% del tiempo perdido	8,11%	
Precio de venta del ropero	850,00	S/ / ropero
Ingresos por ventas no percibidos por tiempo de distracción	68,96	S/ / ropero
Rentabilidad no percibida por tiempos de distracción	75,54	S/ / ropero

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

c) Reprocesos

Como se observó en la Tabla N° 31, se pierden hasta 16,11 minutos de producción por ropero por concepto de reprocesos. Este tiempo perdido tiene como efecto una pérdida de rentabilidad de 27,76 soles por cada ropero producido, como se muestra en la Tabla N° 37.

Tabla N° 37: Estimación de pérdidas por reprocesos

Tiempo total en reprocesos	16,11	min/ropero
	0,27	h/ropero
Costo de mano de obra	9,00	S/ / h
Costo del tiempo de mano de obra perdida en reprocesos	2,42	S/ / ropero
% del tiempo perdido	2,98%	
Precio de venta del ropero	850,00	S/ / ropero
Ingresos por ventas no percibidos por tiempo de reproceso	25,35	S/ / ropero
Rentabilidad no percibida por tiempos de reproceso	27,76	S/ / ropero

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

d) Búsqueda de materiales

Como se observó en la Tabla N° 30, se pierden hasta 32,82 minutos de producción por ropero por concepto de búsquedas de material. Este tiempo perdido tiene como efecto una pérdida de rentabilidad de 56,56 soles por cada ropero producido, como se muestra en la Tabla N° 38.

Tabla N° 38: Estimación de pérdidas por búsquedas de material

Tiempo total en búsquedas	32,82	min/ropero
	0,55	h/ropero
Costo de mano de obra	9,00	S/ / h
Costo del tiempo de mano de obra perdida en búsquedas	4,92	S/ / ropero
% del tiempo perdido	6,08%	
Precio de venta del ropero	850,00	S/ / ropero
Ingresos por ventas no percibidos por tiempo de búsqueda	51,64	S/ / ropero
Rentabilidad no percibida por tiempos de búsqueda	56,56	S/ / ropero

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

e) Cruces en flujo de material

Como se observó en la Tabla N° 33, se pierden hasta 25,74 minutos de producción por ropero por concepto de transportes. Este tiempo perdido tiene como efecto una pérdida de rentabilidad de 44,36 soles por cada ropero producido, como se muestra en la Tabla N° 39.

Tabla N° 39: Estimación de pérdidas por transportes

Tiempo total en transportes	25,74	min/ropero
	0,43	h/ropero
Costo de mano de obra	9,00	S/ / h
Costo del tiempo de mano de obra perdida en transportes	3,86	S/ / ropero
% del tiempo perdido	4,76%	
Precio de venta del ropero	850,00	S/ / ropero
Ingresos por ventas no percibidos por tiempo de transporte	40,50	S/ / ropero
Rentabilidad no percibida por tiempos de transporte	44,36	S/ / ropero

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

f) Baja Eficiencia de Línea

Como se mencionó en la página 88, actualmente Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. presenta un bajo porcentaje en su eficiencia de línea de producción (74,99%) lo cual permite que se generan distintas áreas dedicadas a almacenar y acumular productos en proceso. Para evaluar si la propuesta de mejora reduce el área de acumulación de material se tomará en cuenta el siguiente indicador:

$$\Delta \text{Área de mat.} = \frac{\text{Área de mat. final} - \text{Área de mat. inicial}}{\text{Área de material acumulado inicial}}$$

3.3.4.3 Propuestas de Mejora:

a) Estandarización del método de producción – Estudio de Métodos

Se plantea la estandarización de las actividades del proceso productivo de muebles de melamina con la finalidad de reducir las actividades que no generan valor agregado en la producción mediante el Estudio de Métodos, teniendo como resultado el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procesos, etc. necesarios para fabricar un producto [7]. Esto se complementará mediante la implementación de tiempos estándar que incluyan los factores de calificación y los suplementos correspondientes, según los lineamientos del Sistema Westinghouse y la Organización Internacional del Trabajo, respectivamente.

b) Balance de Línea

Con la finalidad de reducir el área de material acumulado de productos en proceso y aumentar la eficiencia de la línea de producción, se realizará un balance de línea. Esta actividad tendrá como resultado igualar la carga de trabajo de los operarios, reducir el inventario de productos en proceso y determinar el número de estaciones de trabajo [12].

c) Redistribución de planta

Finalmente, para lograr un mayor aprovechamiento de las instalaciones de Fabricaciones Metálicas FAMETAL y reducir los cruces en los flujos de materiales y los tiempos de transporte; se realizará una redistribución de planta tomando en cuenta los requerimientos de superficie por máquina y estación de trabajo según el Método de Güerchet; y la interrelación entre áreas mediante el método de Systematic Layout Planning (SLP). Se considera esta actividad debido a que [10] menciona que, con esta herramienta, se facilitará la flexibilidad en los procesos y se minimizará la manipulación del material.

Un resumen de las metodologías a utilizar se muestra en la Tabla N° 40.

Tabla N° 40: Metodologías a utilizar

Objetivo	Metodología	Resultado
Reducir las actividades que no generan valor agregado	Estandarización del método de producción – Estudio de Métodos	Diseño, formulación y selección de los mejores métodos de trabajo.
Reducir el área de material acumulado de productos en proceso y aumentar la eficiencia de la línea de producción	Balance de Línea	Igualar la carga de trabajo de los operarios, reducir el inventario de productos en proceso
Reducir los cruces en los flujos de materiales y los tiempos de transporte	Redistribución de planta	Facilitar la flexibilidad en los procesos y minimizar la manipulación del material.

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.4 DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1 Desarrollo de Mejoras

3.4.1.1 Estandarización de métodos de trabajo

Conforme a lo presentado en el diagnóstico, se concluyó que uno de los factores que permiten la pérdida de rentabilidad en la elaboración de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. es la falta de métodos estandarizados de producción.

Como parte de las actividades para el diseño del método de trabajo, primero se determinará qué acciones se tomarán para reducir las actividades que no generan valor agregado. Estas actividades se muestran en la Tabla N° 41.

Tabla N° 41: Actividades para la reducción de tiempos

Actividad	Tiempo perdido (min)	Actividad para Reducción de Tiempo
Búsqueda de planchas de melamina	0,33	Eliminar actividades
Búsqueda de plancha de MDF	2,25	
Búsqueda de retazos	6,54	Procedimiento de cortado
Espera a despacho de insumos	7,90	Procedimiento de armado
Reproceso de piezas enchapadas	10,83	Procedimiento de enchapado, incluir actividad de inspección
Reproceso de piezas ranuradas	5,28	Procedimiento de ranurado, incluir actividad de inspección
Apoyo en descarga de planchas de melamina	21,93	Procedimiento de armado
Apoyo en corte de material para cliente particular	13,7	Procedimiento de armado
Apoyo en corte de material para cliente particular	8,2	Procedimiento de armado
Buscar espejo	2,36	Eliminar actividad

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Conforme a lo presentado en la tabla anterior, se presenta el desarrollo de dichas actividades para la reducción de tiempos:

a) Combinación de actividades de Transporte de Melamina y MDF y uso de carros de transporte

Esta propuesta se presenta con la finalidad de reducir el número de transportes y desplazamientos que realizan los operarios de tres a una, mediante el uso de un carro de transporte que tenga capacidad para las dos planchas de melamina y una plancha de MDF.

El carro propuesto se puede observar en la Figura N° 48, tiene una capacidad de carga de 400kg (hasta 6 planchas de melamina) y tiene medidas de 1200mm de largo por 600mm de ancho y 1500mm de alto. Se propone el modelo de la imagen debido a que su estructura forma dos compartimientos: uno de ellos entre las barras de 0,45m y 0,9m de altura que es de utilidad para el transporte de retazos de melamina o de MDF; y el otro, entre las barras de 0,9 y 1,35m de altura, de utilidad para el transporte de planchas completas de melamina o MDF.

Este modelo de transporte de planchas puede ser fabricado por la empresa en estudio a lo largo de un día de producción y se propone la elaboración de dos de estos

instrumentos con la finalidad de tener un reemplazo en caso de que un carro de transporte se descomponga o esté ocupado.

Figura N° 48: Propuesta de carro de transporte



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para la construcción de los carros de transporte propuestos, se necesitan los insumos mostrados en la Tabla N° 42, los cuales incluyen una plancha de melamina, 2 tubos electrosoldados circulares de media pulgada de diámetro, 12 ruedas y 6 horas-hombre.

Tabla N° 42: Insumos para fabricación de dos carros de transporte

Ítem	Cantidad
Melamina	1
Tubo electrosoldado circular 1/2"	2
Ruedas	12
Horas-hombre	6

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

De manera adicional, al momento de diseñar una nueva distribución de planta, se considerará la redistribución de los almacenes de melamina y MDF; de tal manera que se encuentren agrupados estos materiales por color, eliminando así los tiempos de búsquedas de material (melamina y MDF) que se pueden encontrar en la Tabla N° 41.

Con esta propuesta se eliminan los 2,58 minutos/ropero asignados a la búsqueda de material (melamina y MDF). Asimismo, se busca reducir los tiempos netos de transporte de material a la cuarta parte la suma de los tiempos originales de transporte de melamina y MDF, siendo este resultado:

$$\textit{Tiempo de transporte de planchas} = \frac{2,31 + 5,64}{4} \textit{ min/ropero}$$

$$\textit{Tiempo de transporte de planchas} = 2 \textit{ min/ropero}$$

b) Elaboración de Procedimiento de Cortado de Melamina y MDF

Esta propuesta se presenta con la finalidad de eliminar las actividades de búsqueda de retazos y de reducir el tiempo de cortado, el cual anteriormente era de 41,81 minutos para las dos planchas de melamina y de 7,16 minutos para la plancha de MDF, haciendo un total de 48,97 minutos entre ambas actividades.

Para la elaboración del procedimiento de cortado de melamina y MDF se tomarán en cuenta las siguientes tolerancias, basado en observaciones que se hicieron en el anterior método de trabajo:

- **Tiempo de corte:** Asignar 2 segundos por cada 50cm de corte.
- **Tiempo de limpieza y carga:** Asignar 5 segundos por cada corte para limpieza de la escuadradora con aire comprimido y carga de la siguiente pieza.
- **Tolerancia por tamaño:** Si, por lo menos un lado de la pieza a cortar mide más de un metro, asignar 6 segundos de tolerancia.
- **Tolerancia por calibración:** Si, para el siguiente corte a realizar se necesita calibrar la escuadradora, asignar 5 segundos para realizar la calibración.
- **Tolerancia por giro de piezas:** Si, para siguiente el corte a realizar se necesita cambiar la orientación de las piezas en la escuadradora, asignar 4 segundos de tolerancia para realizar el cambio.
- **Tolerancia por cambio de piezas:** Si la pieza siguiente a cortar es distinta a la pieza procesada, asignar 5 segundos de tolerancia para realizar el cambio.

- **Tolerancia por marcación:** Si la pieza cortada obtenida es una pieza final del ropero botiquín chico, asignar 5 segundos de tolerancia para marcarla con plumón según lo indicado en el procedimiento de cortado.

El resumen de estas tolerancias se puede visualizar en la Tabla N° 43

Tabla N° 43: Asignación de tiempos para las operaciones de cortado

Asignación de Tiempo	Segundos
Tiempo de Corte	2, por cada 50cm
Tiempo de Limpieza y Carga	5
Tolerancia por tamaño	6
Tolerancia por calibración	5
Tolerancia por giro de pieza	4
Tolerancia por cambio de pieza	5
Tolerancia por marcación	5

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para la elaboración del procedimiento de cortado se identificaron 81 cortes en total; 69 cortes para las dos planchas de melamina y 12 cortes para la plancha de MDF. Para cada uno de estos cortes se determinó la asignación de tiempo de operación conforme a lo indicado en las tolerancias de la Tabla N° 43. Estos tiempos designados por corte pueden visualizarse en la Tabla N° 44 a la Tabla N° 48.

Con la información de la Tabla N° 44 a la Tabla N° 48, se elaboró el Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF para la Elaboración del Ropero Botiquín Chico, el cual se presenta en la Figura N° 49 a la Figura N° 62.

Tabla N° 44: Asignación de tiempos por corte

N°	Operación	Plancha de Proc.	Medidas iniciales (mm x mm)	Calib. (mm)	Corte Largo o Ancho	Distancia de corte (mm)	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	T. de Corte	T. de Limp.	T. por tamaño	T. por calib.	T. por giro de pieza	T. por cambio de pieza	T. por marc.	T. de op. total (s)
1	Refilar	Plancha 1	2440 x 2140	2	Largo	2440	2440 x 2138		10	5	6	5	0	5	0	31
2	Refilar	Plancha 1	2440 x 2138	2	Ancho	2138	2438 x 2138		10	5	6	0	4	0	0	25
3	Corte	Plancha 1	2438 x 2138	500	Ancho	2138	1936 x 2138	500 x 2138	10	5	6	5	0	0	0	26
4	Corte	Plancha 1	1936 x 2138	500	Largo	2138	1434 x 2138	500 x 2138	10	5	6	0	4	0	0	25
5	Corte	Plancha 1	1434 x 2138	500	Largo	2138	932 x 2138	500 x 2138	10	5	6	0	0	0	0	21
6	Corte	Plancha 1	932 x 2138	495	Largo	2138	425 x 2138	495 x 2138	10	5	6	5	0	0	0	26
7	Corte	Plancha 1	425 x 2138	230	Largo	2138	193 x 2138	230 x 2138	10	5	6	5	0	0	0	26
8	Corte	Plancha 1	193 x 2138	180	Largo	2138	Desecho: 11 x 2138	180 x 2138	10	5	6	5	0	0	0	26
9	Refilar	Plancha 2	2440 x 2140	2	Largo	2440	2440 x 2138		10	5	6	5	0	5	0	31
10	Refilar	Plancha 2	2440 x 2138	2	Ancho	2138	2438 x 2138		10	5	6	0	4	0	0	25
11	Corte	Plancha 2	2438 x 2138	560	Ancho	2138	1876 x 2138	560 x 2138	10	5	6	5	0	0	0	26
12	Corte	Plancha 2	1876 x 2138	170	Largo	2138	1704 x 2138	170 x 2138	10	5	6	5	4	0	0	30
13	Corte	Plancha 2	1704 x 2138	170	Largo	2138	1532 x 2138	170 x 2138	10	5	6	0	0	0	0	21
14	Corte	Plancha 2	1532 x 2138	170	Largo	2138	1360 x 2138	170 x 2138	10	5	6	0	0	0	0	21
15	Corte	Plancha 2	1360 x 2138	100	Largo	2138	1258 x 2138	100 x 2138	10	5	6	5	0	0	0	26
16	Corte	Plancha 2	1258 x 2138	100	Largo	2138	Desperdicio: 1156 x 2138	100 x 2138	10	5	6	0	0	0	0	21
17	Corte	Plancha 2	100 x 2138	482	Ancho	100	Desperdicio: 100 x 1654	S1: 100 x 482	2	5	6	5	4	5	5	32
18	Corte	Plancha 2	100 x 2138	964	Ancho	100	100 x 1172	T1: 100 x 964	2	5	6	5	0	5	5	28
19	Corte	Plancha 2	100 x 1172	964	Ancho	100	Desperdicio: 100 x 206	T2: 100 x 964	2	5	6	0	0	0	5	18
20	Corte	Plancha 2	170 x 2138	450	Ancho	170	170 x 1686	O1: 170 x 450	2	5	6	5	0	5	5	28
21	Corte	Plancha 2	170 x 1686	450	Ancho	170	170 x 1234	O2: 170 x 450	2	5	6	0	0	0	5	18

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 45: Asignación de tiempos por corte (cont.)

N°	Operación	Plancha de Proc.	Medidas iniciales (mm x mm)	Calib. (mm)	Corte Largo o Ancho	Distancia de corte (mm)	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	T. de Corte	T. de Limp.	T. por tamaño	T. por calib.	T. por giro de pieza	T. por cambio de pieza	T. por marc.	T. de op. total (s)
22	Corte	Plancha 2	170 x 1234	450	Ancho	170	170 x 782	O3: 170 x 450	2	5	6	0	0	0	5	18
23	Corte	Plancha 2	170 x 782	450	Ancho	170	Desperdicio: 170 x 330	O4: 170 x 450	2	5	0	0	0	0	5	12
24	Corte	Plancha 2	170 x 2138	450	Ancho	170	170 x 1686	O5: 170 x 450	2	5	6	0	0	5	5	23
25	Corte	Plancha 2	170 x 1686	450	Ancho	170	170 x 1234	O6: 170 x 450	2	5	6	0	0	0	5	18
26	Corte	Plancha 2	170 x 1234	420	Ancho	170	170 x 812	M1: 170 x 420	2	5	6	5	0	0	5	23
27	Corte	Plancha 2	170 x 812	420	Ancho	170	Desperdicio: 170 x 390	M2: 170 x 420	2	5	0	0	0	0	5	12
28	Corte	Plancha 2	170 x 2138	420	Ancho	170	170 x 1716	M3: 170 x 420	2	5	6	0	0	5	5	23
29	Corte	Plancha 2	170 x 1716	420	Ancho	170	170 x 1294	M4: 170 x 420	2	5	6	0	0	0	5	18
30	Corte	Plancha 2	170 x 1294	420	Ancho	170	170 x 872	M5: 170 x 420	2	5	6	0	0	0	5	18
31	Corte	Plancha 2	170 x 872	420	Ancho	170	Desperdicio: 170 x 450	M6: 170 x 420	2	5	0	0	0	0	5	12
32	Corte	Plancha 2	560 x 2138	520	Ancho	560	560 x 1616	P: 560 x 520	4	5	6	5	0	5	5	30
33	Corte	Plancha 2	560 x 1616	510	Ancho	560	560 x 1104	Q: 560 x 510	4	5	6	5	0	0	5	25
34	Corte	Plancha 2	560 x 1104	500	Largo	1104	Desperdicio: 58 x 1104	500 x 1104	6	5	6	5	4	0	0	26
35	Corte	Plancha 2	500 x 1104	964	Ancho	500	500 x 138	R: 500 x 964	2	5	6	5	4	5	5	32
36	Corte	Plancha 2	500 x 138	482	Ancho	138	Desecho: 16 x 138	482 x 138	2	5	0	5	0	0	0	12

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 46: Asignación de tiempos por corte (cont.)

N°	Operación	Plancha de Proc.	Medidas iniciales (mm x mm)	Calib. (mm)	Corte Largo o Ancho	Distancia de corte (mm)	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	T. de Corte	T. de Limp.	T. por tamaño	T. por calib.	T. por giro de pieza	T. por cambio de pieza	T. por marc.	T. de op. total (s)
37	Corte	Plancha 2	482 x 138	100	Largo	482	Desecho: 482 x 36	S2: 482 x 100	2	5	0	5	4	5	5	26
38	Corte	Plancha 1	180 x 2138	630	Ancho	180	180 x 1506	F1: 180 x 630	2	5	6	5	0	5	5	28
39	Corte	Plancha 1	180 x 1506	630	Ancho	180	180 x 874	F2: 180 x 630	2	5	6	0	0	0	5	18
40	Corte	Plancha 1	180 x 874	164	Largo	874	Desecho: 14 x 874	164 x 874	4	5	0	5	4	0	0	18
41	Corte	Plancha 1	164 x 874	464	Ancho	164	Desperdicio: 164 x 408	G1: 164 x 464	2	5	0	5	4	5	5	26
42	Corte	Plancha 1	230 x 2138	510	Ancho	230	230 x 1626	E: 230 x 510	2	5	6	5	0	5	5	28
43	Corte	Plancha 1	230 x 1626	222	Largo	1626	Desecho: 6 x 1626	222 x 1626	8	5	6	5	4	0	0	28
44	Corte	Plancha 1	222 x 1626	499	Ancho	222	222 x 1125	H1: 222 x 499	2	5	6	5	4	5	5	32
45	Corte	Plancha 1	222 x 1125	499	Ancho	222	222 x 624	H2: 222 x 499	2	5	6	0	0	0	5	18
46	Corte	Plancha 1	222 x 624	499	Ancho	222	222 x 123	H3: 222 x 499	2	5	0	0	0	0	5	12
47	Corte	Plancha 1	495 x 2138	1226	Ancho	495	495 x 910	C: 495 x 1226	2	5	6	5	0	5	5	28
48	Corte	Plancha 1	495 x 910	40	Largo	910	453 x 910	40 x 910	4	5	0	5	4	0	0	18
49	Corte	Plancha 1	40 x 910	864	Ancho	40	Desecho: 40 x 44	L: 40 x 864	2	5	0	5	4	5	5	26
50	Corte	Plancha 1	453 x 910	447	Largo	910	Desecho: 4 x 910	447 x 910	4	5	0	5	0	5	0	19
51	Corte	Plancha 1	447 x 910	495	Ancho	447	447 x 413	K: 447 x 495	2	5	0	5	4	5	5	26
52	Corte	Plancha 1	447 x 413	420	Ancho	413	Desecho: 25 x 413	420 x 413	2	5	0	5	0	0	0	12

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 47: Asignación de tiempos por corte (cont.)

N°	Operación	Plancha de Proc.	Medidas iniciales (mm x mm)	Calib. (mm)	Corte Largo o Ancho	Distancia de corte (mm)	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	T. de Corte	T. de Limp.	T. por tamaño	T. por calib.	T. por giro de pieza	T. por cambio de pieza	T. por marc.	T. de op. total (s)
53	Corte	Plancha 1	420 x 413	170	Largo	420	420 x 241	M7: 420 x 170	2	5	0	5	4	5	5	26
54	Corte	Plancha 1	420 x 241	170	Largo	420	Desecho: 420 x 69	M8: 420 x 170	2	5	0	0	0	0	5	12
55	Corte	Plancha 1	500 x 2138	1000	Ancho	500	500 x 1136	D: 500 x 1000	2	5	6	5	0	5	5	28
56	Corte	Plancha 1	500 x 1136	464	Largo	1136	Desecho: 34 x 1136	464 x 1136	6	5	6	5	4	0	0	26
57	Corte	Plancha 1	464 x 1136	486	Ancho	464	464 x 648	I: 464 x 486	2	5	6	5	4	5	5	32
58	Corte	Plancha 1	464 x 648	447	Largo	648	Desecho: 15 x 648	447 x 648	4	5	0	5	4	0	0	18
59	Corte	Plancha 1	447 x 648	496	Ancho	447	Desperdicio: 447 x 150	J: 447 x 496	2	5	0	5	4	5	5	26
60	Corte	Plancha 1	500 x 2138	1662	Ancho	500	500 x 474	B: 500 x 1662	2	5	6	5	0	5	5	28
61	Refilar	Plancha 1	500 x 474	1	Ancho	474	499 x 474		2	5	0	5	0	0	0	12
62	Corte	Plancha 1	499 x 474	222	Largo	499	499 x 250	H4: 499 x 222	2	5	0	5	4	0	5	21
63	Corte	Plancha 1	499 x 250	450	Ancho	250	Desecho: 47 x 250	450 x 250	2	5	0	5	4	0	0	16
64	Corte	Plancha 1	450 x 250	80	Largo	450	450 x 168	N1: 450 x 80	2	5	0	5	4	5	5	26
65	Corte	Plancha 1	450 x 168	80	Largo	450	Desecho: 450 x 86	N2: 450 x 80	2	5	0	0	0	0	5	12
66	Corte	Plancha 1	500 x 2138	1780	Ancho	500	500 x 356	A: 500 x 1780	2	5	6	5	0	5	5	28
67	Corte	Plancha 1	500 x 356	450	Ancho	356	Desecho: 48 x 356	450 x 356	2	5	0	5	0	0	0	12
68	Corte	Plancha 1	450 x 356	170	Largo	450	450 x 184	O7: 450 x 170	2	5	0	5	4	5	5	26


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 48: Asignación de tiempos por corte (cont.)

N°	Operación	Plancha de Proc.	Medidas iniciales (mm x mm)	Calib. (mm)	Corte Largo o Ancho	Distancia de corte (mm)	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	T. de Corte	T. de Limp.	T. por tamaño	T. por calib.	T. por giro de pieza	T. por cambio de pieza	T. por marc.	T. de op. total (s)
69	Corte	Plancha 1	450 x 184	170	Largo	450	Desecho: 450 x 12	O8: 450 x 170	2	5	0	0	0	0	5	12
70	Refilar	Plancha MDF	2440 x 1830	2	Largo	2440	2440 x 1828		10	5	6	5	0	5	0	31
71	Refilar	Plancha MDF	2440 x 1828	2	Ancho	1828	2438 x 1828		8	5	6	0	4	0	0	23
72	Corte	Plancha MDF	2438 x 1828	492	Ancho	1828	1944 x 1828	492 x 1828	8	5	6	5	0	0	0	24
73	Corte	Plancha MDF	1944 x 1828	474	Ancho	1828	1468 x 1828	474 x 1828	8	5	6	5	0	0	0	24
74	Corte	Plancha MDF	1468 x 1828	430	Largo	1828	Desperdicio: 1036 x 1828	430 x 1828	8	5	6	5	4	0	0	28
75	Corte	Plancha MDF	430 x 1828	424	Ancho	430	430 x 1402	U1: 430 x 424	2	5	6	5	4	5	0	27
76	Corte	Plancha MDF	430 x 1402	424	Ancho	430	430 x 976	U2: 430 x 424	2	5	6	0	0	0	0	13
77	Corte	Plancha MDF	430 x 976	424	Ancho	430	430 x 550	U3: 430 x 424	2	5	0	0	0	0	5	12
78	Corte	Plancha MDF	430 x 550	424	Ancho	430	Desecho: 430 x 124	U4: 430 x 424	2	5	0	0	0	0	0	7
79	Corte	Plancha MDF	474 x 1828	892	Ancho	474	474 x 934	V: 474 x 892	2	5	6	5	0	5	0	23
80	Corte	Plancha MDF	474 x 934	640	Ancho	474	Desecho: 474 x 292	W: 474 x 640	2	5	0	5	0	0	0	12
81	Corte	Plancha MDF	492 x 1828	1672	Ancho	492	Desecho: 492 x 154	X: 492 x 1672	2	5	6	5	0	5	0	23

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 49: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-001	VERSIÓN: 01	PÁGINA 1 de 14
	PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

- 1. Objetivo**


Cortar las planchas de melamina y MDF para la producción del Ropero Botiquín Chico en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.
- 2. Alcance**

El instructivo abarca desde la carga de la primera plancha de melamina hasta la carga de las piezas al carro de transporte.
- 3. Definiciones**
 - ✓ **Ropero Botiquín Chico:** Ropero formado por dos estructuras principales: la izquierda incluye una barra para colgadores en la parte superior y un espacio para colocar zapatos en la parte inferior; la estructura derecha incluye un pequeño espacio para colocar accesorios y 4 cajones en la parte inferior. Los espejos son cortados con la forma que indique el cliente.
 - ✓ **Melamina:** Tablero conglomerado de partículas de densidad media, adheridas mediante un proceso de prensado continuo
 - ✓ **MDF:** Tablero hecho a partir de fibras de madera y resinas adhesivas mediante un proceso de alta presión y temperatura.
 - ✓ **Escuadradora:** También llamada cortadora, es una máquina utilizada para realizar cortes o ranuras rectas mediante una sierra circular.
 - ✓ **Refilar:** Acción de remover una capa fina (1mm o 2mm) de los bordes de una plancha de melamina o MDF.
 - ✓ **Cortado:** Acto de remover material de la plancha de melamina o MDF con la finalidad de obtener 2 piezas distintas.
- 4. Referencia**

- Ninguna

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 50: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-001	VERSIÓN: 01	PÁGINA 2 de 14
	PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

5. Responsable

- Operario de Escuadradora.

6. Desarrollo

Antes de comenzar la operación, se debe verificar que:


- Se tienen dos planchas de melamina y una plancha de MDF cerca de la escuadradora y listas para ser cortadas.
- La escuadradora está limpia y operativa.
- Los dos operarios de la escuadradora tienen puestos los Equipos de Protección Personal en óptimas condiciones para realizar la operación: orejeras, lentes y guantes anticorte.

Para realizar el corte de las planchas de melamina y MDF para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se deben realizar las siguientes actividades:

- Calibrar la escuadradora a la distancia asignada de corte o refilado. (Operario B)
- Cargar la pieza a cortar o refilar. (Operario A)
- Realizar la operación de corte o refilado. (Operario A)
- Si el corte obtenido es una pieza final del Ropero Botiquín Chico, realizar marcaciones con plumón, según corresponda. Ver en la Tabla N°1 los tipos de marcas a realizar. (Operario B)
- Colocar las piezas finales del Ropero en el carro de transporte. (Operario A)
- Retirar virutas y polvo de la escuadradora con aire comprimido. (Operario B)

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 51: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-001

VERSIÓN: 01

PÁGINA 3 de 14

PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

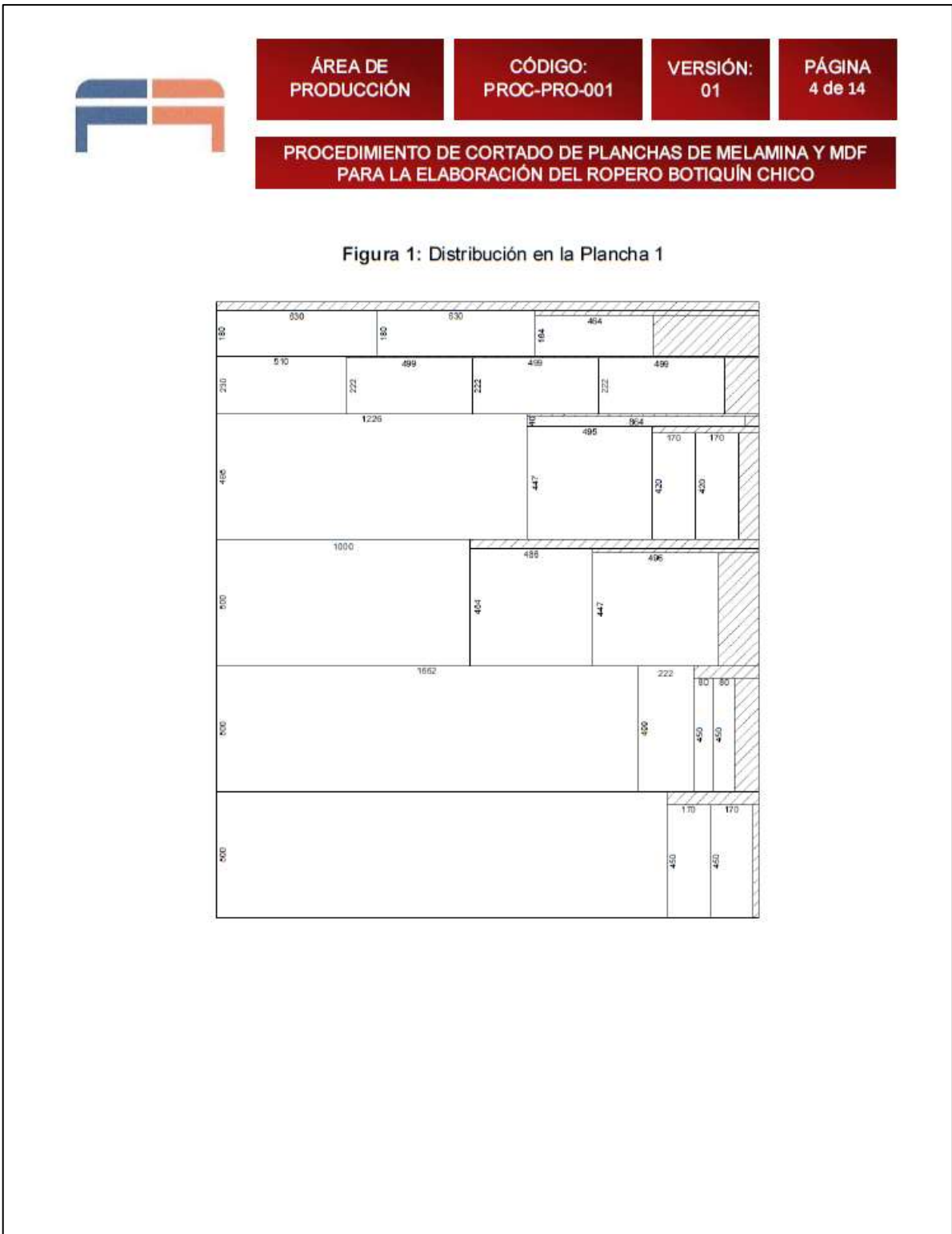
Tabla N°1: Marcas a realizar

Indicación	Ejemplo
Identificar la pieza con el código correspondiente	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> A </div>
Identificar los lados que posteriormente serán enchapados, con líneas continuas	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> — </div>
Identificar los lados que posteriormente serán ranurados, con líneas entrecortadas. Agregar una "B", si la ranura es en el borde.	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> - - </div>
Ejemplo de una pieza con código "A" que debe ser enchapada en un largo y un ancho y ranurada en el largo que ha sido enchapado	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> A - - </div>

En la Figura N°1, N°2 y N°3 se muestra la distribución de las piezas en los tableros de melamina y MDF, como guía para la realización de los cortes.

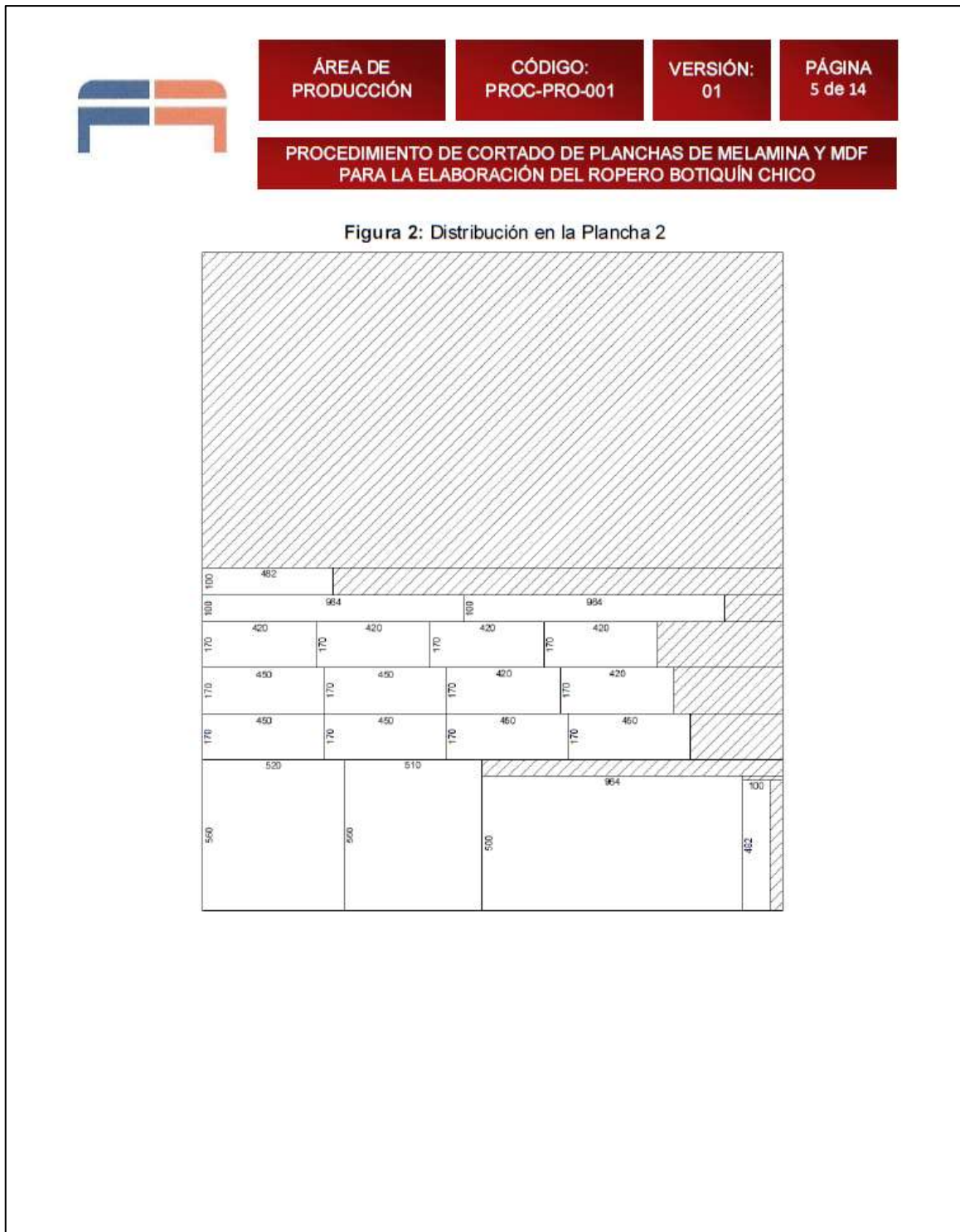
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 52: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



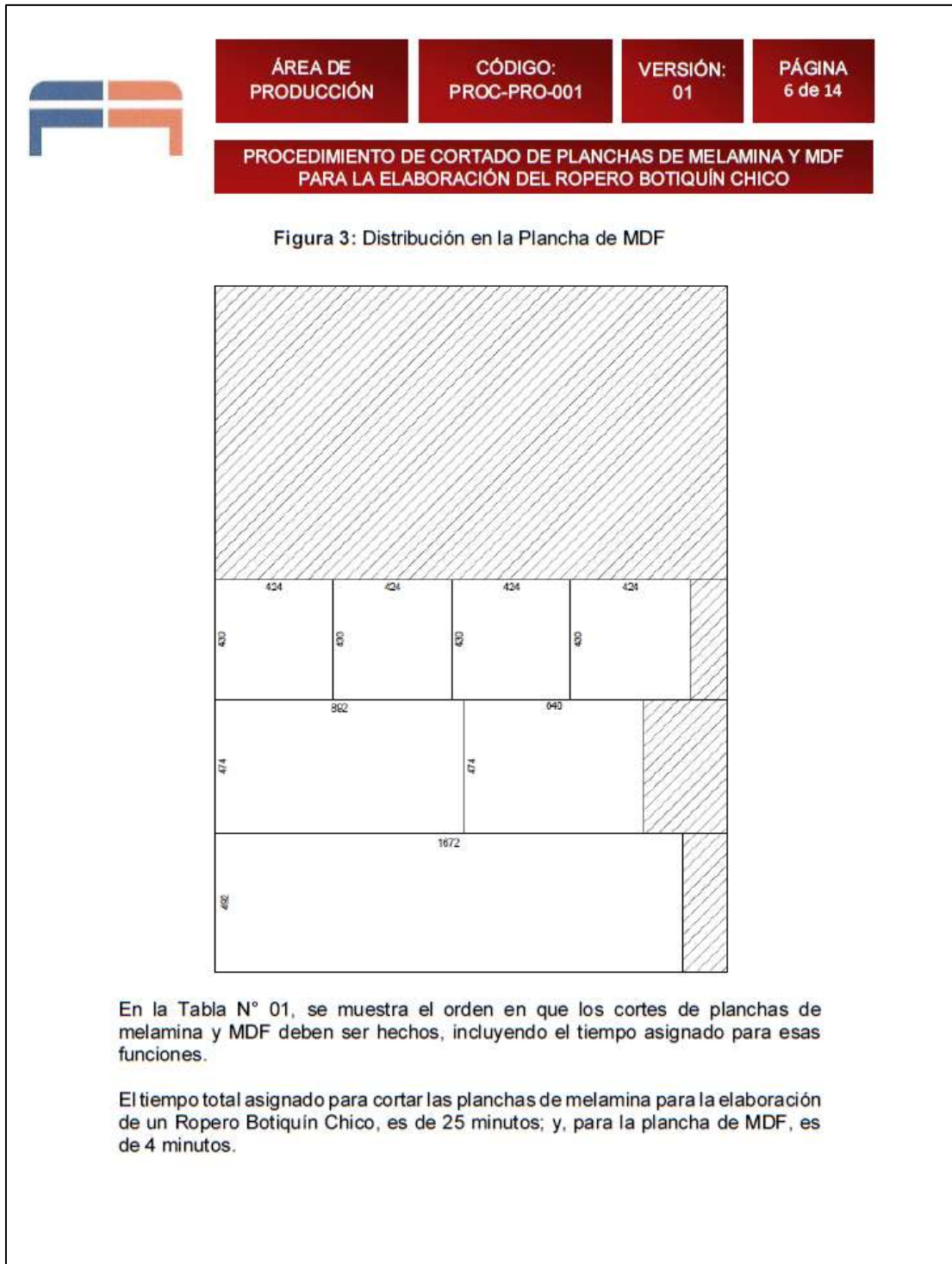
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 53: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 54: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 55: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



ÁREA DE
PRODUCCIÓN

CÓDIGO:
PROC-PRO-001

VERSIÓN:
01

PÁGINA
7 de 14


**PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF
PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO**

Tabla 1: Cortes de planchas para la elaboración de Ropero Botiquín Chico

N°	Operación	Plancha de Procedencia	Medidas iniciales (mm x mm)	Calibración (mm)	Corte Largo o Ancho	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	Marca de tapacanto	Marca de Ranurado	Tiempo de operación (s)
1	Refilar	Plancha 1	2440 x 2140	2	Largo	2440 x 2138				31
2	Refilar	Plancha 1	2440 x 2138	2	Ancho	2438 x 2138				25
3	Corte	Plancha 1	2438 x 2138	500	Ancho	1936 x 2138	500 x 2138			26
4	Corte	Plancha 1	1936 x 2138	500	Largo	1434 x 2138	500 x 2138			25
5	Corte	Plancha 1	1434 x 2138	500	Largo	932 x 2138	500 x 2138			21
6	Corte	Plancha 1	932 x 2138	495	Largo	425 x 2138	495 x 2138			26
7	Corte	Plancha 1	425 x 2138	230	Largo	193 x 2138	230 x 2138			26
8	Corte	Plancha 1	193 x 2138	180	Largo	Desecho: 11 x 2138	180 x 2138			26
9	Refilar	Plancha 2	2440 x 2140	2	Largo	2440 x 2138				31
10	Refilar	Plancha 2	2440 x 2138	2	Ancho	2438 x 2138				25
11	Corte	Plancha 2	2438 x 2138	560	Ancho	1876 x 2138	560 x 2138			26
12	Corte	Plancha 2	1876 x 2138	170	Largo	1704 x 2138	170 x 2138			30
13	Corte	Plancha 2	1704 x 2138	170	Largo	1532 x 2138	170 x 2138			21

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 56: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-001

VERSIÓN: 01


PÁGINA 8 de 14

PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

14	Corte	Plancha 2	1532 x 2138	170	Largo	1360 x 2138	170 x 2138			21
15	Corte	Plancha 2	1360 x 2138	100	Largo	1258 x 2138	100 x 2138			26
16	Corte	Plancha 2	1258 x 2138	100	Largo	Desperdicio: 1156 x 2138	100 x 2138			21
17	Corte	Plancha 2	100 x 2138	482	Ancho	Desperdicio: 100 x 1654	Pieza S1: 100 x 482	2 Largos	Borde Largo	28
18	Corte	Plancha 2	100 x 2138	964	Ancho	100 x 1172	Pieza T1: 100 x 964			28
19	Corte	Plancha 2	100 x 1172	964	Ancho	Desperdicio: 100 x 206	Pieza T2: 100 x 964			18
20	Corte	Plancha 2	170 x 2138	450	Ancho	170 x 1686	Pieza O1: 170 x 450	2 Largos 2 Anchos	Largo	28
21	Corte	Plancha 2	170 x 1686	450	Ancho	170 x 1234	Pieza O2: 170 x 450	2 Largos 2 Anchos	Largo	18
22	Corte	Plancha 2	170 x 1234	450	Ancho	170 x 782	Pieza O3: 170 x 450	2 Largos 2 Anchos	Largo	18
23	Corte	Plancha 2	170 x 782	450	Ancho	Desperdicio: 170 x 330	Pieza O4: 170 x 450	2 Largos 2 Anchos	Largo	12
24	Corte	Plancha 2	170 x 2138	450	Ancho	170 x 1686	Pieza O5: 170 x 450	2 Largos 2 Anchos	Largo	23
25	Corte	Plancha 2	170 x 1686	450	Ancho	170 x 1234	Pieza O6: 170 x 450	2 Largos 2 Anchos	Largo	18

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 57: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-001

VERSIÓN: 01

PÁGINA 9 de 14

PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

26	Corte	Plancha 2	170 x 1234	420	Ancho	170 x 812	Pieza M1: 170 x 420	2 Largos	Largo	23
27	Corte	Plancha 2	170 x 812	420	Ancho	Desperdicio: 170 x 390	Pieza M2: 170 x 420	2 Largos	Largo	12
28	Corte	Plancha 2	170 x 2138	420	Ancho	170 x 1716	Pieza M3: 170 x 420	2 Largos	Largo	23
29	Corte	Plancha 2	170 x 1716	420	Ancho	170 x 1294	Pieza M4: 170 x 420	2 Largos	Largo	18
30	Corte	Plancha 2	170 x 1294	420	Ancho	170 x 872	Pieza M5: 170 x 420	2 Largos	Largo	18
31	Corte	Plancha 2	170 x 872	420	Ancho	Desperdicio: 170 x 450	Pieza M6: 170 x 420	2 Largos	Largo	12
32	Corte	Plancha 2	560 x 2138	520	Ancho	560 x 1616	Pieza P: 560 x 520	2 Largos 2 Anchos		30
33	Corte	Plancha 2	560 x 1616	510	Ancho	560 x 1104	Pieza Q: 560 x 510	2 Largos 2 Anchos	Ancho	25
34	Corte	Plancha 2	560 x 1104	500	Largo	Desperdicio: 58 x 1104	500 x 1104			26
35	Corte	Plancha 2	500 x 1104	964	Ancho	500 x 138	Pieza R: 500 x 964	2 Largos	Largo	28
36	Corte	Plancha 2	500 x 138	482	Ancho	Desecho: 16 x 138	482 x 138			12
37	Corte	Plancha 2	482 x 138	100	Largo	Desecho: 482 x 36	Pieza S2: 482 x 100	2 Largos	Borde Largo	22


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 58: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)

		ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-001		VERSIÓN: 01		PÁGINA 10 de 14		
PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO										
38	Corte	Plancha 1	180 x 2138	630	Ancho	180 x 1506	Pieza F1: 180 x 630	2 Largos	Largo	28
39	Corte	Plancha 1	180 x 1506	630	Ancho	180 x 874	Pieza F2: 180 x 630	2 Largos	Largo	18
40	Corte	Plancha 1	180 x 874	164	Largo	Desecho: 14 x 874	164 x 874			18
41	Corte	Plancha 1	164 x 874	464	Ancho	Desperdicio: 164 x 408	Pieza G1: 164 x 464	2 Largos		22
42	Corte	Plancha 1	230 x 2138	510	Ancho	230 x 1626	Pieza E: 230 x 510	2 Largos 2 Anchos	Largo	28
43	Corte	Plancha 1	230 x 1626	222	Largo	Desecho: 6 x 1626	222 x 1626			28
44	Corte	Plancha 1	222 x 1626	499	Ancho	222 x 1125	Pieza H1: 222 x 499	2 Largos 2 Anchos		28
45	Corte	Plancha 1	222 x 1125	499	Ancho	222 x 624	Pieza H2: 222 x 499	2 Largos 2 Anchos		18
46	Corte	Plancha 1	222 x 624	499	Ancho	222 x 123	Pieza H3: 222 x 499	2 Largos 2 Anchos		12
47	Corte	Plancha 1	495 x 2138	1226	Ancho	495 x 910	Pieza C: 495 x 1226	2 Largos 2 Anchos		28
48	Corte	Plancha 1	495 x 910	40	Largo	453 x 910	40 x 910			18
49	Corte	Plancha 1	40 x 910	864	Ancho	Desecho: 40 x 44	Pieza L: 40 x 864	2 Largos		22
50	Corte	Plancha 1	453 x 910	447	Largo	Desecho: 4 x 910	447 x 910			19


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 59: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)

		ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-001		VERSIÓN: 01		PÁGINA 11 de 14		
		PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO								
51	Corte	Plancha 1	447 x 910	495	Ancho	447 x 413	Pieza K: 447 x 495	2 Largos 2 Anchos		22
52	Corte	Plancha 1	447 x 413	420	Ancho	Desecho: 25 x 413	420 x 413			12
53	Corte	Plancha 1	420 x 413	170	Largo	420 x 241	Pieza M7: 420 x 170	2 Largos	Largo	22
54	Corte	Plancha 1	420 x 241	170	Largo	Desecho: 420 x 69	Pieza M8: 420 x 170	2 Largos	Largo	12
55	Corte	Plancha 1	500 x 2138	1000	Ancho	500 x 1136	Pieza D: 500 x 1000	2 Largos	Largo	28
56	Corte	Plancha 1	500 x 1136	464	Largo	Desecho: 34 x 1136	464 x 1136			26
57	Corte	Plancha 1	464 x 1136	486	Ancho	464 x 648	Pieza I: 464 x 486	2 Anchos		28
58	Corte	Plancha 1	464 x 648	447	Largo	Desecho: 15 x 648	447 x 648			18
59	Corte	Plancha 1	447 x 648	496	Ancho	Desperdicio: 447 x 150	Pieza J: 447 x 496	2 Largos 2 Anchos		22
60	Corte	Plancha 1	500 x 2138	1662	Ancho	500 x 474	Pieza B: 500 x 1662	2 Largos	Largo	28
61	Refilar	Plancha 1	500 x 474	1	Ancho	499 x 474				12
62	Corte	Plancha 1	499 x 474	222	Largo	499 x 250	Pieza H4: 499 x 222	2 Largos 2 Anchos		21
63	Corte	Plancha 1	499 x 250	450	Ancho	Desecho: 47 x 250	450 x 250			16


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 60: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)

		ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-001		VERSIÓN: 01		PÁGINA 12 de 14		
		PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO								
64	Corte	Plancha 1	450 x 250	80	Largo	450 x 168	Pieza N1: 450 x 80	2 Largos		22
65	Corte	Plancha 1	450 x 168	80	Largo	Desecho: 450 x 86	Pieza N2: 450 x 80	2 Largos		12
66	Corte	Plancha 1	500 x 2138	1780	Ancho	500 x 356	Pieza A: 500 x 1780	2 Largos	Largo	28
67	Corte	Plancha 1	500 x 356	450	Ancho	Desecho: 48 x 356	450 x 356			12
68	Corte	Plancha 1	450 x 356	170	Largo	450 x 184	Pieza O7: 450 x 170	2 Largos 2 Anchos	Largo	22
69	Corte	Plancha 1	450 x 184	170	Largo	Desecho: 450 x 12	Pieza O8: 450 x 170	2 Largos 2 Anchos	Largo	12
70	Refilar	Plancha MDF	2440 x 1830	2	Largo	2440	2440 x 1828		31	70
71	Refilar	Plancha MDF	2440 x 1828	2	Ancho	1828	2438 x 1828		23	71
72	Corte	Plancha MDF	2438 x 1828	492	Ancho	1828	1944 x 1828	492 x 1828	24	72
73	Corte	Plancha MDF	1944 x 1828	474	Ancho	1828	1468 x 1828	474 x 1828	24	73
74	Corte	Plancha MDF	1468 x 1828	430	Largo	1828	Desperdicio: 1036 x 1828	430 x 1828	28	74
75	Corte	Plancha MDF	430 x 1828	424	Ancho	430	430 x 1402	Pieza U1: 430 x 424	23	75

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 61: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)




ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-001	VERSIÓN: 01	PÁGINA 13 de 14
PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

76	Corte	Plancha MDF	430 x 1402	424	Ancho	430	430 x 976	Pieza U2: 430 x 424	13	76
77	Corte	Plancha MDF	430 x 976	424	Ancho	430	430 x 550	Pieza U3: 430 x 424	12	77
78	Corte	Plancha MDF	430 x 550	424	Ancho	430	Desecho: 430 x 124	Pieza U4: 430 x 424	7	78
79	Corte	Plancha MDF	474 x 1828	892	Ancho	474	474 x 934	Pieza V: 474 x 892	23	79
80	Corte	Plancha MDF	474 x 934	640	Ancho	474	Desecho: 474 x 292	Pieza W: 474 x 640	12	80
81	Corte	Plancha MDF	492 x 1828	1672	Ancho	492	Desecho: 492 x 154	Pieza X: 492 x 1672	23	81

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 62: Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-001	VERSIÓN: 01	PÁGINA 14 de 14
--------------------	----------------------	-------------	-----------------

PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE MELAMINA Y MDF PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

6.- Formatos y Registros

Ninguno

7.- Anexos:

Ninguno

Identificación y Control de Cambios			
Código:	PROC-PRO-001	Última Revisión:	10/2018
Fecha de Elaboración:	10/2018	Fecha de Actualización	10/2019

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Finalmente, luego de elaborar el Procedimiento de Cortado de Planchas de Melamina y MDF para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se presenta el resumen de la secuencia de actividades mediante un cursograma analítico (Figura N° 63)

Figura N° 63: Cursograma Analítico Propuesto para la operación de Cortado

Cursograma Analítico				Operario / Material / Equipo							
Diagrama núm. 1 de 5		Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
<i>Ropero Botiquín Chico</i>				Operación		7					
Actividad:				Transporte		0					
<i>Cortado de las planchas de melamina y MDF que serán parte del ropero botiquín chico.</i>				Retrasos		0					
Método: Actual / Propuesto				Inspección		0					
Lugar:				Almacenamiento		0					
<i>Área de escuadradoras.</i>				Distancia (metros)		0					
Operario(s):				Tiempo (min)		30,00					
Ficha núm.		Fecha:		Costo							
<i>Operación 1</i>		<i>Mar-18</i>		Mano de Obra							
Compuesto: <i>L. Morocho Incio</i>		Fecha: <i>Mar-18</i>		Material							
Aprobado por:		Fecha:		Total							
Descripción de los elementos			Can-tidad	Dist-ancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones	
Refilar Plancha 1					1,00	●	⇨	D	□	▽	
Cortar Plancha 1					2,50	●	⇨	D	□	▽	
Refilar Plancha 2					1,00	●	⇨	D	□	▽	
Cortar Plancha 2					9,50	●	⇨	D	□	▽	
Cortar Plancha 1					11,00	●	⇨	D	□	▽	
Refilar Plancha MDF					1,00	●	⇨	D	□	▽	
Cortar Plancha MDF					4,00	●	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
Total			0	0	30,00	7	0	0	0	0	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En el cursograma analítico propuesto para el proceso del cortado (Figura N° 63) se muestra que el tiempo de operación para esta etapa es de 30 minutos en total; el cual es menor a la suma de 41,81 minutos designados para el corte de las dos planchas de melamina y 7,16 minutos designados para el corte de la plancha de MDF del método anterior, esto representa una reducción de 38,74% en el tiempo de la operación de cortado.

$$\text{Variación del tiempo de cortado} = \frac{30' - (41,81' + 7,16')}{41,81' + 7,16'}$$

$$\text{Variación del tiempo de cortado} = -38,74\%$$

c) Elaboración de Procedimiento de Enchapado

Esta propuesta se presenta con la finalidad de eliminar las actividades de reproceso de piezas enchapadas, que representan 10,83 minutos – como se menciona en la Tabla N° 41 - y de reducir el tiempo de enchapado, el cual anteriormente era de 26,00 minutos, haciendo un total de 36,83 minutos entre ambas actividades.

Para la elaboración del procedimiento de enchapado se tomarán en cuenta las siguientes tolerancias, basado en observaciones que se hicieron en el anterior método de trabajo, y la inclusión de una actividad de inspección para evitar los reprocesos que interrumpen el proceso de armado del ropero botiquín chico.

- **Tiempo de carga:** Asignar 2 segundos al momento de cargar el material a la enchapadora.
- **Tiempo de procesamiento:** Asignar proporcionalmente tiempo de carga según la longitud del borde a enchapar. Referencia: 10 segundos por metro de enchapado.
- **Tiempo de inspección:** Asignar 3 segundos después del enchapado de cada borde para realizar inspección de conformidad.
- **Tiempo de retorno:** Asignar 2 segundos por cada pieza que tenga bordes pendientes de enchapar para regresarla a posición de carga.

El resumen de estas tolerancias se puede visualizar en la Tabla N° 49.

Tabla N° 49: Asignación de tiempos para las operaciones de enchapado


Asignación de tiempo	Segundos
Tiempo de carga	2
Tiempo de procesamiento	10, por cada metro
Tiempo de inspección	3
Tiempo de retorno	2

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para la elaboración del procedimiento de enchapado se identificaron 116 cargas de piezas de melamina en total. Para cada una de estas cargas a la enchapadora se determinó la asignación de tiempo de operación conforme a lo indicado en las tolerancias de la Tabla N° 49.

El orden de enchapado de las piezas de melamina y el tiempo designado para cada uno se muestra en el Procedimiento de Enchapado de Piezas de Melamina para la Elaboración del Ropero Botiquín Chico, el cual se muestra de la Figura N° 64 a la Figura N° 69.

Figura N° 64: Procedimiento de Enchapado

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-002	VERSIÓN: 01	PÁGINA 1 de 6
	PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO


- Objetivo**

Adherir tapacanto a las piezas de melamina para la producción del Ropero Botiquín Chico en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.
- Alcance**

El instructivo abarca desde la carga de las piezas de melamina hasta la carga de las piezas enchapadas al carro de transporte.
- Definiciones**
 - ✓ **Ropero Botiquín Chico:** Ropero formado por dos estructuras principales: la izquierda incluye una barra para colgadores en la parte superior y un espacio para colocar zapatos en la parte inferior; la estructura derecha incluye un pequeño espacio para colocar accesorios y 4 cajones en la parte inferior. Los espejos son cortados con la forma que indique el cliente.
 - ✓ **Piezas de Melamina:** Piezas cortadas de un tablero conglomerado de partículas de densidad media, adheridas mediante un proceso de prensado continuo
 - ✓ **Enchapadora:** También llamada "canteadora", máquina utilizada para para adherir tapacanto en los bordes rectos de las piezas de melamina.
 - ✓ **Tapacanto:** Son tiras que cubren los bordes de los tableros para proporcionarles estética y protección por el uso.
 - ✓ **Enchapado:** Acción de adherir tapacanto en los bordes rectos de una pieza de melamina.
- Referencia**
 - Ninguna
- Responsable**
 - Operario de Enchapadora.

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C

Figura N° 65: Procedimiento de Enchapado (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO:
PROC-PRO-002

VERSIÓN:
01

PÁGINA
2 de 6

PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

6. Desarrollo

Antes de comenzar la operación, se debe inspeccionar que:

- Las piezas de melamina están cerca de la canteadora y listas para ser enchapadas.
- La enchapadora está limpia y operativa.
- Se tienen puestos los Equipos de Protección Personal en óptimas condiciones para realizar la operación: orejeras, lentes y guantes anticorte.

Para realizar el enchapado de las piezas de melamina para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se deben realizar las siguientes actividades:

- Verificar que la máquina está apagada para realizar la carga de tapacanto.
- Cargar el tapacanto a la máquina y verificar que sea suficiente para el ropero a producir (2 minutos).
- Encender la enchapadora y programar el tipo de tapacanto y la velocidad de la faja de transporte (lento para tapacanto grueso y rápido para tapacanto delgado) (1 minuto).
- Ingresar las piezas de melamina a la enchapadora una por una.
- Recoger las piezas enchapadas, inspeccionar conformidad del enchapado y verificar que todos los lados designados estén enchapados.
- Si los lados designados para ser enchapados de la pieza aún no están completos, transportar la pieza al inicio de la máquina y procesar nuevamente; caso contrario, cargar al carro de transporte.

En la Tabla 1, se muestra el orden en que las piezas de melamina deben ser enchapadas, incluyendo el tiempo asignado para esas funciones.


El tiempo total asignado para enchapar las piezas de melamina para la elaboración de un Ropero Botiquín Chico, es de 22 minutos.

Tabla 1: Actividades de enchapado para el ropero botiquín chico

N°	Pieza	Medida 1	Medida 2	Marca de tapacanto	Tiempo de Carga	Tiempo de Procesamiento	Tiempo de Inspección	Tiempo de Retorno	Tiempo Total
1	Pieza S1	100	482	Largo	2	5	3	2	12
2	Pieza S2	482	100	Largo	2	5	3	2	12
3	Pieza L	40	864	Largo	2	9	3	2	16


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 66: Procedimiento de Enchapado (cont.)

		ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-002		VERSIÓN: 01		PÁGINA 3 de 6	
		PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO							
4	Pieza S1	100	482	Largo	2	5	3	0	10
5	Pieza S2	482	100	Largo	2	5	3	0	10
6	Pieza L	40	864	Largo	2	9	3	2	16
7	Pieza O1	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
8	Pieza O2	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
9	Pieza O3	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
10	Pieza O4	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
11	Pieza O1	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
12	Pieza O2	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
13	Pieza O3	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
14	Pieza O4	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
15	Pieza O1	170	450	Largo	2	5	3	2	12
16	Pieza O2	170	450	Largo	2	5	3	2	12
17	Pieza O3	170	450	Largo	2	5	3	2	12
18	Pieza O4	170	450	Largo	2	5	3	2	12
19	Pieza O1	170	450	Largo	2	5	3	0	10
20	Pieza O2	170	450	Largo	2	5	3	0	10
21	Pieza O3	170	450	Largo	2	5	3	0	10
22	Pieza O4	170	450	Largo	2	5	3	0	10
23	Pieza O5	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
24	Pieza O6	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
25	Pieza O7	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
26	Pieza O8	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
27	Pieza O5	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
28	Pieza O6	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
29	Pieza O7	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
30	Pieza O8	170	450	Ancho	2	2	3	2	9
31	Pieza O5	170	450	Largo	2	5	3	2	12
32	Pieza O6	170	450	Largo	2	5	3	2	12
33	Pieza O7	170	450	Largo	2	5	3	2	12
34	Pieza O8	170	450	Largo	2	5	3	2	12
35	Pieza O5	170	450	Largo	2	5	3	0	10
36	Pieza O6	170	450	Largo	2	5	3	0	10
37	Pieza O7	170	450	Largo	2	5	3	0	10
38	Pieza O8	170	450	Largo	2	5	3	0	10
39	Pieza M1	170	420	Largo	2	5	3	2	12
40	Pieza M2	170	420	Largo	2	5	3	2	12

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 67: Procedimiento de Enchapado (cont.)

		ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-002		VERSIÓN: 01		PÁGINA 4 de 6	
		PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO							
41	Pieza M3	170	420	Largo	2	5	3	2	12
42	Pieza M4	170	420	Largo	2	5	3	2	12
43	Pieza M1	170	420	Largo	2	5	3	0	10
44	Pieza M2	170	420	Largo	2	5	3	0	10
45	Pieza M3	170	420	Largo	2	5	3	0	10
46	Pieza M4	170	420	Largo	2	5	3	0	10
47	Pieza M5	170	420	Largo	2	5	3	2	12
48	Pieza M6	170	420	Largo	2	5	3	2	12
49	Pieza M7	170	420	Largo	2	5	3	2	12
50	Pieza M8	170	420	Largo	2	5	3	2	12
51	Pieza M5	170	420	Largo	2	5	3	0	10
52	Pieza M6	170	420	Largo	2	5	3	0	10
53	Pieza M7	170	420	Largo	2	5	3	0	10
54	Pieza M8	170	420	Largo	2	5	3	0	10
55	Pieza H1	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
56	Pieza H2	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
57	Pieza H3	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
58	Pieza H4	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
59	Pieza H1	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
60	Pieza H2	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
61	Pieza H3	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
62	Pieza H4	222	499	Ancho	2	3	3	2	10
63	Pieza H1	222	499	Largo	2	5	3	2	12
64	Pieza H2	222	499	Largo	2	5	3	2	12
65	Pieza H3	222	499	Largo	2	5	3	2	12
66	Pieza H4	222	499	Largo	2	5	3	2	12
67	Pieza H1	222	499	Largo	2	5	3	0	10
68	Pieza H2	222	499	Largo	2	5	3	0	10
69	Pieza H3	222	499	Largo	2	5	3	0	10
70	Pieza H4	222	499	Largo	2	5	3	0	10
71	Pieza P	560	520	Ancho	2	6	3	2	13
72	Pieza Q	560	510	Ancho	2	6	3	2	13
73	Pieza P	560	520	Ancho	2	6	3	2	13
74	Pieza Q	560	510	Ancho	2	6	3	2	13
75	Pieza P	560	520	Largo	2	6	3	2	13
76	Pieza Q	560	510	Largo	2	6	3	2	13
77	Pieza P	560	520	Largo	2	6	3	0	11


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 68: Procedimiento de Enchapado (cont.)

		ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-002		VERSIÓN: 01		PÁGINA 5 de 6	
PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO									
78	Pieza Q	560	510	Largo	2	6	3	0	11
79	Pieza F1	180	630	Largo	2	7	3	2	14
80	Pieza F2	180	630	Largo	2	7	3	2	14
81	Pieza F1	180	630	Largo	2	7	3	0	12
82	Pieza F2	180	630	Largo	2	7	3	0	12
83	Pieza R	500	964	Largo	2	10	3	2	17
84	Pieza G	164	464	Largo	2	5	3	2	12
85	Pieza R	500	964	Largo	2	10	3	0	15
86	Pieza G	164	464	Largo	2	5	3	0	10
87	Pieza E	230	510	Ancho	2	3	3	2	10
88	Pieza C	495	1226	Ancho	2	5	3	2	12
89	Pieza E	230	510	Ancho	2	3	3	2	10
90	Pieza C	495	1226	Ancho	2	5	3	2	12
91	Pieza E	230	510	Largo	2	6	3	2	13
92	Pieza C	495	1226	Largo	2	13	3	2	20
93	Pieza E	230	510	Largo	2	6	3	0	11
94	Pieza C	495	1226	Largo	2	13	3	0	18
95	Pieza J	447	496	Ancho	2	5	3	2	12
96	Pieza K	447	495	Ancho	2	5	3	2	12
97	Pieza J	447	496	Ancho	2	5	3	2	12
98	Pieza K	447	495	Ancho	2	5	3	2	12
99	Pieza J	447	496	Largo	2	5	3	2	12
100	Pieza K	447	495	Largo	2	5	3	2	12
101	Pieza J	447	496	Largo	2	5	3	0	10
102	Pieza K	447	495	Largo	2	5	3	0	10
103	Pieza L	40	864	Largo	2	9	3	2	16
104	Pieza D	500	1000	Largo	2	10	3	2	17
105	Pieza L	40	864	Largo	2	9	3	0	14
106	Pieza D	500	1000	Largo	2	10	3	0	15
107	Pieza I	464	486	Ancho	2	5	3	2	12
108	Pieza B	500	1662	Largo	2	17	3	2	24
109	Pieza I	464	486	Ancho	2	5	3	0	10
110	Pieza B	500	1662	Largo	2	17	3	0	22
111	Pieza N1	450	80	Largo	2	5	3	2	12
112	Pieza N2	450	80	Largo	2	5	3	2	12
113	Pieza N1	450	80	Largo	2	5	3	0	10
114	Pieza N2	450	80	Largo	2	5	3	0	10

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 69: Procedimiento de Enchapado (cont.)

	ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-002		VERSIÓN: 01		PÁGINA 6 de 6		
	PROCEDIMIENTO DE ENCHAPADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO								
115	Pieza A	500	1780	Largo	2	18	3	2	25
116	Pieza A	500	1780	Largo	2	18	3	0	23
6.- Formatos y Registros									
Ninguno									
7.- Anexos:									
Ninguno									
Identificación y Control de Cambios									
Código:	PROC-PRO-002	Última Revisión:	10/2018						
Fecha de Elaboración:	10/2018	Fecha de Actualización:	10/2019						

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

$$\text{Variación de tiempo en enchapado} = -3,84\%$$

d) Elaboración de Procedimiento de Ranurado

Esta propuesta se presenta con la finalidad de eliminar las actividades de reproceso de piezas ranuradas, que representan 5,28 minutos – como se menciona en la Tabla N° 41 - y de reducir el tiempo de ranurado, el cual anteriormente era de 16,53 minutos, haciendo un total de 21,81 minutos entre ambas actividades.

Para la elaboración del procedimiento de ranurado se tomarán en cuenta las siguientes tolerancias, basado en observaciones que se hicieron en el anterior método de trabajo, y la inclusión de una actividad de inspección para evitar los reprocesos que interrumpen el proceso de armado del ropero botiquín chico.

- **Tiempo de ranurado:** Asignar 2 segundos por cada 50cm de ranura.
- **Tiempo de limpieza y carga:** Asignar 5 segundos por cada ranura para limpieza de la escuadradora con aire comprimido y carga de la siguiente pieza.
- **Tolerancia por tamaño:** Si, por lo menos un lado de la pieza a ranurar mide más de un metro, asignar 6 segundos de tolerancia.
- **Tolerancia por cambio de piezas:** Si la pieza siguiente a ranurar es distinta a la pieza procesada, asignar 5 segundos de tolerancia para realizar el cambio.

El resumen de estas tolerancias se puede visualizar en la Tabla N° 50

Tabla N° 50: Asignación de tiempos para las operaciones de ranurado


Asignación de tiempo	Segundos
Tiempo de Ranurado	2
Tiempo de Limpieza y Carga	5
Tolerancia por tamaño	6
Tolerancia por cambio de pieza	5

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para la elaboración del procedimiento de ranurado se identificaron 27 ranuras a las piezas de melamina en total. Para cada una de estas ranuras se determinó la asignación de tiempo de operación conforme a lo indicado en las tolerancias de la Tabla N° 50.

El orden de ranurado de las piezas de melamina y el tiempo designado para cada uno se muestra en el Procedimiento de Ranurado de Piezas de Melamina para la Elaboración del Ropero Botiquín Chico, el cual se muestra de la Figura N° 71 a la Figura N° 73.

Figura N° 71: Procedimiento de Ranurado

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-003	VERSIÓN: 01	PÁGINA 1 de 3
	PROCEDIMIENTO DE RANURADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

PROCEDIMIENTO DE RANURADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

- Objetivo**

Ranurar algunas de las piezas de melamina para la producción del Ropero Botiquín Chico en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.
- Alcance**

El instructivo abarca desde la carga de la primera pieza de melamina a ranurar hasta la carga de las piezas ranuradas al carro de transporte.
- Definiciones**
 - ✓ **Ropero Botiquín Chico:** Ropero formado por dos estructuras principales: la izquierda incluye una barra para colgadores en la parte superior y un espacio para colocar zapatos en la parte inferior; la estructura derecha incluye un pequeño espacio para colocar accesorios y 4 cajones en la parte inferior. Los espejos son cortados con la forma que indique el cliente.
 - ✓ **Piezas de Melamina:** Piezas cortadas y enchapadas de un tablero conglomerado de partículas de densidad media, adheridas mediante un proceso de prensado continuo
 - ✓ **Escuadradora:** También llamada cortadora, es una máquina utilizada para realizar cortes o ranuras rectas mediante una sierra circular.
 - ✓ **Ranurado:** Acción de generar una ranura de 4mm de ancho y 6mm de profundidad a lo largo de uno de los bordes de una pieza de melamina.
- Referencia**
 - Ninguna
- Responsable**
 - Operario de Escuadradora.

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 72: Procedimiento de Ranurado (cont.)



ÁREA DE
PRODUCCIÓN

CÓDIGO:
PROC-PRO-003

VERSIÓN:
01

PÁGINA
2 de 3

PROCEDIMIENTO DE RANURADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

6. Desarrollo

Antes de comenzar la operación, se debe inspeccionar que:

- Las piezas enchapadas de melamina están cerca de la escuadradora y listas para ser ranuradas.
- La escuadradora está limpia, operativa y con el tipo de sierra designado para esta actividad.
- Se tienen puestos los Equipos de Protección Personal en óptimas condiciones para realizar la operación: orejeras, lentes y guantes anticorte.

Para realizar el ranurado de las piezas enchapadas de melamina para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se deben realizar las siguientes actividades:

- Verificar que la escuadradora tenga el tipo de sierra apropiado para esta actividad, calibrar la escuadradora para que la ranura se realice a 9mm del borde y tenga una profundidad de 6mm (4 minutos)
- Cargar la pieza a ranurar.
- Realizar la operación de ranurado.
- Colocar las piezas ranuradas en el carro de transporte.
- Retirar virutas y polvo de la escuadradora con aire comprimido.

En la Tabla 1, se muestra el orden en que las ranuras de las piezas de melamina deben ser hechas, incluyendo el tiempo asignado para esas funciones.


El tiempo total asignado para ranurar las piezas de melamina para la elaboración de un Ropero Botiquín Chico, es de 6 minutos.

Tabla 1: Actividades de ranurado para el ropero botiquín chico

N°	Pieza	Medidas	Marca de Ranurado	Tiempo de Ranurado	Tiempo de Limpieza y Carga	Tolerancia por tamaño	Tolerancia de cambio	Tiempo de operación TOTAL (s)
1	Pieza S1	100 x 482	Borde Largo	2	5	0	5	10
2	Pieza O1	170 x 450	Largo	2	5	0	5	10
3	Pieza O2	170 x 450	Largo	2	5	0	5	10
4	Pieza O3	170 x 450	Largo	2	5	0	5	10
5	Pieza O4	170 x 450	Largo	2	5	0	5	10
6	Pieza O5	170 x 450	Largo	2	5	0	5	10
7	Pieza O6	170 x 450	Largo	2	5	0	5	10
8	Pieza M1	170 x 420	Largo	2	5	0	5	10

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 73: Procedimiento de Ranurado (cont.)

	ÁREA DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO: PROC-PRO-003		VERSIÓN: 01		PÁGINA 3 de 3	
	PROCEDIMIENTO DE RANURADO DE PIEZAS DE MELAMINA PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO							
9	Pieza M2	170 x 420	Largo	2	5	0	5	10
10	Pieza M3	170 x 420	Largo	2	5	0	5	10
11	Pieza M4	170 x 420	Largo	2	5	0	5	10
12	Pieza M5	170 x 420	Largo	2	5	0	5	10
13	Pieza M6	170 x 420	Largo	2	5	0	5	10
14	Pieza Q	560 x 510	Ancho	2	5	0	5	10
15	Pieza R	500 x 964	Largo	4	5	0	5	10
16	Pieza S2	482 x 100	Borde Largo	2	5	0	5	10
17	Pieza F1	180 x 630	Largo	4	5	0	5	10
18	Pieza F2	180 x 630	Largo	4	5	0	5	10
19	Pieza E	230 x 510	Largo	4	5	0	5	10
20	Pieza M7	420 x 170	Largo	2	5	0	5	10
21	Pieza M8	420 x 170	Largo	2	5	0	5	10
22	Pieza D	500 x 1000	Largo	4	5	6	5	16
23	Pieza B	500 x 1662	Largo	8	5	6	5	16
24	Pieza A	500 x 1780	Largo	8	5	6	5	16
25	Pieza O7	450 x 170	Largo	2	5	0	5	10
26	Pieza O8	450 x 170	Largo	2	5	0	5	10
27	Pieza L	40 x 864	Largo	4	5	0	5	10

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

6.- Formatos y Registros

Ninguno

7.- Anexos:

Ninguno

Identificación y Control de Cambios			
Código:	PROC-PRO-003	Última Revisión:	10/2018
Fecha de Elaboración:	10/2018	Fecha de Actualización	10/2019

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Finalmente, luego de elaborar el Procedimiento de Ranurado de Piezas de Melamina para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se presenta el resumen de la secuencia de actividades mediante un cursograma analítico (Figura N° 74)

Figura N° 74: Cursograma Analítico Propuesto para la operación de Ranurado

Cursograma Analítico			Operario / Material / Equipo						
Diagrama núm. 3 de 5		Hoja núm. 1 de 1		Resumen					
Objeto:		Actividad		Actual		Propuesto	Economía		
<i>Ropero Botiquín Chico</i>		Operación				2			
Actividad:		Transporte				0			
<i>Ranurado de las piezas enchapadas de melamina que serán parte del ropero botiquín chico.</i>		Retrasos				0			
Método: Actual / Propuesto		Inspección				0			
Lugar:		Almacenamiento				0			
<i>Escuadradora industrial.</i>		Distancia (metros)				0			
Operario(s):		Tiempo (min)				11,00			
Ficha núm. <i>Operación 3</i>		Costo							
Fecha: <i>Mar-18</i>		Mano de Obra							
Aprobado por:		Material							
Fecha:		Total							
Descripción de los elementos		Can-tidad	Dist-ancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo			Observaciones	
Calibrar escuadradora				4,00	●	⇨	D	□	▽
Ranurar piezas				7,00	●	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
					○	⇨	D	□	▽
Total		0	0	11,00	2	0	0	0	0

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En el cursograma analítico propuesto para el proceso de enchapado (Figura N° 74) se muestra que el tiempo de operación para esta etapa es de 11 minutos en total; el cual es menor a los 16,53 minutos designados en el método anterior, esto representa una reducción de 33,45% en el tiempo de la operación de ranurado.

$$\text{Variación de tiempo en ranurado} = \frac{11' - 16,53'}{16,53'}$$

$$\text{Variación de tiempo en ranurado} = -33,45\%$$

e) Elaboración de Procedimiento de Corte de Espejos

Esta propuesta se presenta con la finalidad de eliminar las actividades de búsqueda de espejo, que representan 2,36 minutos – como se menciona en la Tabla N° 41 - y de reducir el tiempo de corte del espejo, el cual anteriormente era de 12,65 minutos.

Para la elaboración del procedimiento de corte de espejos se tomarán en cuenta las siguientes tolerancias, basado en observaciones que se hicieron en el anterior método de trabajo.

- **Tiempo de corte:** Asignar 10 segundos por cada 50cm de corte.
- **Tiempo para quiebre:** Asignar 6 segundos por cada corte para separar correctamente las piezas.
- **Tolerancia por tamaño:** Si, por lo menos un lado de la pieza a cortar mide más de un metro, asignar 5 segundos de tolerancia.

El resumen de estas tolerancias se puede visualizar en la Tabla N° 51.

Tabla N° 51: Asignación de tiempos para las operaciones de cortado de espejo


Asignación de Tiempo	Segundos
Tiempo de Corte	10
Tiempo para Quiebre	6
Tolerancia por tamaño	5

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para la elaboración del procedimiento de cortado de espejo se identificaron 4 cortes a la plancha de espejo en total. Para cada una de estos cortes se determinó la asignación de tiempo de operación conforme a lo indicado en las tolerancias de la Tabla N° 51.

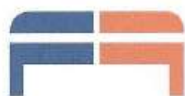
El orden de corte de la plancha de espejo y el tiempo designado para cada uno se muestra en el Procedimiento de Cortado de Planchas de Espejo para la Elaboración del Ropero Botiquín Chico, el cual se muestra de la Figura N° 75 a la Figura N° 77.

Figura N° 75: Procedimiento de Corte de Espejo

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-004	VERSIÓN: 01	PÁGINA 1 de 3
PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE ESPEJO PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO				
PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE ESPEJO PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO				
1. Objetivo				
Cortar planchas de espejo para la producción del Ropero Botiquín Chico en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.				
2. Alcance				
La instructiva abarca desde la carga de la plancha de vidrio hasta el último corte realizado sobre la plancha.				
3. Definiciones				
✓ Ropero Botiquín Chico: Ropero formado por dos estructuras principales: la izquierda incluye una barra para colgadores en la parte superior y un espacio para colocar zapatos en la parte inferior; la estructura derecha incluye un pequeño espacio para colocar accesorios y 4 cajones en la parte inferior. Los espejos son cortados con la forma que indique el cliente.				
✓ Plancha de Espejo: Plancha de 2200mm x 1800mm y 3mm de espesor de espejo que se utiliza como materia prima para la elaboración del ropero botiquín chico.				
✓ Cortavidrio: Un cortador de vidrio es una herramienta utilizada para hacer un puntaje superficial en una superficie de vidrio, el cual permite crear una división en la superficie que facilita su ruptura a lo largo del puntaje.				
✓ Cortado: Acción de partir una superficie de vidrio mediante el uso de un cortavidrios.				
4. Referencia				
- Ninguna				
5. Responsable				
- Operario de Vidriería.				

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 76: Procedimiento de Corte de Espejo (cont.)



ÁREA DE
PRODUCCIÓN

CÓDIGO:
PROC-PRO-004

VERSIÓN:
01

PÁGINA
2 de 3

PROCEDIMIENTO DE CORTADO DE PLANCHAS DE ESPEJO PARA LA ELABORACIÓN DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

6. Desarrollo

Antes de comenzar la operación, se debe inspeccionar que:

- Se tiene lista la plancha de espejo para ser cortada.
- El cortador de vidrio se encuentra en óptimas condiciones para realizar los cortes
- Se tienen puestos los Equipos de Protección Personal en óptimas condiciones para realizar la operación: lentes y guantes anticorte.

Para realizar el corte de los espejos para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se deben realizar las siguientes actividades:

- Disponer la plancha de espejo sobre la mesa de trabajo (1 minuto)
- Medir los cortes a realizar y marcar con el cortavidrios.
- Realizar los cortes.

En la Tabla 1, se muestra el orden en que los cortes de la plancha de espejo deben ser hechos, incluyendo el tiempo asignado para esas funciones.

En la Figura 1 se muestra la distribución de las piezas en la plancha de espejo, como guía para la realización de los cortes.

El tiempo total asignado para cortar la plancha de espejo para la elaboración de un Ropero Botiquín Chico, es de 2 minutos.

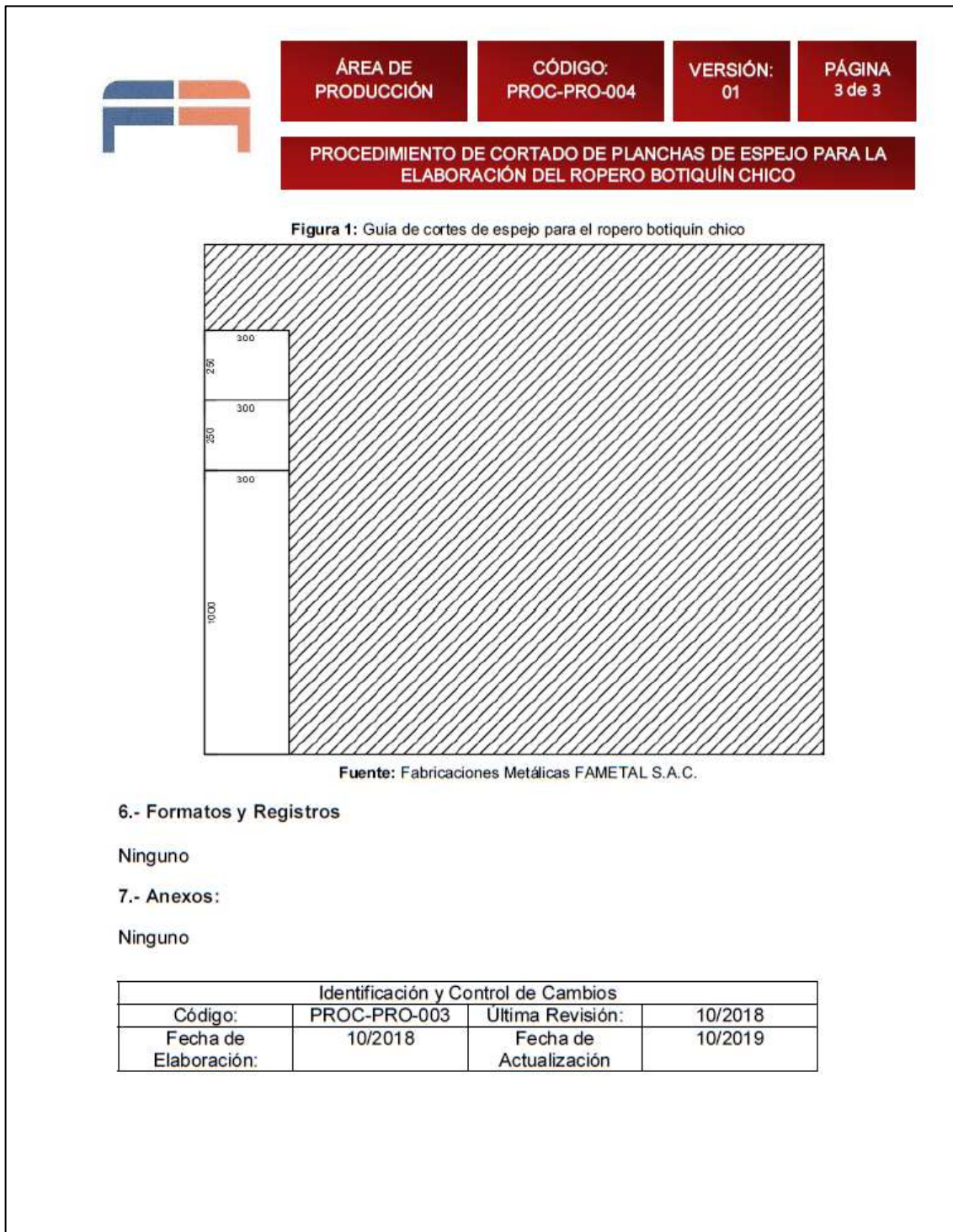
Tabla 1: Actividades de cortado de espejo para el ropero botiquin chico

N°	Medidas iniciales (mm x mm)	Calibración (mm)	Corte Largo o Ancho	Distancia de corte (mm)	Pieza Obtenida 1 (mm x mm)	Pieza Obtenida 2 (mm x mm)	Tiempo de Corte	Tiempo para Quebre	Tolerancia por tamaño	Tiempo de operación TOTAL (s)
1	2200 x 1800	300	Ancho	1800	Desperdicio: 1900 x 1800	300 x 1800	40	6	5	51
2	300 x 1800	1000	Ancho	300	300 x 800	Pieza Y: 300 x 1000	10	6	5	21
3	300 x 800	250	Ancho	300	300 x 550	Pieza Z1: 300 x 250	10	6	0	16
4	300 x 550	250	Ancho	300	Desperdicio: 300 x 300	Pieza Z2: 300 x 250	10	6	0	16

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 77: Procedimiento de Corte de Espejo (cont.)



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Finalmente, luego de elaborar el Procedimiento de Cortado de Planchas de Espejo para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, se presenta el resumen de la secuencia de actividades mediante un cursograma analítico (Figura N° 78).

f) Elaboración de Procedimiento de Armado y Acabado

Esta propuesta se presenta con la finalidad de eliminar las actividades de espera a despacho de insumos, apoyo en descarga de planchas de melamina y apoyo en corte de material para cliente particular, que representan 51,73 minutos – como se menciona en la Tabla N° 41 - y de reducir el tiempo de armado y acabado, el cual anteriormente era un tiempo conjunto de 455,66 minutos.

Para la elaboración del procedimiento de armado y acabado se tomarán en cuenta las siguientes etapas:

- Armado de Botiquín
- Armado de Cajones
- Instalación de Correderas
- Subensamble de Pieza B
- Armado de Base
- Armado de Estructura Principal
- Puertas
- Conclusión de Armado
- Acabado.

Para la elaboración del procedimiento de armado y acabado se identificaron 9 etapas en total. Para cada una de esas etapas se determinó la asignación de tiempo de operación, obteniendo como resultado lo indicado en las tolerancias de la Tabla N° 52.


Tabla N° 52: Asignación de tiempos para las operaciones de armado y acabado

Asignación de tiempo	Minutos
Armado de Botiquín	15
Armado de Cajones	48
Instalación de Correderas	9
Subensamble de Pieza B	9
Armado de Base	9
Armado de Estructura Principal	33
Puertas	20
Conclusión de Armado	17
Acabado.	20
Total	180

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

El orden de actividades en las cuales se armará y dará acabado al Ropero Botiquín Chico y el tiempo designado para cada una de estas actividades se muestra en el Procedimiento de Armado y Acabado del Ropero Botiquín Chico, el cual se muestra de la Figura N° 79 a la Figura N° 91.

Figura N° 79: Procedimiento de Armado y Acabado

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-005	VERSIÓN: 01	PÁGINA 1 de 13
	PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

- Objetivo**

Armar y dar acabado a un Ropero Botiquín Chico en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.
- Alcance**


El instructivo abarca desde la descarga de las piezas del carro de carga proveniente del ranurado hasta la carga del ropero botiquín chico al carro de transporte a almacén de producto terminado.
- Definiciones**
 - ✓ **Ropero Botiquín Chico:** Ropero formado por dos estructuras principales: la izquierda incluye una barra para colgadores en la parte superior y un espacio para colocar zapatos en la parte inferior; la estructura derecha incluye un pequeño espacio para colocar accesorios y 4 cajones en la parte inferior. Los espejos son cortados con la forma que indique el cliente.
- Referencia**
 - Ninguna
- Responsable**
 - Operario de Armado.
- Desarrollo**

Antes de comenzar la operación, se debe inspeccionar que:

 - Todas las piezas de melamina, MDF, espejo, accesorios y herramientas están en la zona de trabajo.
 - Las herramientas están operativas y la estación de trabajo está limpia y ordenada.
 - Se tienen puestos los Equipos de Protección Personal en óptimas condiciones para realizar la operación: lentes y guantes anticorte.

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 80: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-005	VERSIÓN: 01	PÁGINA 2 de 13
--------------------	----------------------	-------------	----------------

PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO


Para realizar el armado del Ropero Botiquín Chico se tiene asignado un tiempo de X minutos, en los cuales se deben realizar las siguientes actividades:

- Descargar las piezas de melamina y MDF del carro de transporte.
- Trazar las líneas de referencia, en caso se indique.
- Ensamblar las piezas conforme lo indique la imagen

El orden en que el ropero botiquín chico debe ser armado y los tiempos designados para cada actividad, se muestra a continuación:

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 81: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-005

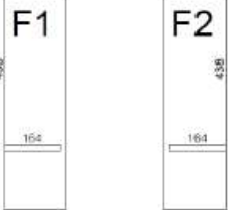
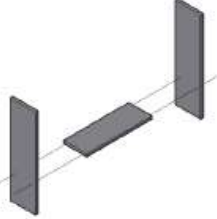


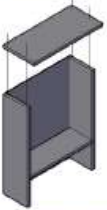
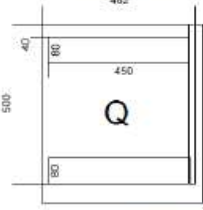

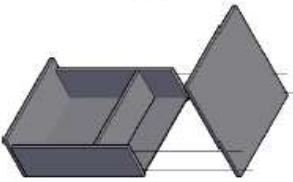
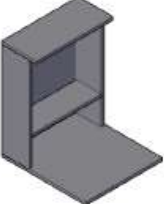
VERSIÓN: 01

PÁGINA 3 de 13

PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO


6.1. Armado de Botiquín (15')

Piezas a utilizar: F (180 x 630) x2, E (230 x 510), Q (560 x 510), W (MDF - 474 x 640).

<p style="text-align: center;">Trazo de referencias (2')</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div>	<p style="text-align: center;">SE1: Unir Piezas (F1 – E – F2) (4')</p> 
<p style="text-align: center;">SE2: Insertar MDF (W – SE1) (1')</p> 	<p style="text-align: center;">Trazo de referencias (1')</p> 
<p style="text-align: center;">SE3: Unir piezas (E – SE2) (2')</p> 	<p style="text-align: center;">Trazo de referencias (3')</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p style="text-align: center;">SE4: Girar SE3 y unir piezas (SE3 – Q) (2')</p> 	<p style="text-align: center;">Botiquín Armado</p> 

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 82: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-005

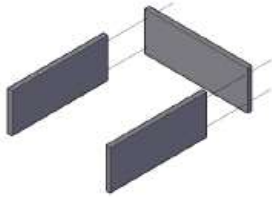

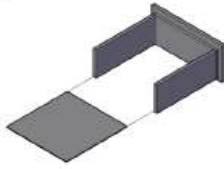
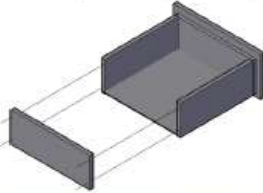
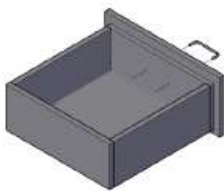
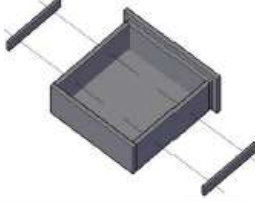

VERSIÓN: 01

PÁGINA 4 de 13

PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO

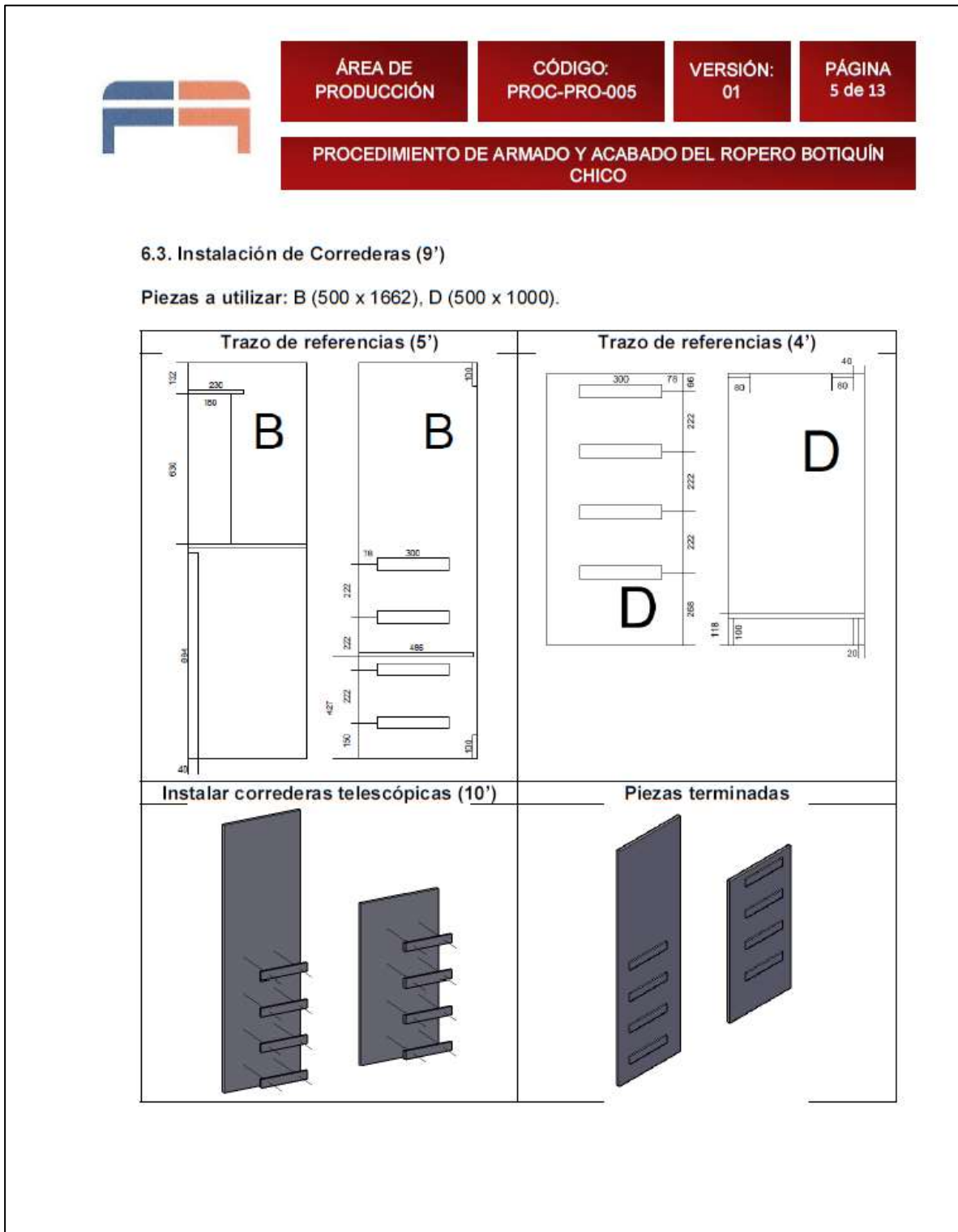
6.2. Armado de Cajones (48')

Piezas a utilizar: O (450 x 170) x8, M (420 x 170) x8, H (222 x 499) x4, U (MDF – 430 x 424) x4.

SE5: Unir piezas (M1 – O – M2) (2')	SE6: Unir piezas (H – SE5) (1')
	
SE7: Insertar MDF (U – SE6) (1')	SE8: Unir piezas (O – SE7) (2')
	
Instalar jalador (3')	Instalar correderas telescópicas (3')
	
Cajón Terminado	
	


Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 83: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



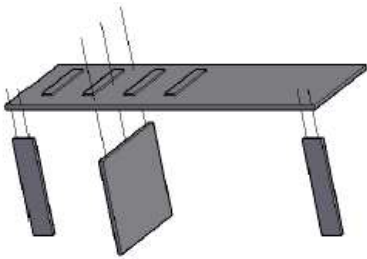
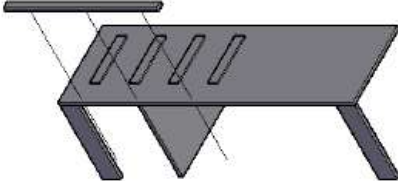
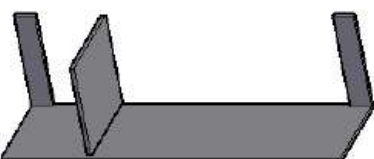
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 84: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-005	VERSIÓN: 01	PÁGINA 6 de 13
	PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

6.4. Subensamble de pieza B (9')

Piezas a utilizar: B (500 x 1662), S (482 x 100) x2, G (164 x 464), L (40 x 864).

SE 9: Unir piezas (B – S1 – G – S2) (6')	SE 10: Girar SE9 y unir piezas (SE9 - L) (3')
	
Subensamble 10 terminado	
	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 86: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-005

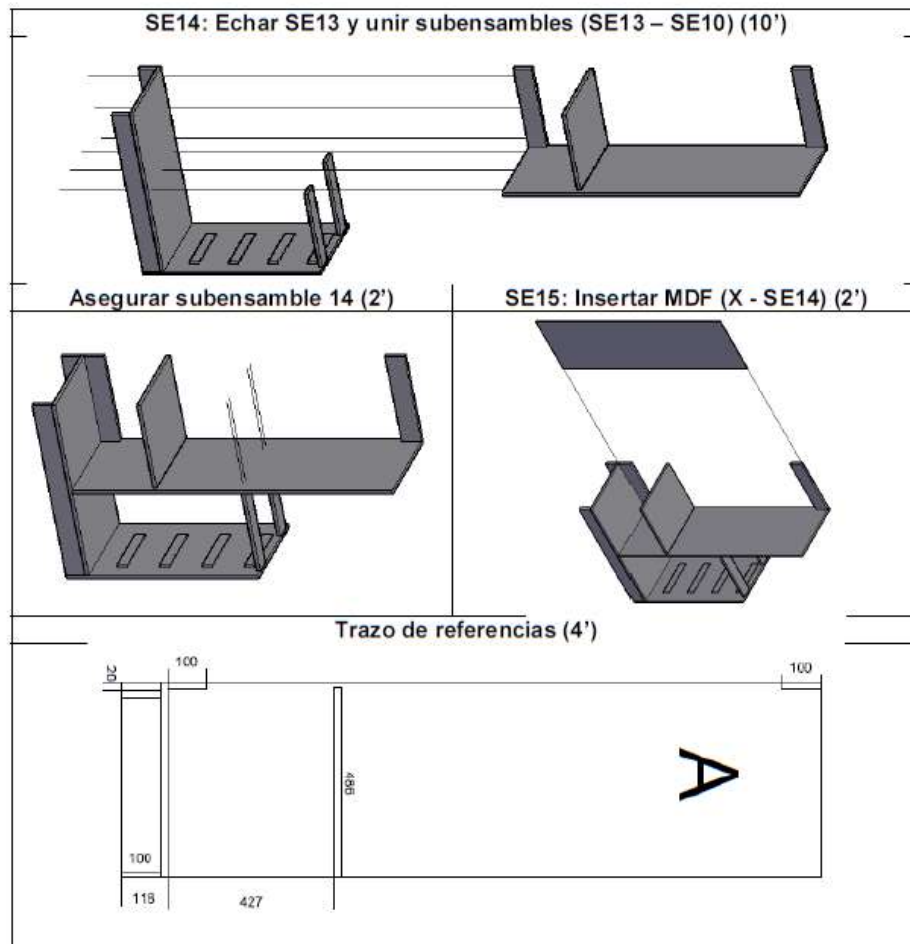
VERSIÓN: 01

PÁGINA 8 de 13

PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO


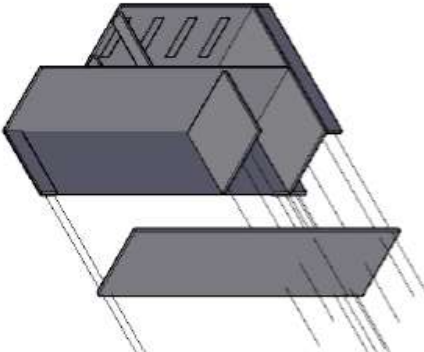
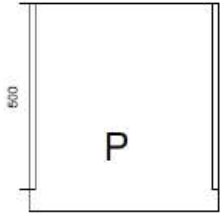
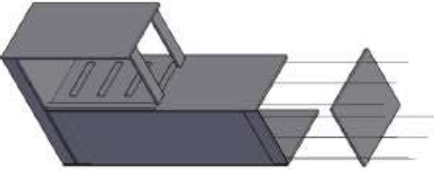
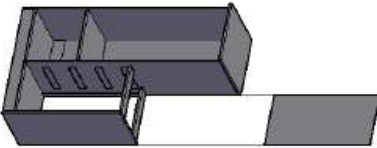
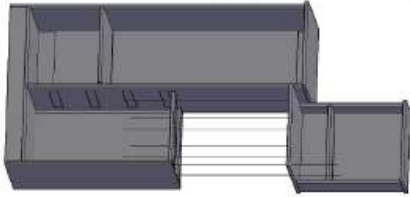
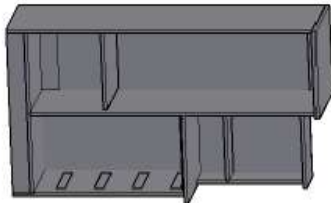
6.6. Armado de Estructura Principal (33')

Piezas a utilizar: SE4, SE10, SE13, A (500 x 1780), P (560 x 520), V (MDF - 474 x 892), X (MDF 492 - 1672).



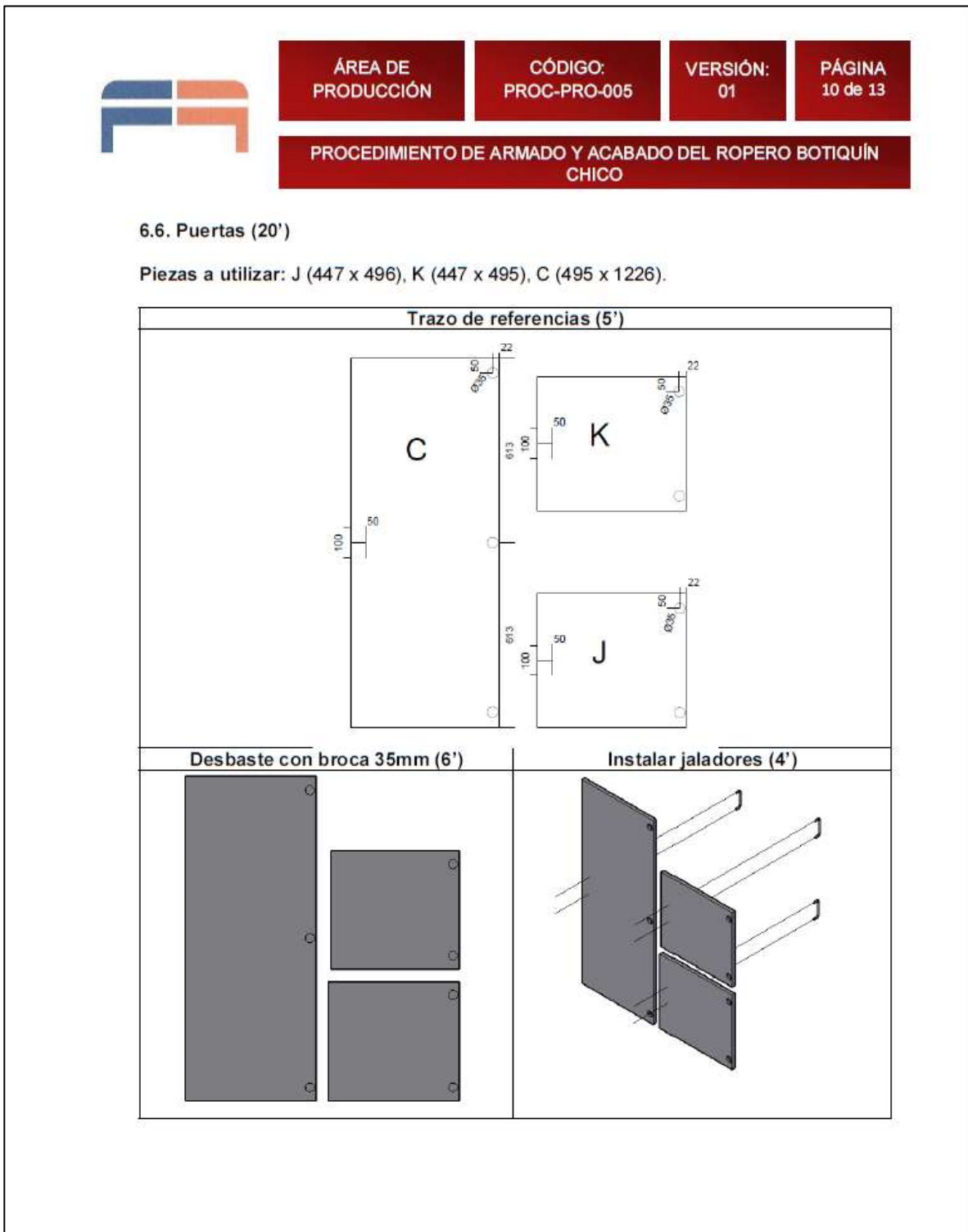
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 87: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)

	<p>ÁREA DE PRODUCCIÓN</p>	<p>CÓDIGO: PROC-PRO-005</p>	<p>VERSIÓN: 01</p>	<p>PÁGINA 9 de 13</p>
<p>PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO</p>				
<p>SE16: Unir piezas (A - SE15) (6')</p>		<p>Trazo de referencias (2')</p>		
				
<p>SE16: Unir piezas (P - SE16) (3')</p>		<p>SE17: Insertar MDF (V - SE16) (2')</p>		
				
<p>SE18: Unir subensambles (SE 4 - SE17) (2')</p>		<p>Subensamble 18 terminado</p>		
				

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 88: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 89: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



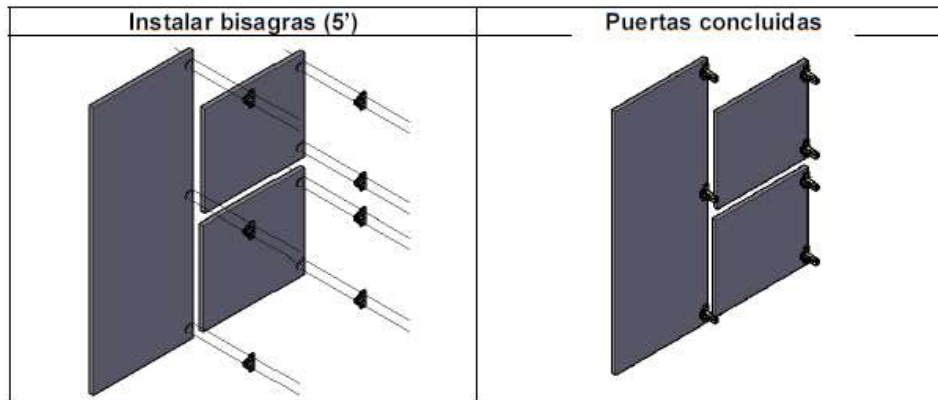
ÁREA DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO: PROC-PRO-005

VERSIÓN: 01

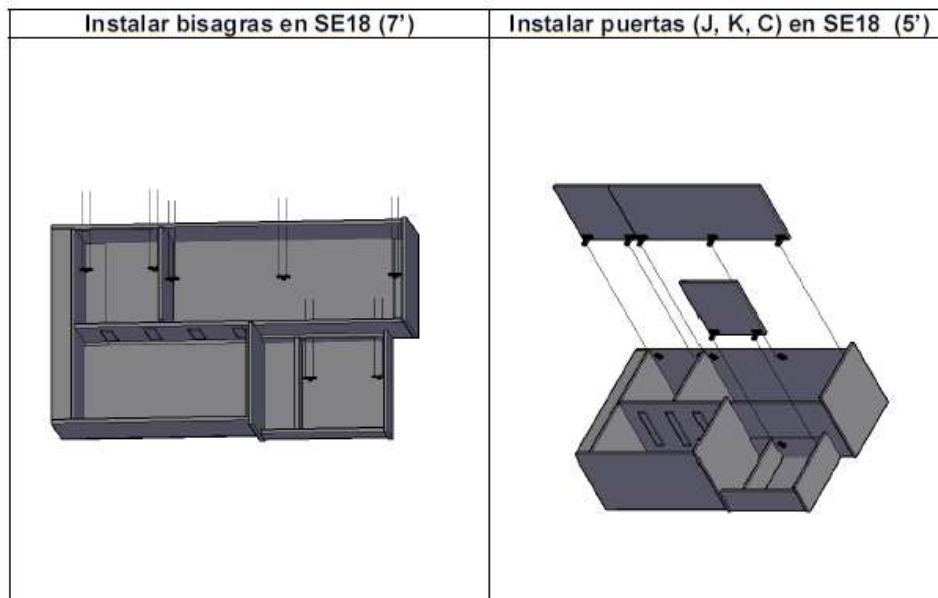
PÁGINA 11 de 13

PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO



6.7. Conclusión de Armado (17')

Piezas a utilizar: SE18, J, K, C, SE8 x4.




Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 90: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)

	ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-005	VERSIÓN: 01	PÁGINA 12 de 13
PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO				
Girar estructura e instalar cajones (5') 	Ropero Botiquín Chico armado 			
6.8. Acabado (20') <ul style="list-style-type: none">• Limpieza de Ropero con aire comprimido (3')• Limpieza de Ropero con thinner (8')• Instalar canoplas (4')• Adherir espejos (3')• Cargar ropero a carro de transporte (2').				
Adhesión de espejos 	Ropero botiquín chico terminado 			

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Figura N° 91: Procedimiento de Armado y Acabado (cont.)



ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: PROC-PRO-005	VERSIÓN: 01	PÁGINA 13 de 13
PROCEDIMIENTO DE ARMADO Y ACABADO DEL ROPERO BOTIQUÍN CHICO			

6.- Formatos y Registros

Ninguno

7.- Anexos:

Ninguno

Identificación y Control de Cambios			
Código:	PROC-PRO-005	Última Revisión:	10/2018
Fecha de Elaboración:	10/2018	Fecha de Actualización	10/2019

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Finalmente, luego de elaborar el Procedimiento de Armado y Acabado del Ropero Botiquín Chico, se presenta el resumen de la secuencia de actividades mediante un cursograma analítico (Figura N° 92)

Figura N° 92: Cursograma Analítico Propuesto para las operaciones de Armado y Acabado

Cursograma Analítico				Operario / Material / Equipo							
Diagrama núm. 5 de 5		Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
<i>Ropero Botiquín Chico</i>				Operación		9					
Actividad:				Transporte		0					
<i>Armado y acabado del ropero botiquín chico.</i>				Retrasos		0					
Método: Actual / Propuesto				Inspección		0					
Lugar:				Almacenamiento		0					
<i>Estación de Trabajo Armado</i>				Distancia (metros)		0					
Operario(s):				Tiempo (min)		180,00					
Ficha núm.		Costo									
<i>Operación 5</i>		<i>Sin ficha</i>		Mano de Obra							
Compuesto: <i>L. Morocho Inicio</i>		Fecha: <i>mar-18</i>		Material							
Aprobado por:		Fecha:		Total							
Descripción de los elementos			Can-tidad	Dist-ancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo				Observaciones	
Armado de Botiquín					15,00	●	⇨	D	□	▽	
Armado de Cajones					48,00	●	⇨	D	□	▽	
Instalación de Correderas					9,00	●	⇨	D	□	▽	
Subensamble de Pieza B					9,00	●	⇨	D	□	▽	
Armado de Base					9,00	●	⇨	D	□	▽	
Armado de Estructura Principal					33,00	●	⇨	D	□	▽	
Puertas					20,00	●	⇨	D	□	▽	
Conclusión de Armado					17,00	●	⇨	D	□	▽	
Acabado					20,00	●	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
						○	⇨	D	□	▽	
Total			0	0	180,00	9	0	0	0	0	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En el cursograma analítico propuesto para el proceso de armado y acabado (Figura N° 92) se muestra que el tiempo de operación para estas etapas es de 180 minutos en total; el cual es menor a los 455,56 minutos designados en el método anterior, esto representa una reducción de 60,49% en el tiempo de la operación de armado y acabado.

$$\text{Variación de tiempo en armado y acabado} = \frac{180' - 455,56'}{455,56'}$$

$$\text{Variación de tiempo en armado y acabado} = -60,49\%$$

g) Estandarización de Tiempos de Producción

Una vez que se han designado las operaciones y los procedimientos de producción para cada una de esas actividades; se procede a la estandarización de tiempos. Para lograr esto, primero se realizará el cálculo del Tiempo Normal, considerando los factores de calificación y la fórmula mencionadas por [6] obteniendo los indicado en la Tabla N° 53.

Tabla N° 53: Tiempos Normales de Producción

Actividad	Tiempo Designado (min)	Calificación						Tiempo Normal (min)
		Habilidades	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma	Factor de Desempeño	
Cortado de Planchas	30,00	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	34,2
Enchapado	25,00	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	28,5
Ranurado	11,00	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	12,54
Cortado de Espejo	3,00	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	3,42
Armado y Acabado	180,00	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14	1,14	205,2
TOTAL	249,00							283,86

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para terminar con la esta propuesta, se realiza el cálculo de los Tiempos Estándares de Producción, considerando los factores de suplemento y la fórmula mencionadas por [6], obteniendo los indicado en la Tabla N° 54.

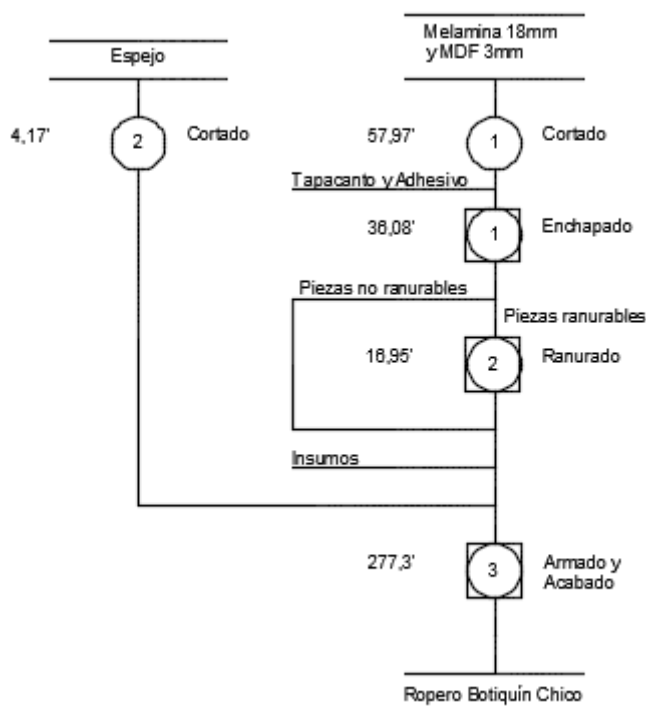
Tabla N° 54: Tiempos Estándar de Producción

Actividad	Tiempo Normal	Suplementos							Tiempo Estándar (min)
		Constantes	Variables					Suma	
			1. Estar de pie	3. Uso de fuerza	6. Atención cercana	7. Nivel de ruido	9. Monotonía		
Cortado de Planchas	34,20	0,09	0,02	0,22	0,02	0,05	0,01	0,41	57,97
Enchapado	28,50	0,09	0,02	0,07	0,00	0,02	0,01	0,21	36,08
Ranurado	12,54	0,09	0,02	0,07	0,02	0,05	0,01	0,26	16,95
Cortado de Espejo	3,42	0,09	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,18	4,17
Armado y Acabado	205,20	0,09	0,02	0,11	0,02	0,02	0,00	0,26	277,3
TOTAL	283,86								392,47

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Figura N° 93 se presenta el Diagrama de Operaciones del Proceso propuesto, en el cual se puede observar que el cuello de botella es la operación de Armado y Acabado, con un tiempo estándar de 277,3 minutos.


Figura N° 93: Diagrama de Operaciones de Proceso propuesto



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Tabla N° 55 se presenta el Resumen del Diagrama de Operaciones del Proceso propuesto, se puede observar que en el proceso propuesto se cuenta con 2 operaciones que suman 61,97 minutos y representan un 15,80% del total de actividades productivas; así como 3 actividades combinadas de operación e inspección que tienen una duración de 330,33 minutos y representan el 84,20% del total de actividades productivas; estas 5 actividades suman en total 392,30 minutos.

Tabla N° 55: Cuadro resumen de diagrama de operaciones propuesto

Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)	Porcentaje
	Operación	2	61,97	15,80%
	Operación e Inspección	3	330,33	84,20%
TOTAL		5	392,30	100,00%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.4.1.2 Balance de Líneas

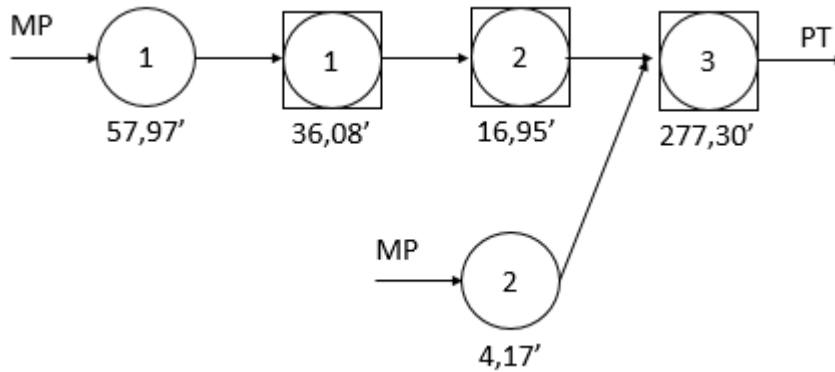
Conforme a lo presentado en el diagnóstico, se concluyó que uno de los factores que permiten la pérdida de rentabilidad en la elaboración de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. es el desbalance de líneas.

Siguiendo la metodología mencionada por García [13], se realizarán los seis pasos que indica para realizar un balance de una línea.

1. Establecer las relaciones secuenciales entre las tareas utilizando un diagrama de procedencia

Para la elaboración del Diagrama de Procedencia del método propuesto (Figura N° 94), se toma en cuenta la secuencia de actividades del Diagrama de Operaciones del Proceso, el cual se encuentra en la Figura N° 93.

Figura N° 94: Diagrama de Procedencia propuesto



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

2. Determinar el tiempo del ciclo requerido

Para determinar el tiempo de ciclo requerido, se buscará elevar la producción del ropero botiquín chico a 2500 unidades / año, lo cual equivale a 48 roperos por semana.

Manteniendo los horarios de trabajo de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. de 50 horas a la semana, se concluye que el tiempo de ciclo requerido será igual a:

$$\text{Tiempo de ciclo requerido} = \frac{50 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}}{48 \frac{\text{roperos}}{\text{semana}}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo requerido} = 62,5 \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}$$

3. Determinar el número de estaciones de trabajo (N) requeridas para satisfacer la limitación del ciclo

Para determinar el número de estaciones de trabajo se utilizará la fórmula mencionada por García [13]:

$$N = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (C)}}$$

Donde:

$$N = \frac{(57,97 + 36,08 + 16,95 + 4,17 + 277,30) \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}}{62,5 \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}}$$

$$N = 6,28 \sim 7 \text{ estaciones de trabajo}$$

4. Seleccionar las reglas de asignación de las tareas en las diferentes estaciones de trabajo.

La regla para la asignación de tareas es que solo se podrá asignar una actividad adicional en una estación de trabajo si se trata de la actividad inmediata siguiente u otra predecesora de la inmediata siguiente.

5. Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos sea igual al trabajo de ciclo.

El orden para la asignación de tareas por cada estación de trabajo se muestra en la Tabla N° 56.

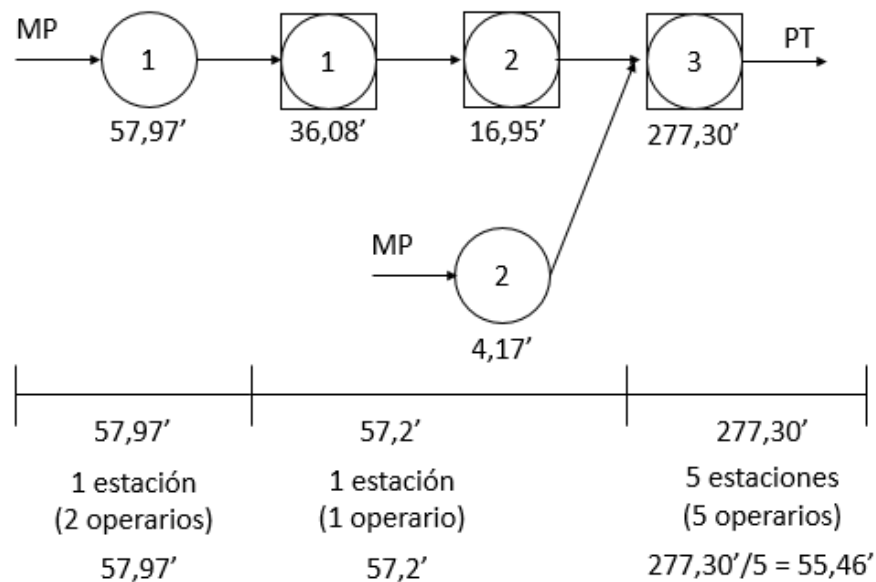
Tabla N° 56: Asignación de Tareas en Método Propuesto

Estación	Actividad	Tiempo de Actividad (min)	Actividad Siguiete	Tiempo de Actividad Siguiete (min)	Tiempo Total (min)	¿Sobrepasa el ciclo requerido?	Tiempo de Estación (min)
1	Cortado de Planchas	57,97	Enchapado	36,08	94,05	Sí	57,97
2	Enchapado	36,08	Ranurado	16,95	53,03	No	57,2
	Ranurado	16,95	Cortado Vidrio	4,17	57,2	No	
	Cortado Vidrio	4,17	Armado y Acabado	277,3	298,42	Sí	
3-7	Armado y Acabado	277,3			277,3	Sí	55,46

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En la Tabla N° 56 se muestra la Asignación de Tareas para el método propuesto, se puede observar que está conformado por siete estaciones de trabajo: una dedicada al cortado de las planchas de melamina y MDF, una estación dedicada al enchapado, ranurado y el cortado de vidrios, y cinco estaciones dedicadas al armado y acabado del ropero botiquín chico. Estas cinco estaciones reducen el tiempo de ciclo de dicha actividad de 277,3 minutos por ropero a 55,46 minutos por ropero. Asimismo, se presenta un resumen gráfico de la asignación de tareas en la Figura N° 95. Cabe resaltar que los tiempos que aparecen en la figura son los tiempos estándar calculados anteriormente.

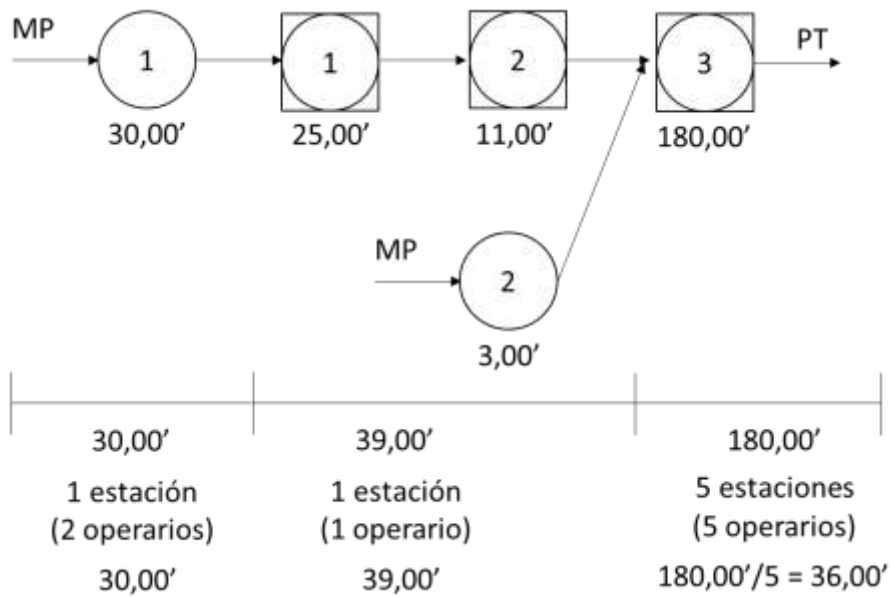
Figura N° 95: Resumen gráfico de balance de líneas – Tiempos estándar



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Con la finalidad de facilitar la comparación de indicadores en la página 189, se muestra en la Figura N° 96 cómo sería el balance de línea propuesto en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. si no se hubiera considerado la implementación de tiempos estándares. Esta suposición tiene como resultado un tiempo de ciclo de 39 minutos por ropero con cuello de botella en la segunda estación de trabajo.

Figura N° 96: Resumen gráfico de balance de líneas – Tiempos Promedio



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

6. Evaluar la eficiencia de equilibrio de la estación (E)

Para determinar la eficiencia de equilibrio de la estación se utilizará la fórmula mencionada por García [13]:

$$E = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas}}{\text{Número de estaciones de trabajo (N) * Tiempo de ciclo (C)}}$$

Donde, para los tiempos promedio:

$$E = \frac{(30,00 + 39,00 + 36,00) \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}}{3 * 39,00 \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}}$$

$$E = 89,74\%$$

Por lo que se determina que, gracias al balance de línea propuesto, se llega a un 89,74% de eficiencia, y tiene un tiempo de ciclo de 39,00 minutos por ropero, basándonos en los tiempos promedio.

Adicionalmente, para los tiempos estándar:

$$E = \frac{(57,97 + 57,2 + 55,46) \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}}{3 * 57,97 \frac{\text{minutos}}{\text{ropero}}}$$

$$E = 98,11\%$$

Por lo que se determina que, gracias al balance de línea propuesto, se llega a un 98,11% de eficiencia, y tiene un tiempo de ciclo de 57,97 minutos por ropero, basándonos en los tiempos estándar.

3.4.1.3 Redistribución de Planta

Conforme a lo presentado en el diagnóstico, se concluyó que uno de los factores que permiten la pérdida de rentabilidad en la elaboración de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. son los cruces en los flujos de material.

Ante ese problema, Muther [8] plantea el método de Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), el cual cuenta con un procedimiento de seis pasos:

1. Diagramar las relaciones

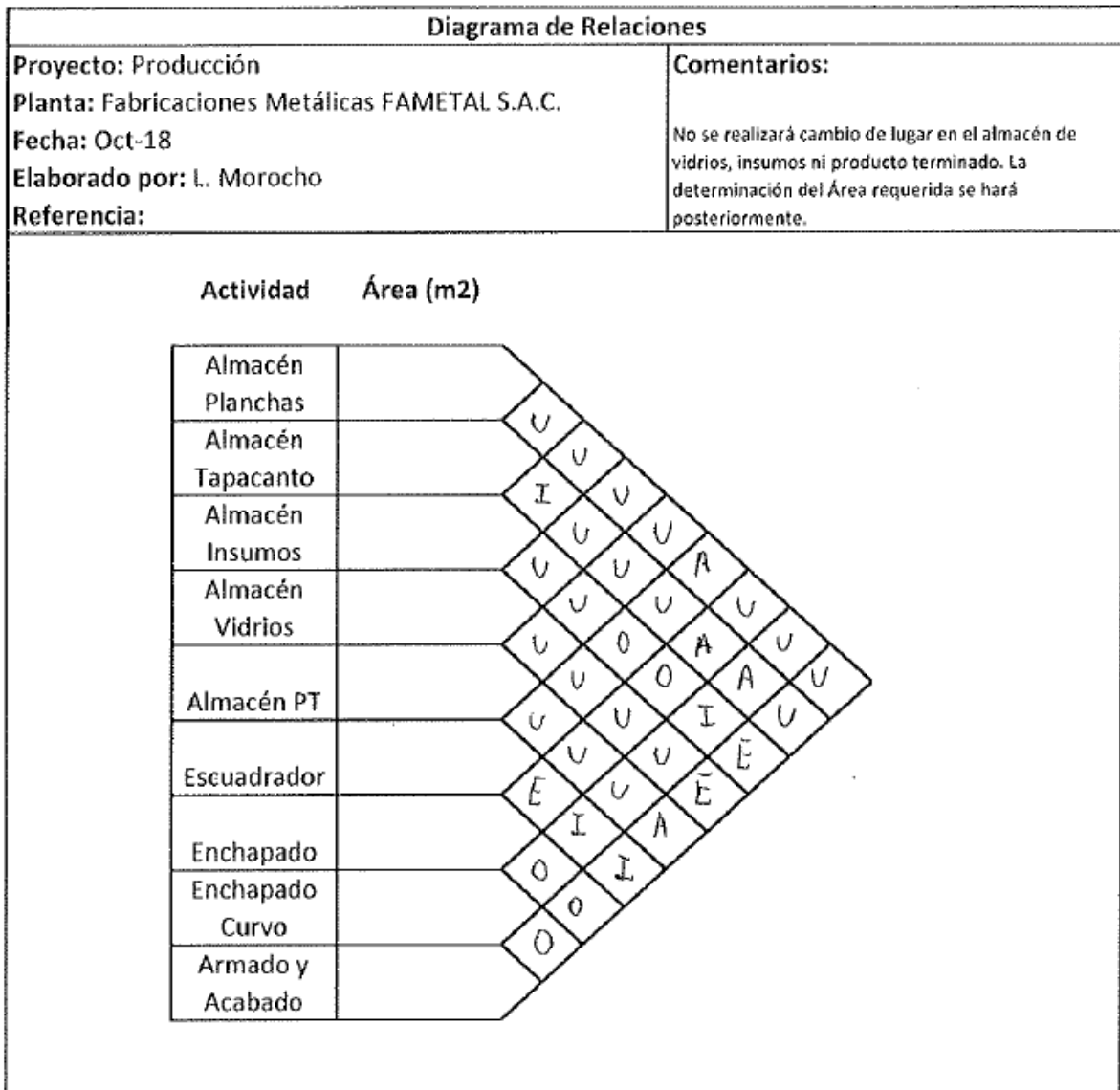
En la Figura N° 97 se presenta el Diagrama de Relaciones de las distintas áreas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En esta Figura, “A” representa que para las áreas mencionadas es Absolutamente Necesario que estén contiguas; “E” representa que para las áreas mencionadas es Especialmente Importante que estén contiguas; “I” representa que para las áreas mencionadas Importante que estén contiguas; “O” representa que para las áreas mencionadas es de importancia Ordinaria que estén contiguas; “U” representa que para las áreas mencionadas es sin Importancia que estén contiguas y “X” representa que para las áreas mencionadas es Indeseable que estén contiguas.

Las áreas definidas en el proceso productivo son:

- Almacén de planchas de melamina y MDF
- Almacén de tapacanto
- Almacén de insumos
- Almacén de vidrios y espejos
- Escuadradoras.
- Enchapadoras
- Enchapadora curva
- Armado y acabado

Figura N° 97: Diagrama de Relaciones



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

2. Establecer las necesidades de espacio

En este apartado se utilizará el método de Güerchet para determinar las necesidades de espacio, bajo las siguientes fórmulas:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

Donde:

S_T = Superficie total

S_s = Superficie estática = *largo x ancho*

S_g = Superficie de gravitación = $S_s * N$

N: número de lados de la máquina a utilizar

S_e = Superficie de evolución = $(S_s + S_g) * K$

Siendo,

$$K = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

Donde,

h_{EM} = Promedio ponderado de altura de los elementos móviles

h_{EE} = Promedio ponderado de altura de los elementos estáticos

El método de Güerchet se aplicó para cada una de las áreas mencionadas en la Figura N° 97. Para el área de las escuadradoras se consideran las dos escuadradoras Robland Z-3200, la escuadradora SC-30, tres colectores de polvo y seis operarios (dos operarios por cada escuadradora), este requerimiento de área se puede visualizar en la Tabla N° 57 y representa un total de 284,70 m².

Tabla N° 57: Requerimiento de Área - Escuadradoras

Área	Escuadradoras										k	0,4661
Tipo	Item	N° Items	N° Lados	Largo	Ancho	Altura	Se	Ss	Sg	St	Subtotal	
Fijo	Escuadradora Robland Z3200	2	2	4,71	3,77	1,02	17,76	35,51	24,83	78,10	156,20	
	Escuadradora SC-30	1	2	5,335	4,775	1,02	25,47	50,95	35,62	112,05	112,05	
	Colector de Polvo	3	1	1,28	0,68	2,52	0,87	0,87	0,81	2,55	7,66	
	Promedio Altura Elementos Fijos					1,77	Total Área de Elementos Fijos				275,90	
Móvil	Operarios	6	1	1	0,5	1,65	0,5	0,5	0,47	1,47	8,80	
	Promedio Altura Elementos Móviles					1,65	Total Área de Elementos Móviles				8,80	
Total Área - Escuadradoras											284,70	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para el área de las enchapadoras rectas se consideran las dos enchapadoras 515-A, dos colectores de polvo y dos operarios (un operario por cada enchapadora), este requerimiento de área se puede visualizar en la Tabla N° 58 y representa un total de 81,91 m².

Tabla N° 58: Requerimiento de Área – Enchapadora

Área	Enchapadoras										k	0,4015
Tipo	Item	N° Items	N° Lados	Largo	Ancho	Altura	Se	Ss	Sg	St	Subtotal	
Fijo	Enchapadora 515-A	2	3	8,18	0,77	1,59	6,30	18,90	11,74	36,94	73,88	
	Colector de Polvo	2	1	1,28	0,68	2,52	0,87	0,87	0,81	2,55	5,10	
	Promedio Altura Elementos Fijos					2,055	Total Área de Elementos Fijos				78,98	
Móvil	Operarios	2	1	1	0,5	1,65	0,50	0,50	0,47	1,47	2,93	
	Promedio Altura Elementos Móviles					1,65	Total Área de Elementos Móviles				2,93	
Total Área - Enchapadoras											81,91	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para el área de la enchapadora curva se consideran la enchapadora Chris-26 y un operario, este requerimiento de área se puede visualizar en la Tabla N° 59 y representa un total de 7,00 m².

Tabla N° 59: Requerimiento de Área – Enchapadora Curva

Área	Enchapadora Curva										k	1,65
Tipo	Item	N° Items	N° Lados	Largo	Ancho	Altura	Se	Ss	Sg	St	Subtotal	
Fijo	Enchapadora Chris-26	1	3	1,11	0,85	0,5	0,94	2,83	1,76	5,53	5,53	
	Promedio Altura Elementos Fijos					0,5	Total Área de Elementos Fijos				5,53	
Móvil	Operarios	1	1	1	0,5	1,65	0,50	0,50	0,47	1,47	1,47	
	Promedio Altura Elementos Móviles					1,65	Total Área de Elementos Móviles				1,47	
Total Área - Enchapadora Curva											7,00	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para el área de las estaciones de trabajo de armado y acabado se consideran las cinco mesas de trabajo, cinco espacios para la elaboración del ropero botiquín chico, y cinco operarios (un operario por cada estación de armado), este requerimiento de área se puede visualizar en la Tabla N° 60 y representa un total de 158,88 m².

Tabla N° 60: Requerimiento de Área – Estación de Trabajo

Área	Estación de Trabajo										k	0,6395
Tipo	Item	N° Items	N° Lados	Largo	Ancho	Altura	Se	Ss	Sg	St	Subtotal	
Fijo	Mesa de Trabajo	5	3	2	1	0,8	2,00	6,00	3,73	11,73	58,64	
	Ropero Botiquín Chico	5	3	1,78	1,78	1,78	3,17	9,51	5,91	18,58	92,90	
	Promedio Altura Elementos Fijos					1,29	Total Área de Elementos Fijos				151,55	
Móvil	Operarios	5	1	1	0,5	1,65	0,50	0,50	0,47	1,47	7,33	
	Promedio Altura Elementos Móviles					1,65	Total Área de Elementos Móviles				7,33	
Total Área - Estación de Trabajo											158,88	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Para concluir este punto, en la Tabla N° 61 se muestra el área total para el área de producción, requerida bajo el método de Güerchet. Este requerimiento asciende a 532,49 m².

Tabla N° 61: Requerimiento de Área – Producción

Área	Requerimiento (m ²)
Escuadradoras	284,7
Enchapadoras	81,91
Enchapadora Curva	7
Estaciones de Trabajo	158,88
Total Área Producción	532,49

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3. Elaborar diagramas de relaciones entre actividades

Se realizó el diagrama de relaciones entre las distintas actividades del proceso productivo de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. Se muestra en la Tabla N° 62 los códigos utilizados en el diagrama de relaciones para facilitar el reconocimiento de las zonas de operación de la empresa de estudio.

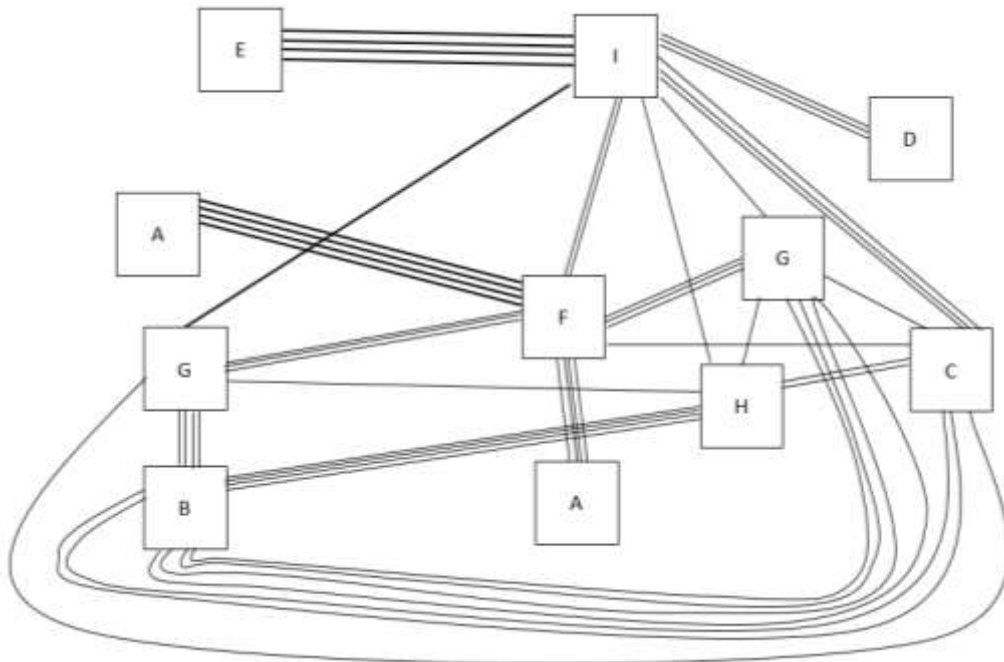
Tabla N° 62: Codificación de Áreas

Área	Código
Almacén de planchas de melamina y MDF	A
Almacén de tapacanto	B
Almacén de insumos	C
Almacén de Vidrios	D
Almacén de productos terminados	E
Escuadradoras	F
Enchapadoras	G
Enchapadora Curva	H
Estaciones de Trabajo	I

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

En primera instancia, se elaboró el diagrama de relación entre actividades actual del proceso productivo de la empresa de estudio, el cual puede ser observado en la Figura N°

Figura N° 98: Diagrama de Relación entre Actividades Actual



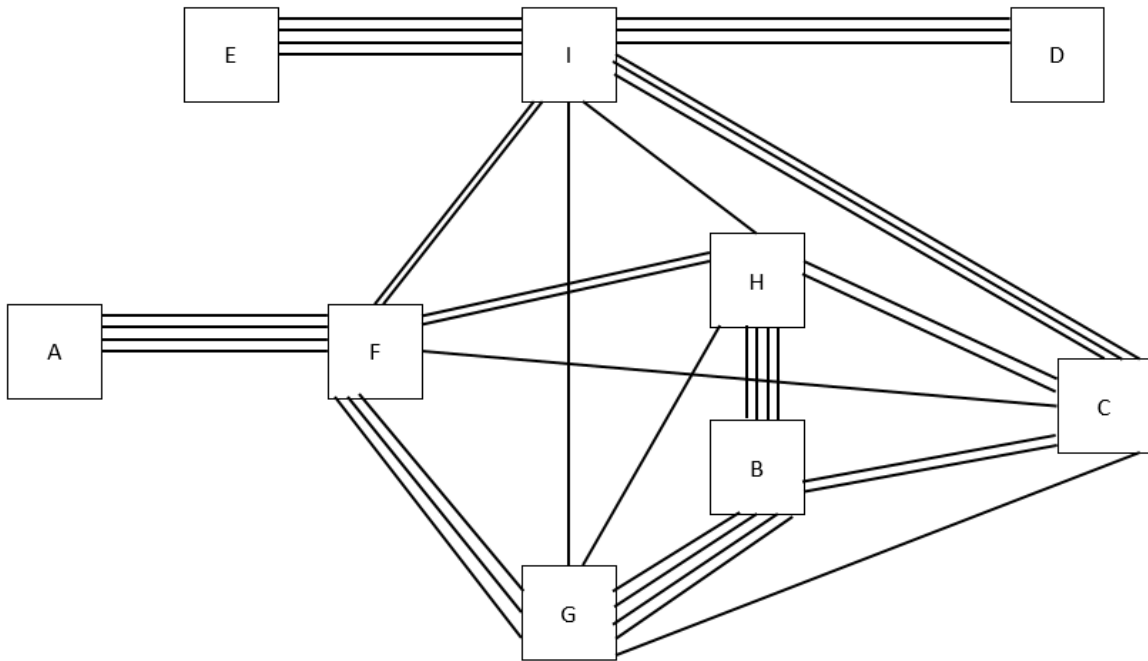
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Este diagrama nos muestra que hay varias zonas con relevancia para la cercanía que están alejadas, como la zona B (Almacén de tapacanto) con la zona C (almacén de insumos) y la zona H (Enchapadora curva), por lo que se priorizó situarlas más próximas. Asimismo, también se muestra que hay dos zonas de Almacenamiento de materia prima (A) y que las dos enchapadoras están separadas (G), las cuales fueron unificadas en la propuesta de distribución de planta.

La propuesta de diagrama de relación entre actividades se presenta en la Figura N° 99, en esta figura se muestra que se han reducido las observaciones de la distribución anterior.

Cabe resaltar que, por motivos de infraestructura de la empresa de estudio, no se ha podido cambiar de posición las zonas C (almacén de insumos), D (almacén de vidrios) y E (almacén de producto terminado).

Figura N° 99: Diagrama de Relación entre Actividades Propuesto



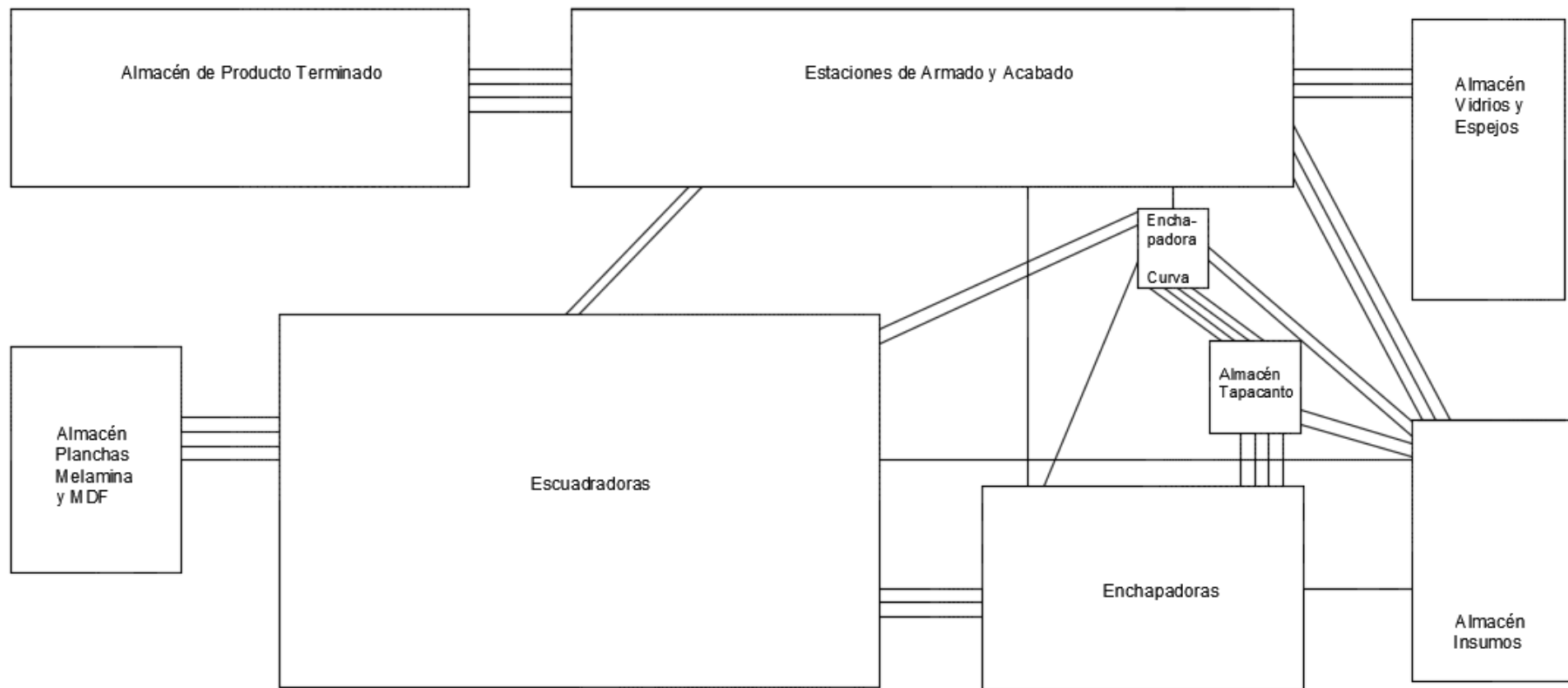
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

4. Elaborar relaciones de espacio entre la distribución

La propuesta de diagrama de relación de espacio tiene como finalidad mostrar la relación entre actividades del proceso productivo de muebles de melamina (Figura N° 99) teniendo en cuenta los requerimientos de área obtenidos por los cálculos del método de Güerchet (Tabla N° 57 a la Tabla N° 61), de tal manera que se visualice mejor cómo quedará la distribución de manera real, con las proporciones de superficie apropiadas.

Este diagrama de relación de espacio para la propuesta de distribución de planta en Fabricaciones Metálicas Fametal S.A.C. se puede visualizar en la Figura N° 100.

Figura N° 100: Diagrama de Relaciones de Espacio Propuesto



Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

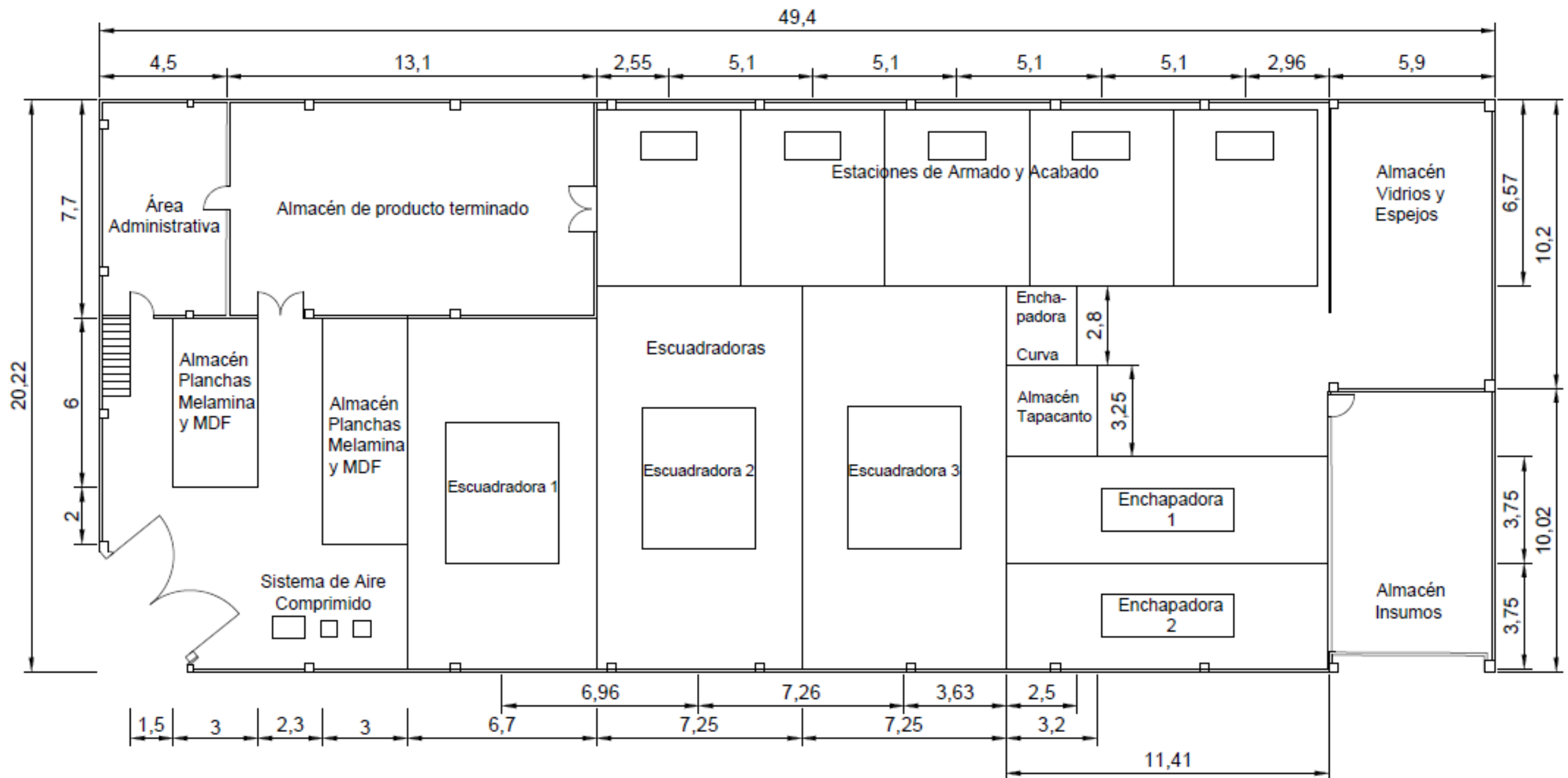
5. Evaluar una distribución alterna


La propuesta del diagrama de relaciones de espacio (Figura N° 100) cumple con todos los requerimientos de área de manera óptima; por lo que será la versión final para la redistribución de planta y el análisis de resultados.

6. Seleccionar la distribución e instalarla

La propuesta de distribución de planta para el proceso productivo de muebles de melamina en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se presenta en la Figura N° 101. La distribución propuesta cumple con los requerimientos de áreas calculados bajo el método de Güerchet y las interrelaciones entre actividades determinadas anteriormente.

En dicha distribución se puede observar que no se asigna área dedicada a inventario de productos en proceso tanto de enchapado como de armado.



 <p>USAT Universidad Católica San Sebastián de Magisterio</p>	Título: Distribución de Planta Propuesta Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.		Figura: 101
	Responsable: Luis Alonso Morocho Incio		
	Escala: 1/150	Fecha: Octubre 2018	Página: 159

La propuesta de distribución de planta de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. tiene como efecto principal el cambio en las distancias y tiempos de transporte, los cuales se muestran en la Tabla N° 63.

Los cálculos de tiempo después de la implementación de la propuesta fueron hechos de manera proporcional a las distancias con el método anterior, con la excepción del transporte de planchas a cortado, que se tomó como referencia los 2 minutos obtenidos por la primera propuesta de la estandarización de tiempos (Página 98). Asimismo, si bien incrementa la distancia en el transporte desde la escuadradora hacia el enchapado, se ha considerado no aumentar el tiempo de transporte.

Tabla N° 63: Tiempos de transporte propuestos

Transporte	Actual		Propuesta	
	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)
Transporte a Cortado	38	2	15,90	0,84
Transporte a Enchapado	20,9	2,94	32,10	2,94
Transporte a Estación de Trabajo	24,1	1,88	0,00	0,00
Transporte a Ranurado	18,9	1,28	12,50	0,85
Transporte de Melamina a Armado	18,9	0,48	11,60	0,29
Transporte de MDF a Cortado	18,1	5,64	0,00	0,00
Transporte de MDF a Armado	18,9	0,5	0,00	0,00
Transporte de espejo a Armado	34,7	0,49	27,00	0,38
Transporte de insumos a Armado	40,4	7,35	27,60	5,02
Transporte a Almacén PT	22,1	2,87	19,80	2,57
Total	255	25,43	146,50	12,89

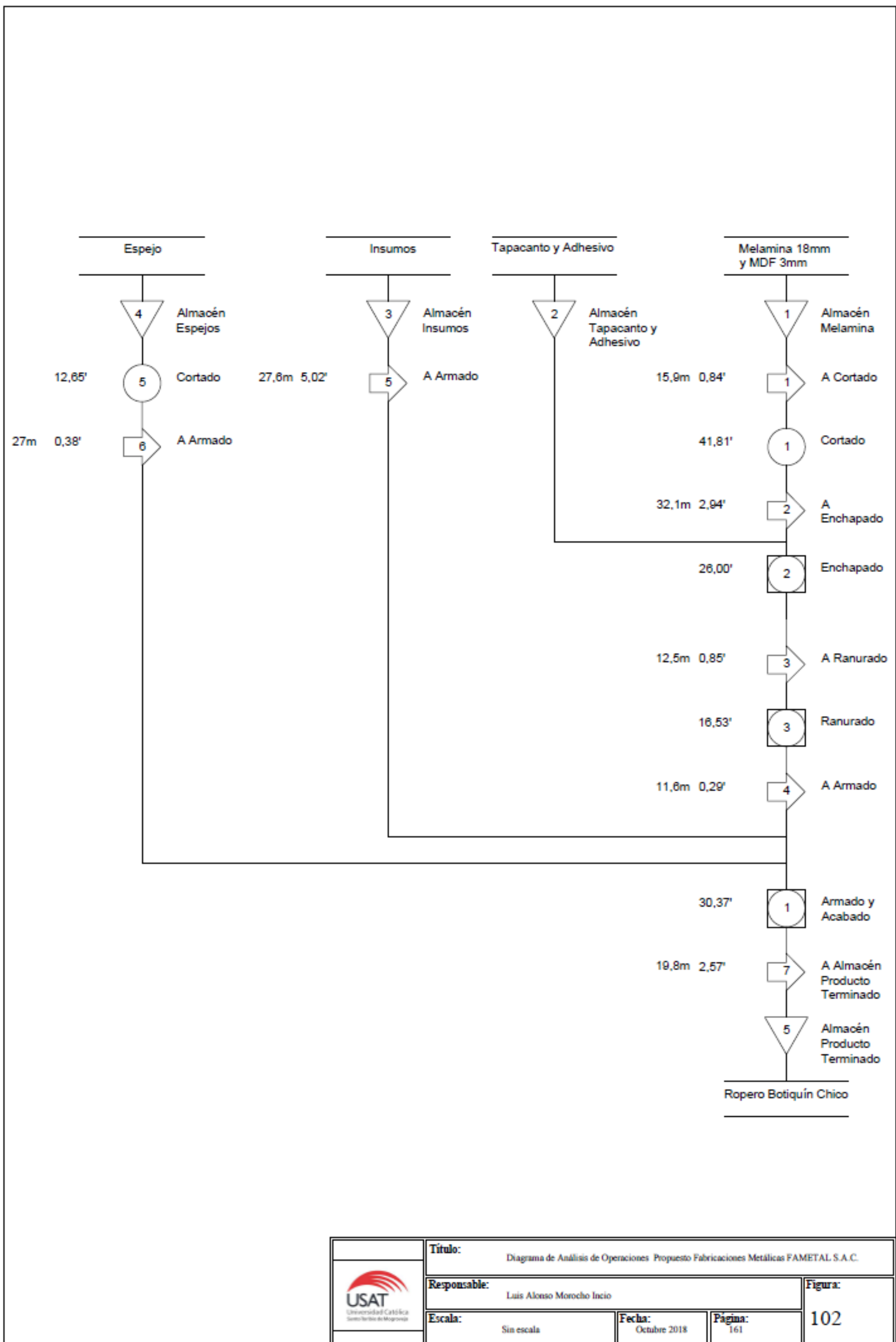
Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.


Gracias a la propuesta para el incremento de la rentabilidad, los tiempos de transporte se han reducido de 25,43 minutos/ropero a 12,89 minutos/ropero; lo que representa una disminución de 49,31%.

$$\text{Variación de tiempo de transportes} = \frac{12,89' - 25,43'}{25,43'}$$

$$\text{Variación de tiempo de transportes} = -49,31\%$$

Asimismo, considerando los nuevos tiempos y distancias de transporte, se presenta en la Figura N°, el nuevo Diagrama de Actividades del Proceso para la elaboración del ropero botiquín chico en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

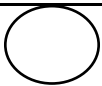
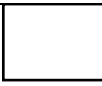


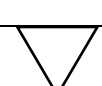


 USAT Universidad Católica Santo Tomás de Magariños	Título: Diagrama de Análisis de Operaciones Propuesto Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.	Figura:
	Responsable: Luis Alonso Morocho Incio	102
	Escala: Sin escala	Fecha: Octubre 2018

En el Diagrama de Análisis de Proceso propuesto, se puede observar que, tras la propuesta de mejora del proceso productivo, ahora se cuentan con 17 actividades, las cuales incluyen dos operaciones con un tiempo total de 61,97 minutos, tres actividades combinadas de inspección y operación con un tiempo de 330,33 minutos, siete actividades de transporte con 12,89 minutos y cinco actividades de almacenamiento.

Este resumen se puede visualizar en la Tabla N° 64, donde también se muestra el porcentaje que cada una de este tipo de actividades representa en función al tiempo total de producción, el cual es de 405,19 minutos por ropero, asimismo se muestra que las actividades que generan valor agregado representan un 96,82% y las actividades que no generan valor agregado representan un 3,18%.

Tabla N° 64: Resumen Diagrama de Análisis de Proceso Propuesto

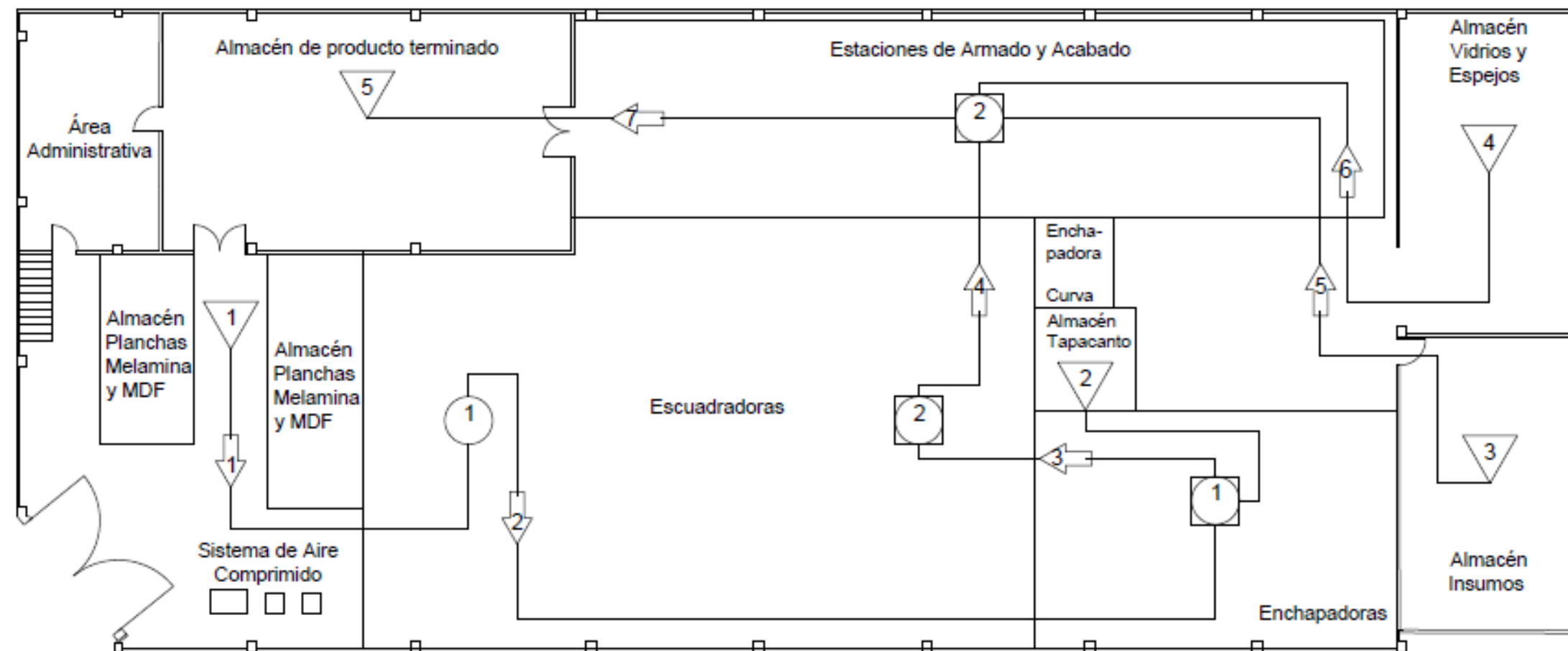
Símbolo	Actividad	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Porcentaje
	Operación	2	61,97		15,29%
	Inspección	0	0,00		0,00%
	Operación e Inspección	3	330,33		81,52%
	Transporte	7	12,89	255,00	3,18%
	Almacenamiento	5			
ACTIVIDADES CON VALOR AGREGADO		5	392,30	0,00	96,82%
ACTIVIDADES SIN VALOR AGREGADO		12	12,89	255,00	3,18%
TOTAL		17	405,19	255,00	100,00%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Así como se elaboró el diagrama de operaciones y el diagrama de análisis de proceso, en la Figura N° 103 se presenta el diagrama de recorrido propuesto. En esa figura se puede observar la ausencia de cruces en el flujo de los materiales en el proceso productivo.

En la Figura N° 104 se muestra el Cursograma Analítico de Proceso para la elaboración del Ropero Botiquín Chico, considerando los tiempos promedio esperados para la realización de cada actividad, los cuales hacen un total de 261,87 minutos por ropero.

En este diagrama se puede observar que han sido eliminadas varias actividades que no generaban valor agregado al producto, como lo son el almacenamiento de productos en proceso y las demoras que extendían el tiempo de producción, principalmente en la etapa de armado del ropero en estudio.




	Título: Diagrama de Recorrido Propuesto Fabricaciones Metálicas FAME TAL S.A.C.			Figura: 103
	Responsable: Luis Alonso Merocho Incio			
	Escala: 1/150	Fecha: Octubre 2018	Página: 164	

Figura N° 104: Cursograma Analítico de Proceso Propuesto

Cursograma Analítico				Operario / Material / Equipo					
Diagrama núm. 1 de 1		Hoja núm. 1 de 1		Resumen					
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Ropero Botiquín Chico				Operación		23			
Actividad:				Transporte		7			
Elaboración del ropero botiquín chico.				Retrasos		0			
Método: Actual/ Propuesto				Inspección		0			
Lugar:				Almacenamiento		0			
Planta Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.				Distancia (metros)		146,5			
Operario(s):				Tiempo (min)		261,87			
Operación 1-8		Ficha núm.	Sin ficha	Costo					
Compuesto: L. Morocho Incio		Fecha:	Mar-18	Mano de Obra					
Aprobado por:		Fecha:		Material					
				Total					
Descripción de los elementos			Can-tidad	Dist-ancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo			Observaciones
Transporte a Cortado				15,9	0,84	○	●	D □ ▽	
Refilar Plancha 1					1,00	●	⇨	D □ ▽	
Cortar Plancha 1					2,50	●	⇨	D □ ▽	
Refilar Plancha 2					1,00	●	⇨	D □ ▽	
Cortar Plancha 2					9,50	●	⇨	D □ ▽	
Cortar Plancha 1					11,00	●	⇨	D □ ▽	
Refilar Plancha MDF					1,00	●	⇨	D □ ▽	
Cortar Plancha MDF					4,00	●	⇨	D □ ▽	
Transporte a Enchapado				32,1	2,94	○	●	D □ ▽	
Cargar el tapacanto a la máquina					2,00	●	⇨	D □ ▽	
Encender y programar enchapadora					1,00	●	⇨	D □ ▽	
Enchapar piezas					22,00	●	⇨	D □ ▽	
Transporte a Ranurado				12,5	0,85	○	●	D □ ▽	
Calibrar escuadradora					4,00	●	⇨	D □ ▽	
Ranurar piezas					7,00	●	⇨	D □ ▽	
Transporte de piezas a estación de trabajo				11,6	0,29	○	●	D □ ▽	
Disponer la plancha de espejo sobre la mesa de trabajo					1,00	●	⇨	D □ ▽	
Realizar cortes					2,00	●	⇨	D □ ▽	
Transporte de espejo a estación de trabajo				27	0,36	○	●	D □ ▽	
Transporte de insumos a estación de trabajo				27,6	5,02	○	●	D □ ▽	
Armado de Botiquín					15,00	●	⇨	D □ ▽	
Armado de Cajones					48,00	●	⇨	D □ ▽	
Instalación de Correderas					9,00	●	⇨	D □ ▽	
Subensamble de Pieza B					9,00	●	⇨	D □ ▽	
Armado de Base					9,00	●	⇨	D □ ▽	
Armado de Estructura Principal					33,00	●	⇨	D □ ▽	
Puertas					20,00	●	⇨	D □ ▽	
Conclusión de Armado					17,00	●	⇨	D □ ▽	
Acabado					20,00	●	⇨	D □ ▽	
Transporte a almacén de producto terminado				19,8	2,57	○	●	D □ ▽	
Total			0	146,5	261,87	23	7	0 0 0	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.4.2 Nuevos Indicadores del Proceso

Como resultados de las mejoras al proceso productivo de muebles de melamina, se presentan los siguientes cálculos de Indicadores del proceso en Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.4.2.1 Producción

Tras la propuesta de mejora, el tiempo de ciclo promedio se redujo a 39,00 minutos por ropero (Figura N° 96), conservando el tiempo base, en el cual se considera que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. trabaja 50 horas a la semana, las 52 semanas del año.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Producción promedio} = \frac{50 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} * 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} * 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}}}{39,00 \text{ minutos/ropero}}$$

$$\text{Producción promedio} = 4000 \frac{\text{roperos}}{\text{año}}$$

Este valor significa que, tras la propuesta de mejora, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. producirá 2591 roperos botiquín chico por cada año, trabajando bajo tiempos promedio.

Considerando la implementación de Tiempos Estándares, el tiempo de ciclo se redujo a 57,97 minutos por ropero (Figura N° 95), conservando el tiempo base, en el cual se considera que Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. trabaja 50 horas a la semana, las 52 semanas del año.

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

$$Producción Estándar = \frac{50 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} * 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} * 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}}}{57,97 \text{ minutos/ropero}}$$

$$Producción Estándar = 2591 \frac{\text{roperos}}{\text{año}}$$

Este valor significa que, tras la propuesta de mejora, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. producirá 2591 roperos botiquín chico por cada año, bajo el uso de tiempos estándar.

3.4.2.2 Productividad

3.4.2.2.1 Productividad de Materia Prima

Se calculará la relación entre la producción obtenida y la cantidad de melamina utilizada en el proceso productivo, bajo la siguiente fórmula:

$$Productividad MP = \frac{Producción}{Cantidad de material utilizado}$$

$$Productividad MP = \frac{2591 \text{ roperos/año}}{10,49 \frac{\text{m}^2 \text{ de melamina}}{\text{ropero}} * 2591 \frac{\text{roperos}}{\text{año}}}$$

$$Productividad MP = 0,09533 \frac{\text{roperos}}{\text{m}^2 \text{ de melamina}}$$

Este valor significa que, tras la implementación de la propuesta de mejora, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. producirá 0,09533 roperos por cada metro cuadrado de melamina utilizada para su producción, este valor no ha cambiado respecto al anterior a la mejora propuesta.

3.4.2.2 Productividad de Mano de Obra

Se calculará la relación entre la producción obtenida y el número de operarios en el área de producción, bajo la siguiente fórmula:

$$Productividad\ MO = \frac{Producción}{Número\ de\ operarios}$$

Como se explicó en la descripción de la mano de obra (página 55), Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. cuenta con 8 operarios: 2 en cortado y 6 en armado.

Con ese dato, se procede a realizar el cálculo de la productividad promedio y estándar de mano de obra.

$$Productividad\ MO\ Promedio = \frac{4000\ roperos/año}{8\ operarios}$$

$$Productividad\ MO\ Promedio = 500 \frac{roperos}{operario - año}$$

$$Productividad\ MO\ Estándar = \frac{2591\ roperos/año}{8\ operarios}$$

$$Productividad\ MO\ Estándar = 323,88 \frac{roperos}{operario - año}$$

Este valor significa que, al implementar la propuesta de mejora, cada operario de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. producirá 500 roperos por año en promedio, con un estándar de 323 roperos por año.

3.4.2.2.3 Productividad Económica

Se calculará la relación entre la producción obtenida y el dinero invertido en la producción, bajo la siguiente fórmula:

$$Productividad\ Econ\omicron mica = \frac{Producci\omicron n}{Costos\ de\ producci\omicron n}$$

Para obtener la inversi3n necesaria para la producci3n de un mueble de melamina, se considera que los costos de materia prima son constantes respecto a su valor antes de la propuesta de mejora (Tabla N° 26) e iguales a 509,38 soles. Sin embargo, el costo de la mano de obra si ha variado, tras haberse reducido el tiempo de producci3n (Tabla N° 65 para tiempo promedio y Tabla N° 66 para tiempo est3ndar).

Tabla N° 65: Tabla de Costos Promedio Propuestos – Mano de Obra

Área	Número de Operarios	Tiempo estándar de operaci3n (min)	Tiempo estándar de operaci3n (h)	Costo por hora-operario (S/ / h-operario)	Subtotal (S/)
Cortado	2	30	0,5	9	9
Enchapado, Ranurado y Espejo	1	39	0,65	9	5,85
Armado y Acabado	1	180	3	9	27
TOTAL					41,85

Fuente: Fabricaciones Met3licas FAMETAL S.A.C.

Tabla N° 66: Tabla de Costos Est3ndar Propuestos – Mano de Obra

Área	Número de Operarios	Tiempo estándar de operaci3n (min)	Tiempo estándar de operaci3n (h)	Costo por hora-operario (S/ / h-operario)	Subtotal (S/)
Cortado	2	57,97	0,97	9	17,391
Enchapado, Ranurado y Espejo	1	57,2	0,95	9	8,58
Armado y Acabado	1	277,30	4,62	9	41,595
TOTAL					67,57

Fuente: Fabricaciones Met3licas FAMETAL S.A.C.

De las anteriores tablas se obtiene que el dinero invertido para la producci3n de un ropero botiqu3n chico es de 551,23 soles para tiempo normal y 576,95 soles bajo tiempos est3ndar. Con esos datos, se procede a realizar el c3lculo de la productividad econ3mica.

$$\text{Productividad económica promedio} = \frac{4000 \text{ roperos/año}}{551,23 \frac{\text{soles}}{\text{ropero}} * 4000 \frac{\text{roperos}}{\text{año}}}$$

$$\text{Productividad económica promedio} = 0,00181 \frac{\text{roperos}}{\text{sol}}$$

$$\text{Productividad económica estándar} = \frac{2591 \text{ roperos/año}}{576,95 \frac{\text{soles}}{\text{ropero}} * 2591 \frac{\text{roperos}}{\text{año}}}$$

$$\text{Productividad económica estándar} = 0,00173 \frac{\text{roperos}}{\text{sol}}$$

Este valor significa que, tras la propuesta de mejora, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. produce 0,00181 roperos botiquín chico bajo tiempos promedio por cada sol destinado a la producción de roperos; o 0,00173 roperos botiquín chico bajo tiempos estándar por cada sol destinado a la producción de roperos.

3.4.2.3 Eficiencia

3.4.2.3.1 Eficiencia Física

En el caso de la eficiencia física, la propuesta de mejora del proceso productivo no genera cambios en cuánto material ingresa al proceso de producción del ropero botiquín chico, y cuánto material sale en el ropero, por lo que se mantienen los datos utilizados en la fórmula:

$$Ef. Física = \frac{\text{Material que sale}}{\text{Material que entra}}$$

$$Ef. Física = \frac{7 \text{ m}^2}{10,49 \text{ m}^2} = 0,6673 = 66,73\%$$

Este valor nos indica que, tras la implementación de la propuesta de mejora, se aprovecharán 0,6673 metros cuadrados por cada metro cuadrado de melamina en la fabricación del ropero botiquín chico.

3.4.2.3.2 Eficiencia Económica

El precio de venta del ropero botiquín chico se mantiene en 850 soles. En el cálculo de productividad económica (Página 185) se demostró que la inversión para la elaboración de un ropero botiquín chico es de 551,23 soles bajo tiempo promedio y de 576,95 soles bajo tiempo estándar.

$$Ef. Económica = \frac{Precio\ de\ Venta}{Costos\ de\ producción}$$

Por lo que el cálculo sería:

$$Ef. Económica\ promedio = \frac{850\ soles}{551,23\ soles} = 1,54$$

$$Ef. Económica\ estándar = \frac{850\ soles}{576,95\ soles} = 1,47$$

Este valor nos indica que, tras la implementación de la propuesta de mejora, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. ganará 54 céntimos por cada sol invertido en la producción promedio de muebles de melamina, o 47 céntimos por cada sol invertido en la producción estándar de muebles de melamina.

3.4.2.4 Capacidad

3.4.2.4.1 Capacidad de Diseño o Proyectada

Tras la implementación de la propuesta de mejora, la capacidad de diseño de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. se mantiene constante a 3000 muebles/año.

3.4.2.4.2 Capacidad Real o Efectiva

La producción que se obtuvo tras el análisis del ciclo de producción del estado posterior a la implementación de la propuesta de mejora, es de 2591 muebles/año.

3.4.2.4.3 Capacidad Utilizada

Tras la implementación de la propuesta de mejora, la capacidad utilizada aumentó a 86,37%.

$$\text{Utilización: } \frac{2591 \text{ ropero/año}}{3000 \text{ ropero/año}} = 86,37\%$$

3.4.2.4.4 Capacidad Ociosa

Tras la implementación de la propuesta de mejora, la capacidad ociosa se reduce a 409 roperos por año.

$$\text{Capacidad Ociosa: } 3000 \frac{\text{muebles}}{\text{año}} - 2591 \frac{\text{muebles}}{\text{año}} = 409 \frac{\text{ropero}}{\text{año}}$$

3.4.3 Cuadro Comparativo de Indicadores

Tras los cálculos anteriormente mostrados, se presenta el cuadro comparativo de los indicadores del proceso en la Tabla N° 67

Tabla N° 67: Cuadro comparativo de indicadores del proceso

Indicador	Unidad	Valor Anterior	Valor Propuesto	% Variación	Valor Estándar
Tiempo del proceso	minutos/ ropero	590,41	261,89	-55,64%	405,19
Tiempo de ciclo	minutos/ ropero	87,15	39	-55,25%	57,97
Eficiencia de Línea	%	73,99	89,74	15,75%	98,11
Producción	ropero/ año	1790	4000	123,46%	2591
Productividad de materia prima	ropero/ m2 de melamina	0,09533	0,09533	0,00%	0,09533
Productividad de mano de obra	ropero/ operario- año	223,75	500	123,46%	323,875
Productividad Económica	ropero/ sol	0,00158	0,00181	14,56%	0,00173
Eficiencia Física	%	66,73	66,73	0,00%	66,73
Eficiencia Económica		1,34	1,54	14,93%	1,47
Tiempo de Transportes	minutos	25,43	12,89	-49,31%	
Número de cruces en flujo de producción		10	0	-100,00%	
Área de material acumulado	m2	58	0	-100,00%	

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Como se muestra en la Tabla N° 67, tras la propuesta de mejora se logró reducir el tiempo del proceso productivo de 590,41 minutos por ropero a 261,89 minutos por ropero en promedio y a 405,19 minutos por ropero de manera estándar, que representa una variación de -55,64%. Asimismo, se logró reducir el tiempo de ciclo de 87,15 minutos por ropero a 39 minutos por ropero en promedio y 57,97 minutos de manera estándar; este cambio permitió aumentar la producción de 1790 roperos por año a 4000 roperos por año en promedio o 2591 roperos por año de manera estándar, un aumento de 123,46%.

En la Tabla N° 67 también se puede observar que, tras la mejora del proceso productivo, se mantiene la productividad de materia prima en 0,09533 roperos por metro cuadrado de melamina, pero incrementa la productividad promedio de mano de obra en un 123,46% y la productividad económica en 14,56%.

En lo que concierne a la eficiencia; se logró mantener la eficiencia física en 66,73% y, sobretodo, incrementar la eficiencia económica del ropero botiquín chico de 1,34 a 1,54 en promedio o 1,47 de manera estándar, lo que representa un incremento de 14,93%.

Finalmente, los tiempos por actividades improductivas –transportes- se redujeron de 25,43 minutos a 12,89 minutos por ropero, una disminución de 49,31%; se logró eliminar los cruces en el flujo del material y el área de material acumulado. Gracias al balanceo de líneas, la línea de producción del ropero botiquín chico incrementó su eficiencia a 89,74% en promedio o 98,11% de forma estándar.

3.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Los cálculos presentados en el siguiente apartado son hechos únicamente para la propuesta de mejora del proceso productivo y los resultados directos de su implementación. Esto quiere decir que solo se considerarán los ingresos y los costos de producción por cada ropero adicional producido gracias a la propuesta de mejora.

El número de roperos producidos adicionalmente después de la implementación de la propuesta de mejora es:

$$\frac{2\,591 \frac{\text{ropero}}{\text{año}} - 1\,790 \frac{\text{ropero}}{\text{año}}}{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}}} = 66 \frac{\text{ropero}}{\text{mes}}$$

Conforme se indica en la Tabla N° 77, las inversiones son realizadas en el mes de enero y los beneficios se perciben a partir del mes de febrero.

3.5.1 Proyección de Ingresos

La proyección de ingresos se puede observar en la Tabla N° 68. Se puede visualizar que en el mes de enero no se presentan unidades adicionales de producción dado a que es el mes en el que se realizan las mejoras, las unidades adicionales de producción son tangibles a partir del mes de febrero.

Tabla N° 68: Proyección de Ingresos

	Unidades Producidas Adicionales	Precio de Venta (S/)	Ingreso Mensual (S/)
Enero	0	850	0
Febrero	66	850	56 100
Marzo	66	850	56 100
Abril	66	850	56 100
Mayo	66	850	56 100
Junio	66	850	56 100
Julio	66	850	56 100
Agosto	66	850	56 100
Setiembre	66	850	56 100
Octubre	66	850	56 100
Noviembre	66	850	56 100
Diciembre	66	850	56 100

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.5.2 Proyección de Egresos

La proyección de egresos se realizará considerando cada una de las actividades mencionadas en la propuesta de mejora.

a) Estandarización del Métodos de Trabajo y Balance de Línea

a.1) Fabricación de carros de transporte

Como se mostró en la Tabla N° 42, los insumos necesarios para la fabricación de los dos carros de transporte propuestos. Los costos de estos insumos se presentan en la Tabla N° 69 se muestran los costos de fabricación para los dos carros de transporte mostrados en la propuesta, los cuales suman un total de 300 soles.

Tabla N° 69: Costos de Fabricación de Carros de Transporte

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Melamina	1	S/ 135,00	S/ 135,00
Tubo electrosoldado circular 1/2"	2	S/ 25,00	S/ 50,00
Ruedas	12	S/ 2,50	S/ 30,00
Horas-hombre	6	S/ 9,00	S/ 54,00
Otros costos			S/ 31,00
TOTAL			S/ 300,00

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

a.2) Entrega de Procedimientos

Antes de calcular los costos por impresiones y entrega de procedimientos, se procede a determinar cuántas hojas deberán ser impresas. Se presenta en la Tabla N° 70 el cálculo referente al número de hojas de procedimientos a imprimir, los cuales suman 183 hojas.

Tabla N° 70: Número de Hojas a Imprimir

Procedimiento	Cantidad de juegos	Hojas por procedimiento	Subtotal
Cortado Melamina y MDF	4	14	56
Enchapado	3	6	18
Ranurado	3	3	9
Cortado Espejo	3	3	9
Armado y Acabado	7	13	91
TOTAL			183

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

Con este valor, procederemos a calcular el costo de las 183 impresiones a color de los procedimientos y el costo de mano de obra que representa una hora de cada operario del área de producción de muebles de melamina (8 operarios) y del supervisor del área para realizar la entrega formal de estos documentos. Este costo asciende a 130 soles y se puede visualizar en la Tabla N° 71.

Tabla N° 71: Costos por entregas de procedimiento

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Impresiones	183	S/ 0,20	S/ 36,60
Horas-hombre	9	S/ 9,00	S/ 81,00
Imprevistos			S/ 12,40
TOTAL			S/ 130,00

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

a.3) Capacitación en Nuevo Método de Trabajo

Respecto a los costos por capacitación en nuevo método de trabajo, se consideran cinco horas de capacitación en los nuevos métodos de trabajo para los ocho operarios. Esta capacitación será brindada por el Jefe de Planta, como parte de sus responsabilidades y por la cual recibirá un incentivo de 90 soles. En la Tabla N° 72 se muestra los costos definidos para la capacitación de los operarios en el nuevo método de trabajo, los cuales ascienden a 450 soles.

Tabla N° 72: Costos de Capacitación en Nuevo Método de Trabajo

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Horas-hombre	40	S/ 9,00	S/ 360,00
Capacitador - Jefe de Planta			S/ 90,00
TOTAL			S/ 450,00

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

b) Redistribución de Planta

Los costos asociados a la Redistribución de Planta se muestran en la Tabla N° 73, esta actividad se realizaría en el último fin de semana (viernes, sábado, domingo) del mes de inversiones; motivo por el cual se perderían 14 horas laborales (9 del viernes y 5 del sábado). Estas 14 horas laborales perdidas representan 112 horas-hombre no trabajadas y 21 roperos no fabricados bajo el método antiguo.

Se estiman los costos por nivelación del suelo, desanclaje y traslado de los materiales en 25 000 soles, con 6 142 soles adicionales destinados a imprevistos. La suma total de todos los costos por redistribución de planta se presenta en la Tabla N° 73, la cual asciende a 50 000 soles.

Tabla N° 73: Costos de Redistribución de Planta

Item	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Horas-hombre no laboradas	112	S/ 9,00	S/ 1 008,00
Roperos no fabricados	21	S/ 850,00	S/ 17 850,00
Nivelar suelo, desanclaje y transporte de máquinas y materiales			S/ 25 000,00
Imprevistos			S/ 6 142,00
TOTAL			S/ 50 000,00

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

La suma de egresos por inversiones se puede observar en la Tabla N° 74. Se necesita un presupuesto de 300 soles para la construcción de los dos carros de carga de planchas de melamina y MDF mencionados en la página 98; 130 soles para la impresión de procedimientos y organización de la reunión en la cual se hará entrega de los procedimientos a los 8 operarios de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C; 450 soles como presupuesto para la capacitación e implantación del nuevo método de trabajo y 50 000 soles de presupuesto para la redistribución de planta.

Tabla N° 74: Inversiones

ACTIVIDAD	PRESUPUESTO (S/)
1. Construcción de dos carros de carga de planchas	300
2. Entrega de procedimientos	130
3. Redistribución de planta	50 000
4. Capacitación e implantación de nuevo método de trabajo	450
TOTAL	50 880

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

La proyección de egresos se puede observar en la Tabla N° 75. Se puede visualizar que, como se mencionó anteriormente, las inversiones se realizan en el mes de enero; y que, a partir del mes de febrero, el aumento en las unidades producidas conlleva a aumento en los costos de producción, los cuales eran equivalentes a 576,95 soles por ropero (Página 186)

Tabla N° 75: Proyección de Egresos

	Unidades adicionales producidas	Inversión	Costos de Producción Adicionales (S/)	Total (S/)
Enero	0	50 880		50 880
Febrero	66		38 078,7	38 078,7
Marzo	66		38 078,7	38 078,7
Abril	66		38 078,7	38 078,7
Mayo	66		38 078,7	38 078,7
Junio	66		38 078,7	38 078,7
Julio	66		38 078,7	38 078,7
Agosto	66		38 078,7	38 078,7
Setiembre	66		38 078,7	38 078,7
Octubre	66		38 078,7	38 078,7
Noviembre	66		38 078,7	38 078,7
Diciembre	66		38 078,7	38 078,7

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.5.3. Flujo de Caja

En la Tabla N° 76, se puede observar el flujo de caja proyectado a un año para la propuesta de mejora del proceso productivo, tomando los ingresos generados por las unidades adicionales producidas, como se explicó anteriormente en la Tabla N° 68, y los egresos producidos por estas unidades adicionales (costo de producción) y las inversiones (Tabla N° 75).

La propuesta de mejora planteada demuestra ser una opción rentable para Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. dado que presenta un Valor Actual Neto positivo de 60 969,47 soles y una Tasa Interna de Retorno del 34%, el cual es mayor al valor de referencia de 11%. Estos indicadores demuestran que, para la empresa de estudio, conviene más invertir en esta propuesta que depositar la cantidad invertida en un banco a una tasa de 11%, generando ganancias respecto a esta opción por 60 969,47 soles.

Tabla N° 76: Flujo de caja

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS												
Unidades adicionales	0	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
Ventas	S/ -	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00
Ingresos totales	S/ -	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00	S/ 56 100,00
EGRESOS												
Inversión	S/ 50 880,00											
Costos de producción		S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70
Egresos Totales	S/ 50 880,00	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70	S/ 38 078,70
FLUJOS												
Flujo Neto	-S/ 50 880,00	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30	S/ 18 021,30
Flujo Acumulado	-S/ 50 880,00	-S/ 32 858,70	-S/ 14 837,40	S/ 3 183,90	S/ 21 205,20	S/ 39 226,50	S/ 57 247,80	S/ 75 269,10	S/ 93 290,40	S/ 111 311,70	S/ 129 333,00	S/ 147 354,30

VAN	S/ 60 969,47
TIR	34%

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

3.5.4. Relación Beneficio / Costo

Para el cálculo de la relación beneficio/costo, se aplicará la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Valor presente (Ingresos)}}{\text{Valor presente (Egresos)}}$$

Donde los ingresos y egresos son los totales mostrados en la Tabla N° 76, obteniendo los siguientes valores:

$$\frac{B}{C} = \frac{S/ 348 185,51}{S/ 287 216,04} = 1,21$$

La Relación Beneficio/Costo nos indica un valor de 1,21; este valor representa que, por cada sol invertido en la propuesta de mejora descrita en la presente investigación, Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. tendrá una ganancia de 21 céntimos.

3.6 PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA

Como se explicó en el apartado de análisis económico, las inversiones y las acciones de mejora se realizarán en el mes de enero, percibiendo los cambios de la propuesta de mejora a partir del febrero hasta el mes de diciembre. En la Tabla N° 77 se presenta el plan de acción para la mejora, el cual incluye responsables, recursos, presupuesto y resultados entregables.

Tabla N° 77: Plan de acción para la mejora

OBJETIVO DE MEJORAMIENTO: INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MUEBLES DE MELAMINA																			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRONOGRAMA												RECURSOS			PRESUPUESTO	RESULTADO (ENTREGABLE)	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAT	HUM	EQ U			
1. Construcción de dos carros de carga de planchas	Jefe de Planta	X													Melamina: 1 plancha Tubo electrosoldado circular 1/2": 2 unid Ruedas: 12 unid	9 horas-hombre		S/ 300,00	2 Carros de carga de plancha de melamina
2. Entrega de procedimientos	Jefe de Planta	X													Impresiones: 150 páginas a color	9 hora-hombre		S/ 130,00	Acta de entrega de procedimientos
3. Redistribución de planta	Jefe de Planta	X													Ingreso no percibido: 21 roperos no fabricados	112 hora-hombre		S/50 000,00	Planta redistribuída
4. Capacitación e implantación de nuevo método de trabajo	Jefe de Planta		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			40 hora-hombre		S/ 450,00	Acta de capacitación en nuevo método de trabajo

Fuente: Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C.

IV. CONCLUSIONES

1. La propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina en la empresa Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. permite aumentar su rentabilidad con un VAN de S/ 60 969,47 y una relación beneficio/costo de 1,21; incrementando la eficiencia económica de los productos en 14,93% de 1,34 a 1,54.
2. Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. es una empresa del sector manufacturero dedicada a la producción de estructuras metálicas y muebles de melamina. La línea de muebles de melamina cuenta con una producción de 1790 unidades por año, eficiencia de línea del 74% y una eficiencia económica de 1,34. Se detectó gran cantidad de tiempos improductivos, cruces en el flujo de material y amplios tiempos de transportes; y acumulación de material en proceso a nivel de enchapado y de armado.
3. Para minimizar los tiempos improductivos se determinó estandarizar el método de producción a través de la asignación de procedimientos a los operarios y el uso de tiempos estándar. Para disminuir los cruces en el flujo de material y los tiempos de transportes se determinó redistribuir la planta de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. mediante los métodos SLP y de Güerchet. Finalmente, para eliminar la acumulación de material en proceso se determinó balancear la línea de producción de muebles de melamina.
4. Se elaboró la propuesta de mejora basado en las actividades anteriormente definidas. Gracias a la propuesta se logró eliminar la acumulación de material y los cruces en el flujo de producción, se redujo el tiempo de ciclo de 87,15 minutos por unidad a 39 minutos por unidad en promedio y se aumentó la producción en 123,46% a 4000 unidades al año. La eficiencia de línea aumento a 89,74% en promedio y la eficiencia económica aumentó en un 14,93% de 1,34 a 1,54.
5. La propuesta de mejora del proceso productivo de muebles de melamina diseñada es rentable para Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. con una inversión de S/50880 se tiene un VAN de S/ 60 969,47 y un TIR de 34%. Al evaluar la relación beneficio/costo se obtuvo un valor de 1,21; el cual indica que, por cada sol invertido, la empresa en estudio tiene ganancias por 21 céntimos.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de los métodos de trabajo de la línea de producción de estructuras metálicas de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. la cual no ha quedado fuera del alcance de esta investigación.
- Se recomienda realizar un estudio acerca de los procesos de compras y almacenamiento de Fabricaciones Metálicas FAMETAL S.A.C. de tal manera se pueda determinar cantidades óptimas de compra de insumos y los requerimientos de superficie que se necesite para almacenarlos.
- Se recomienda continuar este estudio aplicando metodologías de Lean Manufacturing para reducir las mermas que queden fuera del alcance de esta investigación.

VI. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Buchari, Tarigan y Ambarita, «Production layout improvement by using line balancing and Systematic Layout Planning (SLP) at PT.XYZ,» *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, n° 309, 2018.
- [2] A. Nalan Gülten, «Balancing of a Sofa Assembly Line and Its Assessment by Simulation,» *Journal of The Faculty of Economics and Administrative Sciences*, vol. 5, n° 1, pp. 95-120, 2015.
- [3] Z. Li, L. Qin y Z. Cao, «Aplicación del Método SLP para el Diseño de Instalaciones de un Taller,» *Applied Mechanics and Materials*, n° 190, pp. 28-32, 2012.
- [4] N. Thi Lam, L. Minh Toi, V. T. Thanh Tuyen y D. Ngoc Hien, «Balanceo de líneas lean para una línea de ensamblaje de artefactos electrónicos,» *Procedia CIRP*, n° 40, pp. 437-442, 2016.
- [5] E. Gundogar, M. Sari y A. Kokcam, «Eliminación de cuellos de botella dinámicos en una línea de manufactura de colchones usando Teoría de Restricciones,» *SpringerPlus*, n° 5, 2016.
- [6] G. Kanawaty, Introducción al estudio del trabajo, México D.F.: Limusa, 2006.
- [7] A. Caso, Técnicas de Medición del Trabajo, Madrid: Fundación Confemetal, 2006.
- [8] A. Freivalds y B. Niebel, Ingeniería industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo, México D.F.: McGraw-Hill, 2014.
- [9] J. Heizer y B. Render, Dirección de la Producción y Operaciones: Decisiones Estratégicas, Madrid: Pearson Educación, 2007.
- [10] R. Muther y L. Hales, Systematic Layout Planning, USA: Management & Industrial Research Publications, 2015.
- [11] B. Díaz, B. Jarufe y M. Noriega, Disposición de planta, Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima, 2007.
- [12] F. Meyers, Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil, México: Pearson Educación, 2000.
- [13] R. García Criollo, Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo, México: McGraw Hill, 1998.

- [14] MASISA, «2015-07 Ficha MDP ALTA,» [En línea]. Available: http://www.masisa.com/chi/wp-content/files_mf/1445617424201507FichaMDPBAJA.pdf. [Último acceso: 21 Marzo 2018].
- [15] Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, Manual de Carpintería de Muebles de Melamina, Lima: Cartolan Editores SRL, 2014.
- [16] MASISA, «Ficha Técnica MASISA MDF,» [En línea]. Available: http://www.masisa.com/mex/wp-content/files_mf/1492019048MDF.pdf. [Último acceso: 23 Marzo 2018].
- [17] Robland, «Z3200 Technical Data,» [En línea]. Available: <http://www.robland.com/beheer/public/document-upload/Z3200-EN-DU.pdf>. [Último acceso: 2018 Marzo 24].
- [18] Casadei Machine, «Single Function Machines,» [En línea]. Available: http://www.casadeibusellato.com/network-siti-locali/casadei-busellato/prodotti-inseriti/depliant/monofunzione_rev01_apr15_ing_fra_0000556889l.pdf. [Último acceso: 2018 Marzo 24].
- [19] Grupo Benaute, «Enchapadoras Industriales,» [En línea]. Available: http://www.grupobenaute.com/enchapadoras_industriales.html. [Último acceso: 5 Abril 2017].
- [20] Baldor-Tech, «BD-15A-FIXED SPEED COMPRESSORS-GUANGDONG BALDOR-TECH CO., LTD,» [En línea]. Available: <http://www.baldor-tech.com/en/content/?334.html>. [Último acceso: 25 Marzo 2018].
- [21] Baldor-Tech, [En línea]. Available: <http://www.baldor-tech.com/en/content/?426.html>. [Último acceso: 25 Marzo 2018].
- [22] J. Beltrán, Indicadores de Gestión: Herramientas para lograr la competitividad, México: 3R Editores, 1998.