



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS
DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE
MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA**

Lendy Mishelle Bermúdez Cortez

Asesorada por el Ing. Erik Leonel García Santana

Guatemala, enero de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS
DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE
MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LENDY MISHELLE BERMÚDEZ CORTEZ

ASESORADA POR EL ING. ERIK LEONEL GARCÍA SANTANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADORA	Inga. Mayra Virginia Castillo Montes
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de abril de 2016.

Lendy Mishelle Bermúdez Cortez

Guatemala 24 de abril del 2,019

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Respetable Ingeniero Urquizú:

Cordialmente me dirijo a usted para infórmale que he revisado el informe final de trabajo de graduación titulado: **“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA”**. Desarrollado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial Lendy Mishelle Bermúdez Cortez, que se identifica con número de carné: 2012-12862

Por lo tanto, considero que el informe final de trabajo de graduación cumple con los requisitos para su aprobación.

Atentamente,

INGENIERO
ERIK GARCIA SANTANA
COLEGIADO No. 5721



Ing. Erik Leonel García Santana
Colegiado 5721
ASESOR



REF.REV.EMI.132.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA**, presentado por la estudiante universitaria **Lendy Michelle Bermúdez Cortez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Erwin Alfredo Izeppi Oliva
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 10562

Ing. Erwin Alfredo Izeppi Oliva
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2019.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.108.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPOS AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA**, presentado por la estudiante universitaria **Lendy Mishelle Bermúdez Cortez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

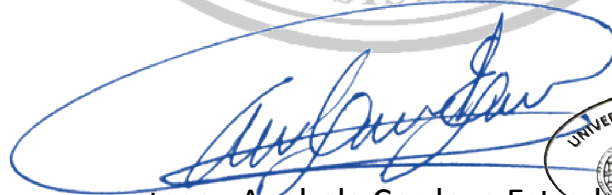
Guatemala, noviembre de 2020.

/mgp

DTG. 005.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS DE MANO DE OBRA, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE OPERACIONES Y ESTUDIOS DE TIEMPO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MANTILLAS CON BARRAS EN UNA DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA**, presentado por la estudiante universitaria: **Lendy Mishelle Bermúdez Cortez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, enero 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por nunca soltar mi mano, por su divina misericordia conmigo y por las infinitas muestras de su amor día a día reflejadas en los seres queridos que me rodean.

Mis padres

Carlos Bermúdez y Lendy Cortez. Por su amor incondicional y lucha constante para que no nos faltara nada a mí y mis hermanos. Por sus sacrificios y alientos para seguir adelante. Con todo el amor para ustedes.

Mi esposo

Daniel Vargas, por tu amor sincero e incondicional, por la gran bendición que eres para mi vida y porque me haces ser mejor persona. Doy gracias infinitas a Dios por haberte elegido para mí. Te amo

Mi hija

Keylin Daniela Vargas, por ser nuestro sueño hecho realidad, por la luz que irradas día a día y por ser nuestro motor de vida. Te amo con todas mis fuerzas y esto es por ti, mi amor.

Mis hermanos

Alex, Fernando y Bryan Bermúdez, por su amor, apoyo y bellos momentos compartidos a lo largo de nuestras vidas. Los amo grandemente.

Mis abuelos

Francisco Bermúdez (q. e. p. d.), Elvira Martínez (q. e. p. d.), Herwin Cortez (q. e. p. d.) y María Elena Archila por su amor, apoyo y consejos para ser una persona de bien.

Mis suegros

Vinicio Vargas y Norma Ampérez, por su apoyo y muestras de afecto. Dios los bendiga grandemente.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el centro de formación que me brindó todos los conocimientos adquiridos para desenvolverme en el ámbito profesional.
Facultad de Ingeniería	Por haberme brindado las herramientas necesarias para ser un profesional que aporte algo a la sociedad.
Ing. Erik Leonel García Santana	Por la confianza en mi persona y por guiarme en este trabajo de graduación.
Distribuidora Litográfica	Por abrirme las puertas de su empresa y permitirme realizar mi trabajo de graduación. Por el personal que me apoyó y brindó ayuda en lo que necesitaba.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Valores.....	1
1.1.3. Reglamentos internos de trabajo.....	2
1.1.4. Descripción de actividades de la empresa	3
1.1.5. Organización.....	4
1.1.5.1. Distribución y descripción del	
personal.....	4
1.1.6. Distribución de planta	8
1.1.7. Maquinaria y herramienta	10
1.2. Marco conceptual.....	14
1.2.1. Productividad	14
1.2.2. Estudio de métodos de trabajo	15
1.2.2.1. Simplificación.....	15
1.2.2.2. Objetivos.....	16
1.2.2.3. Procedimientos.....	16
1.2.3. Métodos gráficos	18

1.2.3.1.	Diagrama de operaciones de proceso.....	18
1.2.3.1.1.	Definición	18
1.2.3.1.2.	Objetivos	18
1.2.3.1.3.	Elaboración de diagrama	19
1.2.3.2.	Diagrama de flujo de proceso	21
1.2.3.2.1.	Definición	21
1.2.3.2.2.	Objetivos	22
1.2.3.2.3.	Elaboración del diagrama	22
1.2.3.3.	Diagrama de recorrido de proceso.....	24
1.2.3.3.1.	Definición	24
1.2.3.3.2.	Objetivos	24
1.2.3.3.3.	Elaboración de diagrama	25
1.2.4.	Técnicas de estudio de micromovimientos: análisis de operaciones	25
1.2.4.1.	Diagrama de análisis de operaciones..	26
1.2.4.2.	Diagrama operador/máquina	26
1.2.4.3.	Diagrama bimanual	27
1.2.4.4.	Principio de la economía de movimientos	29
1.2.5.	Estudio de tiempos	32
1.2.5.1.	Concepto	32
1.2.5.2.	Objetivos.....	33
1.2.5.3.	Requerimientos	33
1.2.5.4.	Preparación del estudio de tiempos.....	34
1.2.5.5.	Ejecución del estudio de tiempos.....	35

1.2.5.6.	Tolerancia.....	37
1.2.5.6.1.	Tipos de tolerancia.....	37
1.2.5.6.2.	Métodos para aplicar tolerancia	38
1.2.5.7.	Tablas de Westinghouse, General Electric.....	39
1.2.6.	Balance de líneas	42
1.2.7.	Jornada laboral	50
1.2.7.1.	Definición.....	50
1.2.7.2.	Tipos de jornadas laborales	51
1.2.8.	Mano de obra.....	52
1.2.8.1.	Mano de obra directa	53
1.2.8.2.	Mano de obra indirecta.....	53
1.2.9.	Sistemas de gestión para la mejora continua	53
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	67
2.1.	Proceso de medición y corte de mantillas	67
2.1.1.	Materias primas	70
2.1.2.	Diagrama de operaciones.....	71
2.1.3.	Diagrama de flujo.....	73
2.1.4.	Diagrama de recorrido	77
2.2.	Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	78
2.2.1.	Materias primas	81
2.2.2.	Diagramas de operaciones.....	83
2.2.3.	Diagrama de flujo.....	87
2.2.4.	Diagrama de recorrido	92
2.3.	Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	93
2.3.1.	Materias primas	94

2.3.2.	Diagramas de operaciones.....	96
2.3.3.	Diagrama de flujo.....	100
2.3.4.	Diagrama de recorrido.....	104
2.4.	Cálculo de eficiencia.....	104
2.5.	Producción y productividad actual.....	106
2.6.	Costo de mano de obra actual.....	107
3.	ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS.....	109
3.1.	Análisis de operaciones.....	109
3.1.1.	Proceso de medición y corte de mantillas según formato establecido.....	109
3.1.1.1.	Estudio de movimientos.....	110
3.1.1.2.	Diagrama de bimanual.....	112
3.1.2.	Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.....	116
3.1.2.1.	Estudio de movimientos.....	117
3.1.2.2.	Diagrama de bimanual.....	119
3.1.3.	Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.....	125
3.1.3.1.	Estudio de movimientos.....	126
3.1.3.2.	Diagrama de bimanual.....	128
3.2.	Estudio de tiempos.....	133
3.2.1.	Proceso de medición y corte de mantillas según formato establecido.....	134
3.2.1.1.	Tiempos cronometrados.....	134
3.2.1.2.	Tiempo normal.....	135
3.2.1.3.	Tolerancias.....	137
3.2.1.4.	Tiempo estándar.....	139

3.2.2.	Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.....	140
3.2.2.1.	Tiempos cronometrados.....	140
3.2.2.2.	Tiempo normal.....	141
3.2.2.3.	Tolerancias	143
3.2.2.4.	Tiempo estándar.....	145
3.2.3.	Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.....	146
3.2.3.1.	Tiempos cronometrados.....	146
3.2.3.2.	Tiempo normal.....	147
3.2.3.3.	Tolerancias	149
3.2.3.4.	Tiempo estándar.....	151
3.3.	Identificación de problemas específicos	152
3.3.1.	Problemas técnicos	152
3.3.2.	Problemas de recursos humanos.....	153
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO.....	154
4.1.	Proceso de medición y corte de mantillas	154
4.1.1.	Diagrama de operaciones.....	155
4.1.2.	Diagrama de flujo.....	158
4.1.3.	Diagrama de recorrido	161
4.1.4.	Diagrama de bimanual.....	162
4.2.	Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	163
4.2.1.	Diagrama de operaciones.....	164
4.2.2.	Diagrama de flujo.....	168
4.2.3.	Diagrama de recorrido	173
4.2.4.	Diagrama de bimanual.....	174
4.3.	Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	177

4.3.1.	Diagrama de operaciones	178
4.3.2.	Diagrama de flujo.....	182
4.3.3.	Diagrama de recorrido	187
4.3.4.	Diagrama de bimanual	188
4.4.	Balance de líneas	191
4.5.	Eficiencia teórica.....	194
4.6.	Producción y productividad teórica que se debe alcanzar	194
4.7.	Costo total de mano de obra	195
4.8.	Mantenimiento de maquinaria y herramientas	196
4.8.1.	Mantenimiento preventivo	197
4.8.2.	Mantenimiento correctivo	200
5.	MEJORA CONTINUA	202
5.1.	Aspectos administrativos y de organización	202
5.2.	Aspectos técnicos y físicos en la línea de producción	203
5.3.	Control de calidad	204
5.4.	Análisis de mejora continua.....	204
6.	IMPACTO AMBIENTAL	210
6.1.	Generación de residuos.....	210
6.1.1.	Costos de generación de residuos.....	211
6.2.	Disposición final de residuos	212
6.3.	Control de riesgo.....	215
	CONCLUSIONES.....	217
	RECOMENDACIONES	219
	BIBLIOGRAFÍA.....	221

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama empresarial de la distribuidora litográfica.....	8
2.	Distribución de planta	9
3.	Ejemplo diagrama de precedencia	46
4.	Guía para medición y corte de mantillas	69
5.	Materia prima utilizada en el proceso de medición y corte de mantillas.....	70
6.	Herramientas utilizadas para el proceso de medición y corte de mantillas.....	71
7.	Diagrama de operaciones del proceso de medición y corte de mantillas.....	72
8.	Diagrama de flujo del proceso de medición y corte de mantillas	74
9.	Diagrama de recorrido del proceso de medición y corte de mantillas ..	77
10.	Materia prima utilizada en el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.....	82
11.	Herramientas utilizadas para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	83
12.	Diagrama de operaciones del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	84
13.	Diagrama de flujo del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.....	87
14.	Diagrama de recorrido del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.....	92

15.	Materia prima utilizada en el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	95
16.	Herramientas utilizadas para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	96
17.	Diagrama de operaciones del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	97
18.	Diagrama de flujo del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	100
19.	Diagrama de recorrido del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	104
20.	Estudio de movimientos del proceso de medición y corte de mantillas.....	110
21.	Diagrama bimanual proceso de medición y corte de mantillas.....	113
22.	Diagrama bimanual proceso de envarillamiento y horneado de mantillas (A).....	117
23.	Diagrama bimanual proceso de envarillamiento y horneado de mantillas (B).....	120
24.	Estudio de movimientos del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	126
25.	Diagrama bimanual proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	129
26.	Estudio de tiempos del proceso medición y corte de mantillas	139
27.	Estudio de tiempos del proceso envarillamiento y horneado de mantillas.....	146
28.	Estudio de tiempos del proceso control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	152
29.	Diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas	156

30.	Diagrama de flujo de procesos propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas	159
31.	Diagrama de recorrido propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas	161
32.	Diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas	162
33.	Diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	165
34.	Diagrama de flujo de procesos propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	169
35.	Diagrama de recorrido propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	174
36.	Diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	175
37.	Diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas	179
38.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas	183
39.	Diagrama de recorrido del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas	187
40.	Diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	188
41.	Esquema de disposición final de residuos	213
42.	Disposición final de residuos generados en distribuidora litográfica en el proceso de transformación de mantillas con barras	214

TABLAS

I.	Símbolos utilizados en el diagrama de proceso de operaciones	20
II.	Símbolos utilizados en el diagrama de flujo de procesos	23
III.	Símbolos utilizados en el diagrama bimanual	28
IV.	Therbling efectivos y no efectivos	31
V.	Sistema de calificación método <i>Westinghouse</i> , General Electric	42
VI.	Balance de línea mediante método minimización de número de estaciones de trabajo.....	47
VII.	Balance de línea mediante método asignación de elementos de trabajo a las estaciones de trabajo.....	49
VIII.	Tipos de desperdicios, síntomas, posibles causas e ideas y herramientas para elimianarlas	55
IX.	Preguntas para evidenciar desperdicios en el proceso	61
X.	Datos para cálculo de eficiencia en la línea de producción de la transformación de mantillas con barras	105
XI.	Costo de mano de obra actual	107
XII.	Interrogantes para análisis crítico de las operaciones del proceso de medición y corte de mantillas (A)	115
XIII.	Interrogantes para análisis crítico de las operaciones del proceso de medición y corte de mantillas (B)	123
XIV.	Interrogantes para análisis crítico de las operaciones del proceso de medición y corte de mantillas (C)	132
XV.	Tiempos cronometrados del proceso de medición y corte de mantillas.....	134
XVI.	Valorización del ritmo de trabajo del proceso de medición y corte de mantillas.....	135
XVII.	Tiempo normal del proceso de medición y corte de mantillas	137

XVIII.	Tolerancias o suplementos para el proceso de medición y corte de mantillas	138
XIX.	Tiempo estándar del proceso de medición y corte de mantillas	139
XX.	Tiempos cronometrados del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	140
XXI.	Valorización del ritmo de trabajo del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	142
XXII.	Tiempo normal del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	143
XXIII.	Tolerancias o suplementos para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	144
XXIV.	Tiempo estándar del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas	145
XXV.	Tiempos cronometrados del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	147
XXVI.	Valorización del ritmo de trabajo del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	148
XXVII.	Tiempo normal del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	149
XXVIII.	Tolerancias o suplementos para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	150
XXIX.	Tiempo estándar del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	151
XXX.	Balance de línea del proceso de transformación de mantillas con barras	193
XXXI.	Costo de mano de obra propuesto	196
XXXII.	Costos generados por la disposición final de residuos del proceso de transformación de mantillas con barras	212

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
E	Eficiencia
Hr	Hora
IP	Índice de producción
Xi	Lecturas observadas
m	Metro
min	Minutos
N	Newton
n	Número de lecturas consideradas
%	Porcentaje
Q	Quetzales
Tn	Tiempo normal
Te	Tiempo observado
Tt	Tiempo tipo o estándar

GLOSARIO

Área de <i>picking</i>	Zona concreta dentro del área de almacenaje para tomar los productos requeridos por un determinado pedido.
<i>Batch</i>	Preparación por lotes de ciertos productos.
DFP	Diagrama de flujo de operaciones de procesos.
DOP	Diagrama de operaciones de procesos.
DRP	Diagrama de recorrido de procesos.
Envarillamiento	Unión con/sin pegamento entre mantilla y barra metálica/aluminio.
Estándar	Tipo, modelo, patrón, nivel.
Flexografía	Técnica de impresión que se basa en la utilización de una placa flexible con relieve, siendo la forma del relieve el que se imprimirá.
Guía universal Pantone	Guía que permite identificar colores para impresión por medio de un código determinado. Sistema de igualación de colores.

Hora-hombre	Unidad de estimación del esfuerzo necesario para realizar una tarea cuya unidad equivale a una hora de trabajo ininterrumpido de un trabajador promedio.
Horneado	Proceso al cual son sometidas las mantillas envarilladas para que el pegamento cree la unión entre el caucho y la barra metálica/aluminio.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
IRTRA	Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala.
Lote	Cantidad específica de cualquier producto que haya sido elaborada en un ciclo de producción.
MP	Minutos estándares, permitidos totales.
ME	Minutos estándares por operación, reales totales.
NO	Número de operarios.
Offset	Procedimiento de impresión en el cual un molde o plancha, con un ligerísimo relieve, imprime con tinta sobre un rodillo de caucho que, a su vez, imprime sobre papel.

PEPS

Primero en entrar, primero en salir.

Stock

Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.

RESUMEN

Este trabajo de graduación trata sobre la optimización de tiempos y costos mediante herramientas como el análisis de operaciones y el estudio de tiempos al proceso de transformación de mantillas con barras. Para realizar este estudio, previamente se debe tener conocimiento de los antecedentes generales de la empresa como: valores, reglamentos internos, descripción de las actividades de la empresa, organización y la distribución de la planta.

Luego se conoce la situación actual de la empresa, mediante la descripción de procesos, materia prima y maquinaria utilizada y los diagramas de flujo, operaciones y recorrido en los cuales se observan los tiempos empleados para dicho proceso. Así mismo, se muestra la eficiencia, producción, productividad y costo de mano de obra actual.

Posteriormente, se analizan las operaciones mediante un estudio de movimiento y diagrama bimanual para determinar cuáles son los movimientos y traslados innecesarios e ineficientes. El estudio de tiempos se realiza con las mejoras propuestas anteriormente, por lo que existen nuevos tiempos cronometrados mediante pruebas piloto, obteniendo tiempos normales con la ayuda de la valorización de las tablas de Westinghouse y finalmente determinando el tiempo estándar mediante la asignación de los suplementos de acuerdo con la operación realizada.

Se lleva a cabo la implementación del diseño y se crean nuevos diagramas de operaciones, flujo, recorrido y bimanuales, en los cuales se muestran los nuevos tiempos. Se realiza un balance de líneas en el cual se

muestra el número ideal de operarios para aumentar la eficiencia, productividad y producción y disminuir el costo de mano de obra.

El número ideal de operarios según el balance de líneas es de diez, distribuidos en las diferentes operaciones que conforman el proceso de transformación de mantillas. De esta manera se obtiene un aumento de eficiencia de un 24,73 %, la productividad se mantiene, la producción aumenta significativamente 2 801 mantillas/mes, (esto deberá ser analizado según la demanda del producto), y se disminuye el costo de mano de obra mensual en Q1,49/mantilla.

Teniendo en cuenta que en cada proceso productivo debe existir mejora continua para estar al frente del mercado, se proponen sistemas que permitan una mejora constante mediante empoderamiento del personal, el cual es el contacto directo diario con los procesos productivos, por ello se cree que son los operarios quienes pueden aportar ideas y soluciones a las problemáticas.

Finalmente, se determina la generación de residuos del proceso y los costos que la disposición final conllevan. Proponiendo un control de riesgos para la disminución y manipulación de desechos de los residuos.

OBJETIVOS

General

Optimizar tiempos, reducir costos de mano de obra y aumentar la eficiencia en el proceso de transformación de mantillas con barras, mediante el análisis de operaciones y estudio de tiempos.

Específicos

1. Analizar la situación actual del proceso de transformación de mantillas con barras, mediante el análisis de operaciones y estudio de tiempos.
2. Identificar los movimientos improductivos que existen en las operaciones del proceso de transformación de mantillas con barras.
3. Sustituir operaciones en el proceso que permitan aumentar la productividad según el análisis de operaciones.
4. Establecer tiempos y recorridos estándar para la elaboración de diagramas de operaciones, flujo, recorrido y bimanual considerando el rendimiento del operario, tolerancias y nivelación para el aumento de productividad.
5. Cuantificar los costos de mano de obra actual y comparar con los costos de mano de obra del método propuesto.

6. Cumplir con la eficiencia, producción y productividad teóricas establecidas, mejorando las actuales de la estación de trabajo.

INTRODUCCIÓN

La distribuidora litográfica surge de las necesidades que presentan las litografías medianas y pequeñas del país, las cuales no son atendidas debido al enfoque solamente en empresas reconocidas y con mayor capacidad de producción. Mientras la distribuidora litográfica abarca mayor mercado y aumenta la capacidad de entrega y diversidad de productos ofrecidos, se ve en la necesidad de ampliar sus propias instalaciones e implementar nuevas áreas de producción para satisfacer la demanda.

El segmento de artes gráficas abarcado por la distribuidora litográfica se ha convertido en un cliente exigente tanto en calidad y precisión de producto como en el menor tiempo posible de entrega, debido al ritmo alto de productividad que mantienen.

Actualmente la distribuidora cuenta con cinco áreas de trabajo: bodega, mantillas, laboratorio, transporte y oficinas administrativas. El área de bodega está encargada de la recepción, almacenamiento y preparación de pedidos. En el área de mantillas se realizan diversas transformaciones a las mantillas las cuales son utilizadas por los clientes para la impresión *offset*. El área de laboratorio es en donde se encargan de preparar colores solicitados por los clientes utilizando una guía universal. En el área de transporte se encargan de distribuir y entregar los productos solicitados por los clientes. Y, finalmente, en el área de oficinas administrativas se maneja todo lo concerniente a mercadeo y ventas.

El trabajo de graduación se enfocará en el área de mantillas, específicamente en el proceso de transformación de mantillas con barras, pues es un proceso largo y con un alto costo de mano de obra por el tiempo empleado. Se realizará el estudio de los procesos actuales y se analizarán cada una de las operaciones mediante los diagramas de operaciones, flujo y recorrido existentes, a manera de reducir demoras y eliminar los movimientos improductivos y traslados, tomando en cuenta la eficiencia, producción, productividad y costo de mano de obra actual.

Se realizará un estudio de tiempos considerando el rendimiento de los operadores, tolerancias y nivelaciones con el fin de estandarizar tiempos y realizar los nuevos diagramas de operaciones, flujo, recorrido y bimanual. Calculando la eficiencia teórica y estableciendo la producción y productividad teórica que se debe alcanzar. Se compararán los costos de mano de obra actuales con los calculados y se implementarán mantenimientos preventivos y correctivos para la maquinaria.

Se implementará una mejora continua, tomando en cuenta aspectos y análisis que permitirán la calidad solicitada por el cliente. El impacto ambiental definirá la finalidad de los residuos, productos dañados o fuera de inventarios tomando en cuenta el menor daño al ambiente y contribuyendo en su mayoría para su mejora.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

A continuación, se muestran las características de la empresa.

1.1.1. Ubicación

La distribuidora litográfica se encuentra ubicada en la 6ª calle 25-70 zona 4, El Naranjo, bodega No. 1 Mixco Guatemala.

1.1.2. Valores

Los valores que son exigidos y practicados en la empresa son:

- Puntualidad: en todas las entregas de los pedidos realizados por los clientes, brindado la satisfacción de obtener su producto en el momento y condiciones como lo deseen.
- Respeto: a la dignidad de los demás compañeros y a las reglas establecidas dentro del ambiente de trabajo.
- Trabajo en equipo: usando nuestras fortalezas y comunicándonos de manera efectiva para alcanzar las metas.
- Humildad: reconocer nuestros errores para enmendar acciones.

- Equidad: reconociendo nuestros intereses colectivos, la diversidad individual y la sostenibilidad de la institucionalidad.
- Integridad: actuando con firmeza, honestidad y coherencia.

1.1.3. Reglamentos internos de trabajo

- Uniformidad: todo trabajador debe venir bien uniformado, con camisa de la empresa y pantalón de lona.
- Puntualidad: todo trabajador debe venir en el horario establecido por la empresa.
- Responsabilidad: todo trabajador debe ser responsable con los bienes de la empresa y el equipo que se utiliza dentro de la bodega.
- Limpieza de los pasillos: todo personal que labore dentro de la bodega se le asignará un área establecida, el cual tendrá que mantener en óptimas condiciones.
 - Limpio
 - Sin basura
 - Sin cajas vacías
 - Sin recipientes en el suelo
 - Sin tarimas sin utilizar o recostadas en los *racks*
 - Barrido

- Horario de comida: tanto en la refacción como en el almuerzo, cumplir con el horario establecido por la empresa, de no ser cumplido por algún motivo especial, notificar al jefe de bodega el problema y el tiempo que tomarán.
- Despachos: todo personal es responsable de las órdenes de pedidos de bodega, revisando que se entreguen los productos según las especificaciones del cliente.

Se extenderá una carta de atención con copia a expediente al no cumplir con el reglamento antes mencionado.

1.1.4. Descripción de actividades de la empresa

La distribuidora litográfica se dedica a la venta de productos y máquinas relacionadas con los procesos de impresión digital litográfica, flexografía, y serigrafía de pequeño y gran formato. Actualmente, cuenta con cinco áreas de trabajo: administración, bodega, mantillas, laboratorio y transporte. El área administrativa es la encargada del desarrollo del negocio teniendo como objetivo alcanzar los objetivos de la empresa; y lo conforman los departamentos de gerencia general, mercadeo y ventas, logística, crédito y finanzas, recursos humanos, sistemas y soporte técnico.

El área de bodega cumple con el objetivo de guardar y mantener un inventario de la materia prima y maquinaria que se distribuye; evitando la pérdida, deterioro, manejo inapropiado y previendo futuros desabastecimientos que provoquen retrasos. Del buen funcionamiento de esta área depende que las operaciones no se vean estancadas en ningún momento y permitan el despacho de los pedidos.

El área de mantillas es encargada de mantener el *stock* del producto mediante la transformación y fabricación de mantillas de diferentes materiales y tamaños según el modelo y marca de la máquina de impresión para la que será utilizada.

El área de laboratorio es en donde se encargan de la fabricación de tintas en los colores específicos, según requerimiento estricto de los clientes, basados en fórmulas y porcentajes de la guía universal de colores Pantone. Y, finalmente, el área de transporte clasifica, asigna y controla las rutas de entregas de productos, documentos o trámites que son asignados por las diferentes dependencias de la empresa.

1.1.5. Organización

A continuación, se muestra la distribución de la organización.

1.1.5.1. Distribución y descripción del personal

La distribuidora litográfica está conformada por personal experimentado para satisfacer las necesidades que demandan los clientes. Actualmente, cuenta con 49 personas las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Área administrativa lo conforman veintiséis personas las cuales se dividen en varios departamentos.
 - Gerencia general cuenta con cuatro personas las cuales son responsables de la planificación y desarrollo de objetivos que permitan el crecimiento de la empresa a corto y largo plazo. Analizan los problemas financieros, administrativos y operacionales para

tomar decisiones, delegar y supervisar las actividades que generen mayor volumen de ingresos, mantengan la calidad de los productos y servicios y busquen el mejoramiento organizacional. Establecen normas, reglamentos, políticas e instructivos.

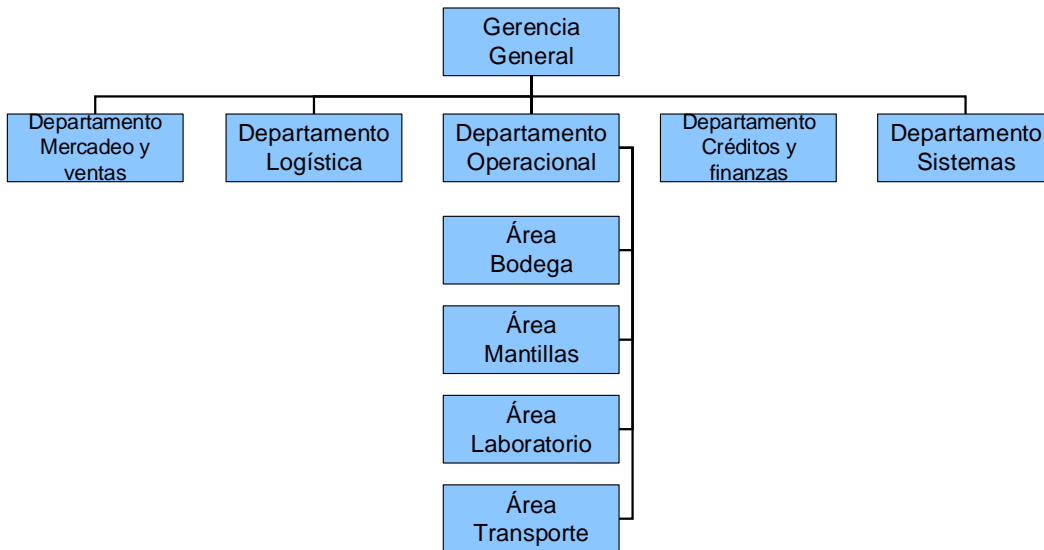
- Departamento de mercadeo y ventas lo forman nueve personas las cuales deben brindar especial atención a las necesidades de los clientes, solucionando inquietudes y ofreciendo alternativas para lograr una venta o visita para el respectivo consumo, creando una fidelidad y preferencia de la marca, producto y servicio de la empresa. Su atención es telefónica y presencial, teniendo como objetivo analizar, registrar y controlar el comportamiento de las ventas que se realizan a manera de crear planes que aumenten significativamente el volumen de ingresos. Da soporte a los datos de mercadeo mediante encuestas y sondeos acerca de las necesidades y preferencias de los clientes, buscando implementar nuevos métodos de ventas las cuales permitan brindar una mejor percepción de la empresa, productos y servicios.
- Departamento de logística cuenta con dos personas las cuales son encargadas de planificar y gestionar las actividades de compras, producción, transporte, almacenaje y distribución de materia prima y productos de la empresa. Aplicando un sistema de control de existencias para la planificación de compras.
- Departamento de créditos y finanzas cuenta con tres personas y tienen como función principal administrar correctamente los recursos financieros de la empresa, estableciendo normas y políticas financieras que fortalezca la economía empresarial. A la vez, es

responsable de aprobar el otorgamiento de créditos a los clientes, solucionando problemas con bases legales y administrativas de los clientes morosos y llevando un historial crediticio para realizar informes los cuales son presentados en reuniones gerenciales.

- Departamento de sistemas cuenta con dos personas las cuales se encargan de evaluar las necesidades de la empresa con la finalidad de diseñar, desarrollar e instalar sistemas de información, de igual manera dan mantenimiento correctivo y preventivo al equipo de cómputo y mantienen actualizados los programas.
- Departamento operacional está conformado con seis personas las cuales tiene como función detectar fallas, dificultades y/o problemas que presente el producto o maquinaria vendida al cliente. Realizando inspecciones y pruebas que respalden la calidad del producto vendido.
- Área de bodega, la conforman nueve personas las cuales tienen como función recibir la materia prima y máquinas comprobando que correspondan a las cantidades y calidades establecidas en la orden de compra, rechazando los productos que no cumplan con las características antes mencionadas. Preparar, verificar y despachar los pedidos solicitados por los clientes. Verificar inventario y abastecer áreas de *picking* manteniendo el método PEPS (primero en entrar primero en salir). Trasegar, etiquetar y almacenar materia prima en diferentes presentaciones. Realizar inventarios para verificar existencias físicas de la mercadería comparando con los registros contables de la empresa a la fecha del inventario.

- Área de mantillas, la conforman dos personas y entre sus funciones están la transformación de los rollos de mantillas a formatos establecidos según las máquinas para las que son destinadas o bien las medidas especiales solicitadas por el cliente. Recodificación de mantillas transformadas para no alterar el inventario contable de la empresa. Realizar pruebas de resistencia a cada *batch* de mantillas transformadas de formato con la finalidad de garantizar la resistencia de las barras metálicas o aluminio pegadas a las mantillas, las cuales serán sometidas a fuerzas ejercidas por las máquinas de impresión. Preparar, verificar y despachar mantillas solicitadas por los clientes a través de órdenes de compra, coordinando con el área de bodega, la entrega del producto al personal del área de transporte.
- Área de laboratorio lo conforman dos personas y entre sus funciones tienen la fabricación de tintas en los colores específicos según requerimiento estricto de los clientes. Realizar pruebas de resistencia al desgaste del color.
- Área de transporte lo conforman diez personas y el jefe de transporte se encarga de clasificar, asignar y controlar rutas de entrega de productos, documentos o trámites que son asignados por las diferentes dependencias de la empresa. Mientras que el personal operativo del área se encarga de solicitar y verificar productos en el área de bodega para posteriormente entregarlo a los clientes. Realizar cobros confirmados o trámites administrativos.

Figura 1. **Organigrama empresarial de la distribuidora litográfica**



Fuente: Distribuidora Litográfica.

1.1.6. **Distribución de planta**

La empresa está distribuida a manera de que sean colocados perfectamente todos los elementos para la producción, mano de obra, maquinaria y materia prima, delimitando claramente cada área de trabajo.

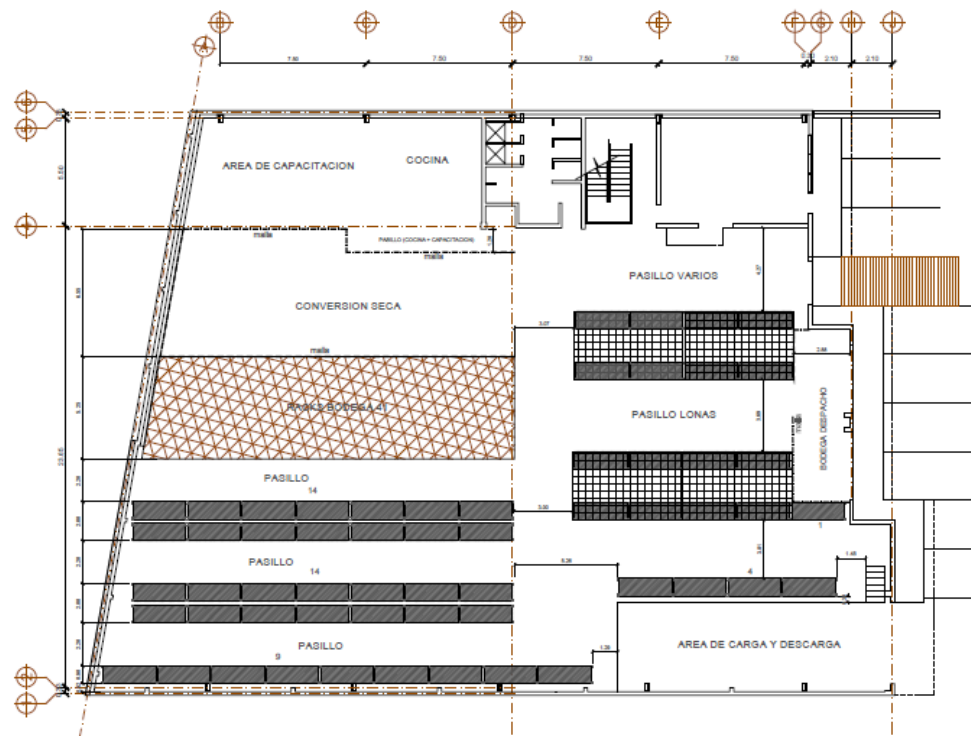
Actualmente, la distribuidora litográfica está dividida en cinco áreas de trabajo las cuales son:

- Bodega
- Mantillas
- Laboratorio
- Transporte
- Oficinas administrativas

Regionalizando al personal y maquinaria en base a los procesos que realizan, y analizando las interacciones existentes entre cada uno de los departamentos para determinar la necesidad de la proximidad entre ellas ya sea por circulación de materiales o por servicio auxiliar. Esto con el fin de que sea más fácil el almacenamiento y traslado de los productos y maquinaria que solicita el cliente a la distribuidora.

Posteriormente, se mostrará mediante una gráfica, la localización de cada área de trabajo en la distribuidora litográfica.

Figura 2. **Distribución de planta**



Fuente: Distribuidora Litográfica.

1.1.7. Maquinaria y herramienta

La maquinaria y herramientas que se encuentra en la distribuidora litográfica permite minimizar los tiempos de manipulación, producción y almacenamiento de los productos y máquinas que son solicitados por los clientes. Cada área de trabajo utiliza diversa maquinaria y herramienta según sea su necesidad y tipo de proceso por efectuar. Tal como se describe a continuación:

- Área de bodega
 - Apiladora: es utilizada para apilar, desapilar y trasladar palés que contienen productos en diversas presentaciones (kilo, litro, galón, caneca, tonel, rollo), hacia diferentes direcciones dentro de la bodega.
 - Montacargas: tiene la misma función que la apiladora, con la diferencia de que este es utilizado para cargar productos más pesados, debido a que el peso mismo del montacargas genera estabilidad.
 - Transpaleta: es un equipo manual básico utilizado para la preparación, manipulación y traslado de cargas unitarias o pedidos, desde el área de *picking* hacia el área de despacho.
 - Carretillas de carga: es un equipo de carga manual en forma de “L” utilizado para desplazar materiales en cargas unitarias como kilo de tintas, litros de disolventes, galón de limpiadores, rollo de papel adhesivo, entre otros.

- Balanzas: este equipo es utilizado para determinar con exactitud y precisión el pesaje de los toneles de tinta y barnices que será trasegados a presentaciones de kilo, litro, canecas, galones, entre otros.
- Equipo de protección personal: es utilizado por el personal de la bodega para ser protegido de riesgos que amenacen su seguridad o salud al momento de manipular herramientas o materiales que los procesos de trasiegos de líquidos o tintas a diversas presentaciones.
- Área de mantillas
 - Prensa: es una máquina accionada mediante un pedal que ejerce presión en la barra metálica/aluminio con la mantilla que anteriormente fue untada con pegamento.
 - Vernier: es utilizado para calibrar el nivel de prensado en los extremos de la máquina según el tamaño de la barra metálica/aluminio que será colocada en la mantilla.
 - Escuadra: esta herramienta permite verificar los trazos perpendiculares o inclinados a 45° de las mantillas a manera de que no exista desviaciones en los cortes.
 - Navaja: es utilizada para realizar cortes finos y precisos en las mantillas posteriormente medidas. Todas las mantillas son cortadas específicamente con navaja por lo que se cambian constantemente las cuchillas.

- Regla metálica: esta herramienta sirve para medir el ancho y largo de las mantillas a las que se deben cortar, según especificaciones del pedido solicitado por el cliente.
 - Mesa de trabajo: herramienta indispensable con una superficie de trabajo resistente y fiable para realizar todas las transformaciones o fabricaciones de mantillas (preparar pedidos, medir, cortar, verificar, realizar pruebas de resistencias).
 - Sierra: es utilizada para cortar las barras metálicas/aluminio justo a la medida de la mantilla según los formatos o la solicitud especial del cliente.
 - Compresor: es una máquina que aumenta la presión de aire que permite desplazar sobre las orillas específicas de las mantillas, pegamento especial para fijar las barras metálicas/aluminio, y posteriormente ser prensadas con la máquina prensadora.
 - Máquina de prueba de rasgón o desprendimiento: es utilizada para realizar pruebas de rasgón en mantillas o desprendimiento entre mantillas y barras metálicas/aluminio, dejando registro de la resistencia máxima y mínima que soporta, al igual que la fecha en la que fue realizada dicha prueba.
- Área de laboratorio
 - Espectrofotómetro: instrumento utilizado para medir de una manera rápida y fácil los porcentajes que conforman un color medido en diferentes materiales o superficies impresas.

- Espátulas plásticas: estas son utilizadas para manipular la tinta que se requiere para realizar los colores específicos solicitados por los clientes.
- Equipo de protección personal: es utilizado por el personal de laboratorio para ser protegido de riesgos que amenacen su seguridad o salud al momento fabricar colores de tintas específicos según requerimiento estricto de los clientes.
- Balanza: este equipo es utilizado para determinar con exactitud y precisión el pesaje de las latas de tinta y barnices que son utilizados para realizar nuevos colores.
- *Quik peek*: es un probador manual de tintas *offset* que muestra el color que se obtiene en función a la carga de tinta que será empleado en el sustrato por imprimir, dando referencia exacta de la cantidad de tinta que requiere el trabajo. Muestra las variaciones que pueden existir al utilizar papeles de diferentes materiales y tonalidades.
- Área de transporte
 - Camiones de transporte: es en donde se hace entrega de los productos y maquinaria de la distribuidora a los diferentes clientes del país. Existen diversos tamaños que se adaptan a cada necesidad.
 - Fajas de seguridad: se utilizan para reducir la fuerza sobre la columna durante el levantamiento de los productos o máquinas que son trasladadas o despachadas para la entrega a los clientes.

- Cinchos de amarre: son utilizados para sujetar todo producto que será entregado a los clientes, asegurando y previniendo daños ocasionados por el movimiento de los camiones de transporte.
- Equipo de protección personal: lo emplea el personal de transporte para ser protegido de riesgos que amenacen su seguridad o salud al cargar o descarga los productos solicitados por los clientes.

1.2. Marco conceptual

A continuación, se muestra el marco conceptual de la organización.

1.2.1. Productividad

“Se define como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”.¹

Una empresa o negocio llega a ser rentable si aumenta su productividad, y esto no es más que el aumento de la producción por hora-trabajo y el empleo eficiente de los recursos primarios (materiales, hombres y máquinas). Esto se logra mediante las técnicas fundamentales que son los métodos, estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

Tomando en cuenta que estas técnicas deberán ser aplicadas en todos los aspectos de la empresa debido a que cada una influye al costo de operación. Sin embargo, es en la sección de producción en donde se deberá demostrar la máxima eficiencia del proceso, ingeniándose métodos y herramientas eficientes relacionadas entre el trabajador, la máquina y las estaciones de trabajo.

¹ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 7.

La productividad es medida mediante índices, los cuales se logran incrementar de tres maneras:

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

1.2.2. Estudio de métodos de trabajo

Se refiere a la técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción, mediante el diseño y desarrollo de diversos centros de trabajo en donde será fabricado el producto con los mejores procesos para lograr la simplificación del trabajo.

En caso de plantas de producción ya existentes se deberá cambiar los métodos de trabajo si se desea aumentar la productividad y simplificar el trabajo debido a que los índices de productividad no son determinados solamente con la habilidad de los operarios sino de los métodos que son utilizados.

1.2.2.1. Simplificación

Para lograr métodos que simplifiquen el trabajo se deberá contar con una mente abierta y una actitud interrogante que permita cuestionar cada idea.

Es primordial trabajar sobre hechos y no opiniones, dando razones del porque se ha tomado la decisión de hacer el trabajo de determinada manera sin temor a las críticas y a la resistencia al cambio.

1.2.2.2. Objetivos

El objetivo principal de los métodos de estudio de trabajo busca aumentar la planta productiva de bienes y servicios e incrementar el potencial de compra de los consumidores. Sin embargo, se busca obtener otros beneficios como:

- Minimizar el tiempo requerido para realizar tareas.
- Mejora continua de la calidad y confiabilidad de productos y servicios.
- Conservar recursos y costos especificando los materiales directos e indirectos más adecuados para la producción de bienes y servicios.
- Mejorar procesos y procedimientos.
- Mejorar el diseño de la fábrica y lugar de trabajo.
- Mejorar la disposición del equipo y herramientas utilizadas en cada proceso.
- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.
- Contribuir con métodos que ayuden a la conservación del medio ambiente.
- Trabajar en base a los intereses por el trabajo y la satisfacción de cada empleado.

1.2.2.3. Procedimientos

Para diseñar o mejorar un centro de trabajo, fabricación de un producto o proporción de un servicio se deben seguir procedimientos sistemáticos y los pasos para ello son:

- Seleccionar el trabajo que debe mejorarse: el trabajo puede ser existente o nuevo; que represente pocas ganancias a la empresa, tenga dificultad con la calidad, ocasione riesgo de accidentes, tengan mayor duración,

generen cuellos de botella y/o trabajos claves cuya ejecución dependan de otros.

- Registrar datos del trabajo: se deberá conocer el procedimiento del trabajo que está siendo analizado, se registrarán los detalles por observación directa, y serán redactados de forma clara y concisa. Según sea el tipo de trabajo analizado se podrán utilizar herramientas como diagramas de procesos de operaciones, de proceso de flujo, de recorrido, diagrama hombre-máquina o diagrama de proceso bimanual.
- Analizar los detalles del trabajo: para analizar los detalles del trabajo se deberá utilizar una serie de preguntas para justificar su existencia, orden y forma. Las preguntas serán: ¿por qué existe?, ¿para qué sirve?, ¿Dónde se hace?, ¿Cuándo se ejecuta?, ¿Quién lo hace?, ¿Cómo se ejecuta? Al no contestarse las primeras dos preguntas ya no será necesario seguir analizando el detalle porque no tiene razón de existencia.
- Desarrollar un nuevo método: considerando las respuestas obtenidas se deberá tomar la decisión de eliminar, cambiar, reorganizar o simplificar el detalle, tomando en cuenta la productividad, ergonomía y seguridad e higiene.
- Aplicar el nuevo método de trabajo: deberá explicarse el propósito del nuevo método a los responsables de su operación y mantenimiento. Es importante la cooperación del personal pues esto favorece o desfavorece las modificaciones realizadas por lo que se les deberá mantener informados antes de implementar los cambios, promover que aporten sugerencias, explicar razones de los cambios y hacerlos sentir parte del

esfuerzo por mejorar. Teniendo en cuenta lo anterior solo queda poner en práctica el nuevo método.

1.2.3. Métodos gráficos

Son utilizados para representar gráficamente cada detalle de las actividades que conforman un proceso industrial o administrativo. Tienen como finalidad estandarizar procesos o analizar cada diagrama para resolver un problema. Se clasifican en diagramas de proceso, operación y recorrido.

1.2.3.1. Diagrama de operaciones de proceso

A continuación, se muestran las operaciones en proceso de la organización.

1.2.3.1.1. Definición

Se abrevia DOP. Es una herramienta de análisis que representa gráficamente la secuencia de los pasos por seguir en un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos e incluyendo información que se considera necesaria como distancias recorridas, cantidades y tiempos requeridos.

1.2.3.1.2. Objetivos

- Mostrar gráficamente la secuencia correcta de las actividades del proceso.
- Aumentar la producción al eliminar el tiempo improductivo.

- Mostrar con detalle la materia prima que es utilizada durante todo el proceso.
- Estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro del mismo proceso.
- Facilitar el entendimiento del proceso para los operarios que harán el trabajo por primera vez.
- Promover y explicar nuevos métodos propuestos.
- Muestra con claridad la relación entre las partes y la complejidad de su fabricación.
- Distinguir entre partes producidas y compradas.
- Proporcionar información sobre el número de empleados utilizados y el tiempo

1.2.3.1.3. Elaboración de diagrama

La elaboración del diagrama consta de tres partes las cuales son:

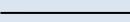




- Encabezado

Sirve para identificar el diagrama deberá ser titulado “diagrama de proceso de operaciones” seguido del nombre del proceso, empresa, ubicación del área donde se realiza el trabajo, fecha, número de página, método actual o propuesto y nombre de la persona que hace el diagrama.

- Diagrama

Para diagramar se utilizan los siguientes símbolos:

Tabla I. **Símbolos utilizados en el diagrama de proceso de operaciones**

Símbolo	Actividad	Definición
	Inicio de diagrama	Indica los materiales con los que inicia el proceso.
	Entrada de material	Indica cuando se ingresa un material al proceso.
	Operación	Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación o inspección, cuando da o se recibe información o se planea algo.
	Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características.
	Actividad combinada	Se representa cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo.

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 43.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, las líneas horizontales que llegan a las líneas verticales indican los materiales, ya sea comprados o trabajados que se usan en el proceso. Para indicar un ensamblaje se debe dibujar una línea con flecha para adentro o para indicar desarmado se dibuja una flecha para afuera.

Al dibujar el diagrama es importante no cruzar líneas verticales con horizontales a menos que sea necesario, pero se deberá dibujar un semicírculo en la línea horizontal en el punto de intersección con la línea vertical. Se asignan a cada operación e inspección los tiempos reales o estimados y se enumerarán según sea el orden cronológico.

- Resumen

Es importante que al final del diagrama DOP se plasme el resumen de cuántas operaciones e inspecciones fueron realizadas durante el proceso o procedimiento. Así como la duración en minutos u horas.

1.2.3.2. Diagrama de flujo de proceso

Ahora se explicará el diagrama de flujo de procesos de la organización.

1.2.3.2.1. Definición

Se abrevia DFP. Al igual que el diagrama de procesos de operaciones es una representación gráfica de las secuencias de las actividades de un trabajo, la diferencia es que en este diagrama se toman en cuenta operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante la operación.

Este diagrama registra costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos periodos no productivos, los analistas pueden tomar decisiones para minimizar o eliminar esas actividades.

1.2.3.2.2. Objetivos

- Proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso.
- Mejorar distribución de los locales y el manejo de materiales.
- Disminuir esperas.
- Estudiar operaciones improductivas para cambiarlas o eliminarlas.
- Comparar métodos para encontrar mejoras en aspectos de ergonomía, seguridad y eficiencia.

1.2.3.2.3. Elaboración del diagrama









- Encabezado

Sirve para identificar el diagrama deberá ser titulado “diagrama de proceso de flujo” seguido del nombre del proceso, empresa, ubicación del área en donde se realiza el trabajo, fecha, número de página, método actual o propuesto y nombre de la persona que hace el diagrama.

- Diagrama

Para diagramar se utilizan los siguientes símbolos:

Tabla II. **Símbolos utilizados en el diagrama de flujo de procesos**

Símbolo	Actividad	Definición
	Inicio de diagrama	Indica los materiales con los que inicia el proceso.
	Entrada de material	Indica cuando se ingresa un material al proceso.
	Operación	Son las etapas principales del proceso. Se crea, cambia o añade algo.
	Inspección	Se produce cuando la calidad y cantidad de los artículos son comprobadas, verificadas o examinadas, sin que sufran ningún cambio
	Actividad combinada	Se representa cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo.
	Transporte	Es el movimiento del material, personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra. Cuando los materiales se almacenan cerca o menos de un metro de donde se efectúa la operación, se considera parte de la operación.
	Demora	Se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. Puede ser evitable o inevitable.
	Almacenamiento	Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajo o en proceso de elaboración, en espera de una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 44.

Las líneas verticales unen las operaciones, almacenamientos, inspecciones o demoras, de acuerdo con el orden natural del proceso. Este diagrama va demostrando la relación que tienen los materiales y el operador durante el proceso en la planta o taller en donde se lleva a cabo. Se deben registrar datos como tiempos y distancias recorridas, de igual manera se enumeran las actividades para identificar su orden cronológico.

- Resumen

Es importante que al final del diagrama DFP se plasme el resumen de cuantas operaciones, inspecciones, traslados, almacenamientos y demoras fueron realizadas durante el proceso o procedimiento. Así como distancias recorridas y duración en minutos u horas.

1.2.3.3. Diagrama de recorrido de proceso

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido de proceso de la organización.

1.2.3.3.1. Definición

Se abrevia DRP. Es una representación pictórica de la distribución de zonas o edificios en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso.

1.2.3.3.2. Objetivos

- Ser el complemento del diagrama de flujo de proceso para la visualización de recorridos innecesarios.

- Encontrar mejores recorridos para evitar congestionamientos de los operarios o productos en el área de trabajo.
- Facilitar el desarrollo de una distribución de planta ideal.

1.2.3.3.3. Elaboración de diagrama

Como todo diagrama deberá ser encabezado con el título “diagrama de recorrido de proceso” seguido del nombre del proceso, empresa, ubicación del área donde se realiza el trabajo, fecha, número de página, método actual o propuesto y nombre de la persona que hace el diagrama.

Posteriormente se elabora con base en un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja el recorrido del proceso, utilizando los mismos símbolos y numeración empleados en el diagrama de flujo de proceso. La dirección del flujo se indica con pequeñas flechas sobre las líneas, se sugiere utilizar diferentes colores para indicar los distintos recorridos.

1.2.4. Técnicas de estudio de micromovimientos: análisis de operaciones

Estas técnicas permiten analizar cada detalle de las operaciones de manera minuciosa por lo que se efectúan mejoras pequeñas pero significativas para la eficiencia del proceso.

Estas técnicas dividen las actividades que intervienen en la elaboración del producto en elementos con el objetivo de un mejor estudio. A continuación, se presentan las diferentes técnicas de estudio de micromovimiento:

1.2.4.1. Diagrama de análisis de operaciones

Este diagrama representa una actividad única del operador con la máquina, lugar de trabajo y herramientas que tiene bajo su control. La actividad única se divide en sus elementos y se cronometran.

1.2.4.2. Diagrama operador/máquina

Es la representación gráfica que estudia, analiza y mejora la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, permitiendo saber con exactitud el tiempo invertido por los hombres y el utilizado por las máquinas. Estas características pueden ayudar a lograr una utilización más completa del trabajador y de la máquina, logrando así un balance del ciclo de trabajo.

Eliminar tiempos ociosos del trabajador permitirá una eficiencia en la producción porque puede darse el caso en el que el trabajador pueda operar más de una máquina y es importante remunerar al trabajador para que no exista resistencia, reconociendo que el porcentaje de tiempo de esfuerzo aumenta.

Se deben analizar aquellas operaciones que sean costosas, repetitivas y/o que causen dificultades en el proceso. Observando con claridad al final del diagrama hombre-máquina las áreas donde existe tiempo ocioso para el trabajador y la máquina, por lo que estos son los puntos claves para implementar una mejora.

En la elaboración del diagrama se empieza con un encabezado que sea titulado “Diagrama hombre-máquina” seguido del nombre de la operación,

empresa, ubicación del área donde se realiza el trabajo, fecha, número de página, método actual o propuesto y nombre de la persona que hace el diagrama. Deberá ser elaborado a escala para que el diagrama sea claro y establecer una distancia por unidad de tiempo.






El lado izquierdo muestra las operaciones y el tiempo que usa el trabajador; a la derecha se colocan los tiempos ociosos de trabajador y de la máquina. Una línea vertical continua significa tiempo de trabajo empleado mientras que una discontinuidad en esta línea representa el tiempo ocioso tanto para el trabajador como para la máquina. Una línea punteada en la columna de la máquina representa tiempo de carga y descarga, es decir, no está ociosa ni productiva.

Finalmente, se presenta un resumen con todos los tiempos totales de trabajo y ociosos del trabajador y de la máquina. El tiempo productivo más el tiempo ocioso del trabajador debe ser igual al tiempo productivo más el tiempo ocioso de cada máquina que opera. Es importante mencionar que los valores de los tiempos deben ser exactos considerando holguras de fatiga, retrasos inevitables y retrasos personales.

1.2.4.3. Diagrama bimanual

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y la mano derecha y la relación que existe entre ellos. El diagrama bimanual es ideal para analizar operaciones repetitivas y se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso solo que con otro enfoque para que sea más detallado, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. **Símbolos utilizados en el diagrama bimanual**

Símbolo	Actividad	Definición
	Operación	Se emplea para los actos de sujetar, utilizar, soltar, etcétera, una herramienta-pieza o material.
	Inspección	Casi no se emplea, pero sirve para examinar algo.
	Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
	Demora	Se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra).
	Almacenamiento o sostenimiento	Este símbolo se utiliza para indicar al acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando no es necesariamente almacenamiento.

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 79.

La elaboración del diagrama empieza como todos los diagramas encabezado con el título de “Diagrama bimanual” seguido del nombre de la operación, empresa, ubicación del área donde se realiza el trabajo, fecha, número de página, método actual o propuesto y nombre de la persona que hace el diagrama.

Se empieza por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Es importante fijar el mismo punto de partida que se elija, pues al completar el ciclo llegara nuevamente donde empezó. Luego se añade una segunda columna para anotar las actividades que realiza la segunda mano. Se deberá registrar las acciones en el mismo renglón cuando se realizan al mismo tiempo, y registrar todo lo que hace el operador, aunque estas sean repetitivas.

Al final del diagrama se debe mostrar el resumen de las operaciones que realizaron en total la mano izquierda y derecha al igual que el tiempo total real.

1.2.4.4. Principio de la economía de movimientos

Es el análisis cuidadoso de cada uno de los movimientos realizados por el cuerpo humano para ejecutar un trabajo, teniendo como finalidad eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitando, a su vez, todo aquel movimiento que sea eficiente, a manera de que los índices de producción aumenten de manera significativa.

Al implementar la economía de movimientos se creará la capacidad de producir más bienes o servicios y reducir el costo por unidad, aportando confiabilidad del producto y dando como resultado más trabajo para más personas.

Estos principios son aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas:

- Aplicación y uso del cuerpo humano

Deben preferirse movimientos suaves y continuos de las manos, nunca el zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección. Los movimientos libres son más fáciles, rápidos y precisos que los rígidos, fijos y controlados. El ritmo es primordial para la realización de una operación manual.

- Arreglo del área de trabajo

De preferencia se debe contar con un lugar fijo para realizar el trabajo y colocar todas las herramientas y equipo al alcance fácil y cerca del operador, a manera que se permita una sucesión continua de movimientos.

De preferencia, el producto terminado deberá ser retirado por gravedad es decir sin hacer mayor esfuerzo posible pues se buscará la ergonomía en el área de trabajo para que se tengan resultados positivos y no exista resistencia por medio del operador.

- Diseño de herramientas y equipo

La carga debe ser distribuida de acuerdo con la capacidad inherente de cada parte del cuerpo utilizados para ejercer un trabajo en específico. Las herramientas y equipo deben colocarse en una posición que permita manejarlas con el menor cambio de postura del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica.

El analista deberá familiarizarse con todas las leyes de la economía de movimientos de manera que pueda localizar las ineficiencias en el método usado, inspeccionando con brevedad el lugar de trabajo y la operación. Y procurando que en el mayor número de movimientos del nuevo método sean empleados solamente los dedos de la mano, muñeca y antebrazo, debido que con estos movimientos se obtendrán mayores ventajas. Cabe decir que habrá excepciones en algunos movimientos donde será utilizados los dedos de mano, muñeca, antebrazo, brazo y cuerpo.

Frank Gilbreth y su esposa iniciaron una técnica de movimientos básicos y necesarios para realizar cualquier tarea ejecutada por las manos de un operario, teniendo en cuenta la posibilidad de mejorar siempre la operación para lograr así la máxima –eficiencia. Gilbreth denominó “Therbling” (su apellido al revés) a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que cada operación se compone de una serie de 17 divisiones básicas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. **Therbling efectivos y no efectivos**

Símbolo	Actividad	Definición
Therblings efectivos (implica un avance directo en el progreso del trabajo. Pueden acortarse, pero es difícil eliminarlos)		
AL	Alcanzar	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; tiempo depende de la distancia; en general procede a soltar y va seguido de tomar.
M	Mover	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar.
T	Tomar	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control. En general procedido de alcanzar y seguido de mover.
S	Soltar	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therbling más corto.
PP	Preposicionar	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover.
U	Usar	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad hacer que avance el trabajo.
E	Ensamblar	Unir dos partes que van juntas; suele ir precedido por posicionar o mover seguido por soltar.
DE	Desensamblar	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general procedido de posicionar o mover; seguido de soltar.
Therblings no efectivos (No avanza el progreso del trabajo. Deben eliminarse cuando sea posible.)		
B	Buscar	Ojos o manos que deben encontrar un objeto, inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
SE	Seleccionar	Elegir un artículo entre varios; por lo común siguen a buscar.

Continuación de la tabla IV.

P	Posicionar	Orientar un objeto durante el trabajo; en general precedido de mover y seguido de soltar.
I	Inspeccionar	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
PL	Planear	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción, en general se detecta como una duda antes del movimiento.
RI	Retraso inevitable	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
RE	Retraso evitable	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
D	Descanso para contrarrestar la fatiga	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.
SO	Sostener	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 150.

1.2.5. Estudio de tiempos

A continuación, se muestran los estudios de tiempos de la organización.

1.2.5.1. Concepto

Es una técnica que se basan en hechos para establecer tiempos estándares permitidos para realizar una tarea dada, tomando en cuenta suplementos como fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables; lograda

mediante un número de observaciones. Estos tiempos estándares establecidos hacen posible producir más en las plantas de producción, incrementando la eficiencia en equipo y personal operativo.

En cambio, los tiempos estándares mal establecido resultan ser peores ya que generan costos altos, desacuerdos en el personal y fallas en general en toda la empresa debido al mal proceso establecido.

1.2.5.2. Objetivos

- Establecer la cantidad de trabajo que pueda producir un empleado calificado usando de manera efectiva su tiempo.
- Establecer empleados promedio que puedan realizar satisfactoriamente el trabajo bajo ciertas condiciones.
- Establecer tasa efectiva de desempeño en donde el empleado trabaje sin prisa ni despacio y se tenga el debido cuidado con los requerimientos físicos, mentales o visuales del trabajo específico.
- Detectar bajos rendimientos o excesivos tiempos ociosos de alguna máquina.
- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.

1.2.5.3. Requerimientos

A continuación, se enlistan los requerimientos para llevar a cabo un estudio de tiempos:

- El operario debe estar familiarizado por completo con la técnica de trabajo antes de observar y estudiar la operación.
- Se debe estandarizar el método de trabajo en todos las actividades y procedimientos que conlleven su ejecución.
- Antes de realizar el estudio, los analistas deberán comunicarlo a los sindicatos, superiores del departamento y operario.
- El supervisor deberá verificar que el operario cuente con toda la materia prima, herramientas y equipo para llevar a cabo el método de trabajo establecido.
- Se deberá elegir a los operarios capacitados y competentes, explicándoles la razón del estudio y respondiendo cualquier pregunta pertinente que surja de los mismos.
- El analista del estudio de tiempos deberá estar seguro del método que se usa, registrar con precisión los tiempos tomados y evaluar con honestidad el desempeño del operario.
- Los operarios deberán proponer mejoras en los métodos de trabajo en base a su experiencia asegurando cubrir cada detalle del procedimiento.

1.2.5.4. Preparación del estudio de tiempos

Para llevar a cabo un estudio de tiempos el analista deberá inspirar confianza hacia las personas involucradas en el proceso y demostrar su

capacidad en el trabajo asignado. La preparación del estudio de tiempos consta de los siguientes elementos:

- Selección de la operación
- Selección del trabajador
- Actitud frente al trabajador
- Normalización o estandarización de los métodos de trabajo

1.2.5.5. Ejecución del estudio de tiempos

A continuación, se enlistan los pasos necesarios para la ejecución del estudio de tiempos:

- Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación
 - Objeto de la operación
 - Diseño de la pieza
 - Tolerancias y especificaciones
 - Material
 - Proceso de manufactura
 - Preparación de herramientas y patrones
 - Condiciones de trabajo
 - Manejo de materiales
 - Distribución de máquinas y equipo
 - Principios de economía de movimientos

- División de la operación en elementos
 - Elementos regulares o repetitivos

- Elementos casuales o irregulares
- Elementos extraños

- Medición de trabajo
- Valorización del ritmo de trabajo
- Suplementos
- Determinación de tiempo estándar

El tiempo estándar es el tiempo en el cual se efectúa una tarea, en él ya están incluidos los tiempos observados, la calificación de actuación y suplementos concedidos. La manera de determinar un tiempo estándar es:

- Determinar el tiempo observado (T_e)

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$

Donde:

T_e = tiempo observado

X_i = lecturas observadas

n = número de lecturas consideradas

- Determinar el tiempo normal (T_n)

$$T_n = T_e \text{ (valoración)}$$

Donde:

Tn = tiempo normal

Te = tiempo observado

Valoración = valorización del ritmo de trabajo

- Tiempo tipo o estándar (Tt)

$$Tt = Tn (1 + \text{suplementos})$$

Donde:

Tt = tiempo estándar

Tn = tiempo normal

Suplementos = tolerancia por suplementos concedidos.

1.2.5.6. Tolerancia

Es el tiempo proporcionado al operario el cual representa las interrupciones o distracciones de su trabajo, al sumar este tiempo al tiempo normal se tiene como resultado el tiempo estándar, el que se busca para estandarizar métodos de trabajo.

1.2.5.6.1. Tipos de tolerancia

Las tolerancias se clasifican en tres categorías las cuales son:

- Personales: es aquel tiempo que se concede a un empleado para mantener el bienestar del empleado. El tiempo personal apropiado se ha definido como aproximadamente un 5 % del día de trabajo.
- Por fatiga: es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio causado por la tarea o por el entorno de trabajo. Pueden ser por fatiga constante o variable. La tolerancia por fatiga básica es de 4 % del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado y en buenas condiciones.
- Retrasos: se consideran inevitables porque están fuera del control del operador. Algo ocurre que impide al operador trabajar; interrupciones del supervisor, despachador, analista de estudio de tiempos o irregularidades en los materiales.

1.2.5.6.2. Métodos para aplicar tolerancia

Para aplicar tolerancias, el sistema de calificación debe ser sencillo, breve, explicable y basado en puntos de comparación establecidos para que no se tengan que efectuar más adelante factores de ajuste elaborados y técnicas de cálculo que confundan al empleado. Los métodos serán utilizados según las características del trabajo u operación y considerando las políticas a las que se rige cada empresa.

Las tolerancias se pueden aplicar a tres partes del estudio:

- Al tiempo de ciclo total: compuestos de las demoras como, necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina.

- Solo al tiempo de máquina: incluyen el tiempo para mantenimiento de herramientas y variaciones en la energía.
- Solo al tiempo de esfuerzo manual: estos lo componen la fatiga y ciertos retrasos inevitables.

1.2.5.7. Tablas de Westinghouse y General Electric

Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- Habilidad

Se define habilidad como “el aprovechamiento al seguir un método dado” o “nivel de competencia para seguir un método dado” este factor considera la experiencia de coordinación entre la mente, las manos, las aptitudes inherentes y ritmo del operario. La habilidad de una persona en una operación dada aumenta con el tiempo, debido a que se familiariza con el trabajo y consigue, con ello, obtener más rapidez, movimientos sueltos y menores movimientos falsos.

Una disminución en la habilidad suele ser el resultado de algún impedimento en sus aptitudes por factores físicos o psicológicos del operador teniendo como consecuencia menos reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular.

Este método enumera seis grados de habilidad los cuales representan el grado de competencia aceptable para la evaluación: malo, aceptable, promedio,

bueno, excelente y superior, desde +15 % para la habilidad superior y -22 % para la habilidad pésima.

- Esfuerzo

Es definido como una demostración de voluntad para trabajar con efectividad, y este se demuestra mediante la velocidad con la que es aplicada la habilidad. Los porcentajes se pueden aplicar de acuerdo con los pesos con que se trabaje. Las seis clases de esfuerzo para asignar calificación son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo, yendo desde +13 % la calificación excesiva y -17 % el malo.

- Condiciones

Las condiciones que se deben calificar en este método se refieren a los factores que afectan al operario, no a la operación. Los factores que pueden afectar la calificación de las condiciones son la temperatura, ventilación, luz y ruido. Las seis clases de condiciones son: ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo, oscilando entre +6 % y -7 %.

- Consistencia

Es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media. La consistencia debe ser evaluada mediante el criterio conjunto de la naturaleza de las operaciones, la habilidad y el esfuerzo del operador. Las seis clases de consistencias son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala. La consistencia perfecta se califica con +4 % y la mala con -4 %.

Una vez que se califica la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de las operaciones con los valores numéricos de acuerdo con las tablas, se debe determinar el factor de tolerancia global mediante la suma aritmética de los cuatro valores y agregando la unidad a esa suma. Ejemplo.

Habilidad	C2	+0,03
Esfuerzo	C1	+0,05
Condiciones	D	+0,00
Consistencia	E	-0,02
Suma aritmética		+0,06
Factor de desempeño		1,06

El sistema de calificación de Westinghouse requiere de una amplia capacitación para diferenciar los niveles de cada atributo. Los procedimientos de calificación de *Westinghouse* son adecuados tanto para la calificación por ciclos como para calificar un estudio completo.

Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. A continuación, se muestra la tabla.

Tabla V. **Sistema de calificación método *Westinghouse*, General Electric**

Habilidad			Esfuerzo		
+0,15	A1	Habilísimo	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bueno	+0,05	C1	Bueno
+0,03	C2		+0,02	C2	
-0,00	D	Promedio	+0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,15	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2		-0,17	F2	
Condiciones			Consistencia		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecto
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Buena	+0,01	C	Buena
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,03	E	Regulares	-0,02	E	Regulares
-0,07	F	Malas	-0,04	F	Deficientes

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 213.

1.2.6. Balance de líneas

Se le conoce como línea de producción al movimiento continuo y uniforme de algún material a lo largo de las áreas de trabajo colocadas consecutiva e inmediatamente seguidas, en donde trabajadores calificados realizan operaciones precisas para obtener un producto. Sin embargo, en una línea de producción debe existir un número adecuado de operarios asignados para cada operación, un número justo de estaciones de trabajo y elementos de trabajo distribuidos equitativamente a cada estación, a esto se le conoce como balanceo de líneas.

Esta es una herramienta importante para el control de la producción pues al tener una línea de producción equilibrada permitirá la optimización de variables que afectan la productividad, tales como entregas parciales de producción, tiempos de fabricación e inventarios de productos en proceso.

Debe existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad: el volumen o cantidad de producción deberá ser el necesario para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo con que producen y el tiempo de duración de cada una de las tareas que conforman el proceso.
- Equilibrio: los tiempos de cada operación en la línea deberán ser aproximadamente iguales.
- Continuidad: al poner en marcha las tareas necesarias para la elaboración del producto no deberán detenerse, pues esto cortaría la alimentación al resto de las operaciones.

Entre los objetivos que tiene el balanceo de líneas está:

- Determinar el número de operarios que se ocuparán en la línea de producción.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Asignar el número de operarios a cada estación de trabajo.
- Igualar la carga de trabajo entre personas y área de trabajo.
- Identificar operaciones cuellos de botella.
- Determinar el costo de mano de obra.

Las formas de balancear una línea de producción son:

- Determinar el número de operadores necesarios para cada operación: este método es el más sencillo puesto que los cambios al balancear la línea pueden ser empleados en las tareas realizadas por cada operario, dado que la organización deberá, posteriormente, tener un programa de diversificación de habilidades, para que los operarios puedan desempeñar cualquier función dentro del proceso.

Para calcular el número de operadores necesarios para cada operación se debe calcular el índice de producción.

$$IP = \frac{\text{Unidades por producir}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

Posteriormente, se deberá calcular el número de operarios teóricos para la línea:

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

Donde:

NO = número de operarios

TE= tiempo estándar de la pieza

IP= índice de producción

E = eficiencia planeada

Según el número de operarios teóricos anteriormente obtenidos se deberán redondear a número entero máximo o menor, debido a que estamos

calculando operarios reales. Es indispensable mencionar que la línea de producción será balanceada en base al operario más lento por lo que existirá una holgura mínima de tiempo para los operarios más rápidos, sin embargo, no es prudente mover de una estación a otra a los empleados por tratar la manera de que no existan tiempos muertos, de lo contrario habrá cambios en los tiempos del proceso.

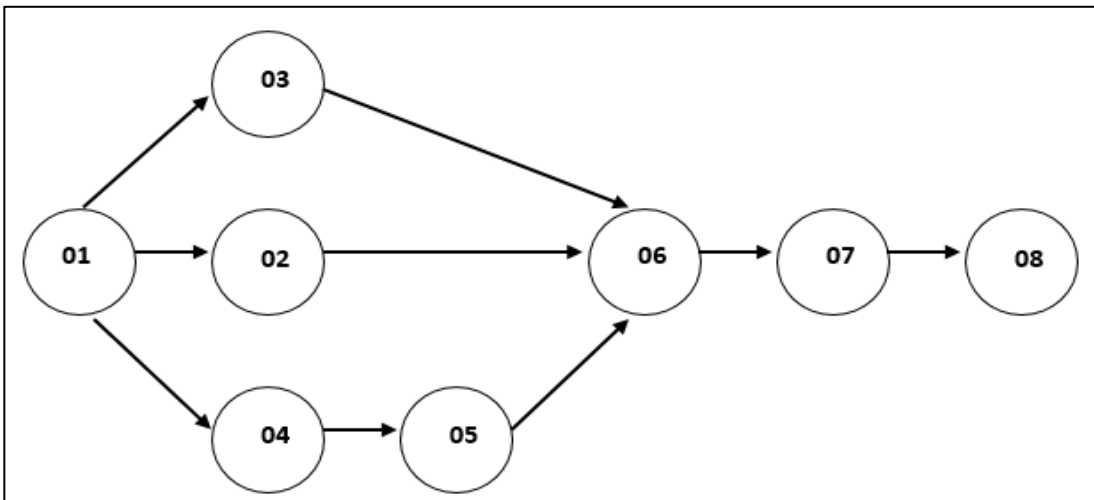
Finalmente, se calcula la producción real en base al balanceo de operarios para determinar las unidades reales obtenidas durante un periodo de tiempo. Así como la eficiencia real de la línea.

$$\text{Piezas por día} = \frac{\text{Número de operadores de la operación más lenta} \times \text{tiempo disponible del un operador}}{\text{tiempo estándar de la operación más lenta}}$$

$$E = \frac{\Sigma \text{Minutos estándar por operación}}{\text{Minutos estándar asignados} \times \text{Número de operarios total}} \times 100$$

- Minimizar el número de estaciones de trabajo: este método utiliza el diagrama de precedencia, dado el tiempo del ciclo deseado, en el cual se establecen un número limitado de secuencias de elementos. Primero se debe realizar el diagrama de precedencia.

Figura 3. **Ejemplo diagrama de precedencia**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Posteriormente, se calcular el peso posicional por cada unidad de trabajo, este se obtiene de la sumatoria de cada unidad de trabajo y de todas aquellas unidades de trabajo que deben seguirla.

- Elementos de trabajo

$$01 = 01 + 02 + 03 + 04 + 05 + 06 + 07 + 08$$

$$02 = 02 + 06 + 07 + 08$$

$$03 = 03 + 06 + 07 + 08$$

$$04 = 04 + 05 + 06 + 07 + 08$$

$$05 = 05 + 06 + 07 + 08$$

$$06 = 06 + 07 + 08$$

$$07 = 07 + 08$$

$$08 = 08$$

Luego, se ordenan las tareas en forma decreciente según la sumatoria de los pesos posicionales.

Para asignar los elementos de trabajo a las diversas estaciones se debe tomar en cuenta el tiempo del ciclo del sistema, pues este indicará el límite de las tareas asignadas según la sumatoria acumulada de los tiempos de cada elemento de trabajo. El tiempo del ciclo del sistema se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo del ciclo del sistema} = \frac{\text{Tiempo disponible de un operador}}{\text{Producción diaria}} \times \text{Eficiencia}$$

Solo queda realizar la tabla sobre el balance de líneas:

Tabla VI. **Balance de línea mediante método minimización de número de estaciones de trabajo**

Elemento de trabajo	Peso posicional	Precedencia inmediatos	Tiempo del elemento de trabajo	Tiempo acumulativo de estación
Estación de trabajo No. 1				
01	17,00		t ₀₁	t ₀₁
04	12,00	01	t ₀₄	t ₀₁ + t ₀₄
03	11,00	01	t ₀₃	t ₀₁ + t ₀₄ + t ₀₃
05	9,00	01,04	t ₀₅	t ₀₁ + t ₀₄ + t ₀₃ + t ₀₅ = +/- Tiempo del ciclo del sistema
Estación de trabajo No. 2				
02	8,50	01	t ₀₂	t ₀₂
06	7,50	01, 02, 03	t ₀₆	t ₀₂ + t ₀₆
07	6,50	01, 02, 03, 06	t ₀₇	t ₀₂ + t ₀₆ + t ₀₇
08	3,00	01, 02, 03, 06, 07	t ₀₈	t ₀₂ + t ₀₆ + t ₀₇ + t ₀₈ = +/- Tiempo del ciclo del sistema

Fuente: elaboración propia.

- Asignación de elementos de trabajo a las estaciones de trabajo

Dado el tiempo de ciclo y los tiempos de operación el analista podrá emplear este método para balancear la línea de producción y así minimizar el tiempo del ciclo.

Primero se debe calcular el tiempo del ciclo por estación, y este se obtiene:

$$\text{Tiempo del ciclo} = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Número de estaciones}}$$

Se procede a dividir las operaciones de trabajo respetando el tiempo acumulado +/- igual al tiempo del ciclo, y siguientes restricciones de la planta de producción como, por ejemplo, el diagrama de precedencia o el orden de las operaciones.

Tabla VII. **Balance de línea mediante método asignación de elementos de trabajo a las estaciones de trabajo**

Elemento de trabajo	Tiempo del elemento de trabajo	Tiempo acumulativo
Estación de trabajo No. 1		
01	t_{01}	t_{01}
02	t_{02}	$t_{01} + t_{02} = +/-$ Tiempo del ciclo del sistema
Estación de trabajo No. 2		
03	t_{03}	
04	t_{04}	$t_{03} + t_{04}$
05	t_{05}	$t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} = +/-$ Tiempo del ciclo del sistema
Estación de trabajo No. 3		
06	t_{06}	t_{06}
07	t_{07}	$t_{06} + t_{07} = +/-$ Tiempo del ciclo del sistema
Estación de trabajo No. 4		
08	t_{08}	t_8
09	t_{09}	$t_{08} + t_{09} = +/-$ Tiempo del ciclo del sistema

Fuente: elaboración propia.

El tiempo de la estación que determinará la producción de la línea es el que tiene el mayor tiempo de todas las demás estaciones.

- Balance de una línea de ensamble: este se refiere al ensamble progresivo utilizando dispositivos de manejo de materiales como: bandas transportadoras, grúas aéreas, correas sinfín, entre otros; todo aquel producto que se produzca en grandes cantidades y requiere múltiples partes será ideal para utilizar línea de ensamble.

Para empezar a realizar el balanceo de línea de ensamble es primordial establecer las secuencias de las tareas utilizando el diagrama de precedencia y

posteriormente se calcula el tiempo del ciclo requerido dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo del ciclo requerido} = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción diaria requerida en unidades}}$$

Luego se determina el número de estaciones de trabajo requeridas para satisfacer la limitación del ciclo

$$\text{Número de estaciones requeridas} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas}}{\text{Tiempo del ciclo requerido}}$$

Asignar las tareas según el diagrama de precedencias a las diferentes estaciones de trabajo, respetando que la suma acumulada de los tiempos sea igual al trabajo del ciclo.

Finalmente, se evalúa la eficiencia de equilibrio de la estación mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas}}{\text{Número de estaciones de trabajo} \times \text{tiempo de ciclo}}$$

1.2.7. Jornada laboral

A continuación, se muestra la jornada laboral de la organización.

1.2.7.1. Definición

Es el tiempo que cada trabajador dedica a la ejecución efectiva de las tareas por las cuales fue contratado. Cabe mencionar que se toman en cuenta

las horas en el que el trabajo realiza las actividades laborales según el tiempo que se trate con el patrono: horas, días, semanas o años.

1.2.7.2. Tipos de jornadas laborales

La jornada ordinaria de trabajo puede ser continua o dividirse en dos o más periodos con intervalos de descanso que se adopten “racionalmente a la naturaleza del trabajo y a las necesidades del trabajador. Siempre que se pacte una jornada ordinaria, el trabajador tiene derecho a un descanso mínimo de media hora dentro de esa jornada, el que debe computarse como tiempo de trabajo efectivo.”²

- Jornada diurna: el trabajador labora durante las horas diurnas (entre las seis y las dieciocho horas del mismo día), en esta jornada ordinaria de trabajo efectivo no se pueden exceder las 8 horas diarias, ni un total de cuarenta y ocho horas a la semana. Normalmente el horario de trabajo está comprendido de lunes a viernes y sábado medio día.
- Jornada nocturna: esta jornada ordinaria de trabajo efectivo no puede ser mayor a seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana. Se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.
- Jornada mixta: la jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto no puede ser mayor de siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana. Esta jornada abarca parte de la jornada diurna y nocturna. Se considera jornada nocturna si las horas trabajadas mayores

² Código de trabajo. *Capítulo tercero: Jornadas de trabajo.* artículo 119.

a cuatro pertenecen al horario de las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

1.2.8. Mano de obra

La mano de obra representa el factor humano el cual brinda su esfuerzo físico y mental a la línea de producción. Este elemento es esencial independientemente del desarrollo mecánico o automático de los procesos transformativos debido a que desarrolla una serie de tareas y actividades que junto con maquinaria o herramientas producen un bien o servicio.

Entre algunas características de la mano de obra se pueden mencionar:

- El recurso humano es variable según las habilidades, conocimientos, experiencia, entre otros.
- No puede ser propiedad de la empresa a diferencia de otros recursos. Las experiencias, conocimientos y habilidades son parte del patrimonio personal.
- Puede portar mejoras y perfecciones al área de trabajo según sus capacidades intangibles.
- Prestan su esfuerzo físico y mental a cambio de una remuneración económica y afectiva.
- Es indispensable según las necesidades que representa la empresa, debido a que la mano de obra aporta diferentes elementos que permiten obtener un bien o producto final.

El costo de la mano de obra es el monto que le representa a la empresa compensar a los empleados el tiempo y esfuerzo dedicado a la producción, por lo cual es el conjunto de todos los salarios, prestaciones obligatorias (vacaciones, aguinaldo, bono 14, indemnización, bonificación/incentivo, cuota patronal IGSS, impuesto IRTRA, tasa INTECAP), seguros médicos, entre otros.

1.2.8.1. Mano de obra directa

Es la mano de obra relacionada directamente con la producción o prestación de algún servicio, es decir, los obreros y operarios calificados de la empresa que realizan actividades y tareas en los procesos críticos de la cadena productiva. Este afecta el renglón de costo de mano de obra.

1.2.8.2. Mano de obra indirecta

Es el factor humano que no se encuentra en contacto directo con el proceso de la fabricación de un determinado bien o servicio producido por la empresa, es decir, el personal de la recepción, oficina, servicio de limpieza, administración, entre otros. Este afecta el renglón de costos indirectos de fabricación.

1.2.9. Sistemas de gestión para la mejora continua

- Manufactura esbelta

Este sistema se enfoca en el flujo de los procesos y en reducir la cantidad de actividades que no agregan valor y que impiden el flujo. “Lo contrario a un proceso esbelto es un proceso obeso, lleno de cebo, en el que no fluye el trabajo y hay pases laterales, atascos, tiempos de espera, altos inventarios y

numerosas actividades que se hacen por rutina y tradición pero que no agregan valor al producto.”³

Estas actividades diseñadas deberán lograr la producción utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados.

Cualquier cosa, actividad, máquina, espacio, esfuerzo, material, que no sea absolutamente necesario, que no agregan valor al producto, que generan costos y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar es considerado un desperdicio o muda.

Existen dos categorías en las que se dividen los desperdicios:

- Desperdicio tipo 1: son las actividades que no añaden valor al producto, pero son necesarios para el proceso. Estas actividades no pueden ser eliminadas inmediatamente.
- Desperdicio tipo 2: son las actividades que no añaden valor al producto y, a la vez, no son esenciales para el proceso. Estas actividades se deben eliminar lo más pronto posible.

A continuación, se muestra una tabla con los siete desperdicios, los aspectos que indican que se está generando cada tipo de ellos, las posibles causas y algunas herramientas o ideas que ayudan a reducir o eliminarlos:

³ GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 96.

Tabla VIII. Tipos de desperdicios, síntomas, posibles causas e ideas y herramientas para eliminarlas

Tipo de desperdicio	Síntomas	Posibles Causas	Ideas y herramientas
Sobreproducción Producir mucho o más pronto de lo que necesita el cliente	Se producen muchas partes y/o se producen con mucha anticipación. Las partes se acumulan incontroladamente en inventarios Tiempo del ciclo extenso Tiempo de entrega pobres	Mucho tiempo para adaptar el proceso para que produzca otro modelo o parte Tamaño grande de lotes Pobre programación de la producción o de las actividades Desbalance en el flujo de materiales	Justo a tiempo SMED Reducir tiempos de preparación Sincronizar procesos haciendo sólo lo necesario
Esperas Tiempo desperdiciado de (máquinas o personas), debido a que durante ese tiempo no hubo actividades que le agregaran valor al producto	Trabajadores en espera de materiales, información o de máquinas no disponibles Operadores parados y viendo las máquinas producir Grandes retrasos en la producción Tiempo de ciclo extensos	Tamaño de lote grande Mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores Deficiente programa de mantenimiento Pobre programación	Eliminar actividades innecesarias Sincronizar flujos Balancear cargas de trabajo Trabajador flexible y multihabilidades Organizar el proceso en forma KANBAN
Transportación Movimiento innecesario de materiales y gente	Mucho manejo y movimiento de partes Daños excesivos por manejo Largas distancias recorridas por las partes en proceso Tiempos de ciclo extensos	Procesos secuenciales que están separados físicamente Pobre distribución de planta Inventarios altos La misma pieza en diferentes lugares	Procesamiento en flujo continuo Sistema KANBAN Distribución de planta para hacer innecesario el manejo/transporte
Sobreprocesamiento Esfuerzos que no son requeridos por los clientes y que no agregan valor	Ejecución de procesos no requeridos por el cliente Autorizaciones y aprobaciones redundantes Costos directos muy altos	Diseño del proceso y el producto Especificaciones vagas de los clientes Pruebas excesivas Procedimientos o políticas inadecuados	Simplificar proceso y eliminar actividades y operaciones que no agregan valor

Continuación de la tabla VIII.

<p>Inventarios Mayor cantidad de partes y materiales que el mínimo requerido para atender los pedidos del cliente</p>	<p>Inventarios obsoletos Problemas de flujo de efectivo Tiempos de ciclo extensos Incumplimiento en plazos de entrega Muchos retrabajos cuando hay problemas de calidad</p>	<p>Sobre producción Pobres pronósticos o mala programación Niveles altos para los inventarios mínimos Políticas de compras Proveedores no confiables Tamaño grande de lote</p>	<p>Acortar tiempos de preparación y respuesta Organizar el proceso en forma KANBAN Aplicar Justo a tiempo</p>
<p>Movimientos Movimiento innecesario de gente y materiales dentro de un proceso</p>	<p>Búsqueda de herramientas o partes Excesivos desplazamientos de los operadores Doble manejo de partes Baja productividad</p>	<p>Pobre distribución de las celdas de trabajo, herramientas y materiales Falta de controles visuales Pobre diseño del proceso</p>	<p>Organización de celdas de trabajo Procesamiento en flujo continuo Administración visual</p>
<p>Retrabajo Repetición o corrección de un proceso</p>	<p>Procesos dedicados al retrabajo Altas tasas de defectos Departamentos de calidad o inspección muy grandes</p>	<p>Mala calidad de materiales Máquina en malas condiciones Procesos no capaces e inestables Poca capacitación Especificaciones vagas del cliente</p>	<p>Control estadístico de procesos Mejora de procesos Desarrollo de proveedores</p>

Fuente: GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 97.

- Herramientas utilizadas para eliminar desperdicios 5'S

Esta metodología permite, con la participación del personal, organizar áreas de trabajo con el propósito de mantenerlos funcionales, limpios, ordenados, agradables y seguros. Sin embargo, es fundamental tener disciplina para que funcione. Permitiendo eliminar todos los desperdicios que generan costos sin agregarle valor al producto. Un lugar sin la implementación de las 5'S tiene dificultades para encontrar herramientas, equipos, materiales,

documentos, entre otros. Por lo que existen pérdidas de tiempos, tropiezos, desorden y definitivamente todo esto se resumen en baja productividad.

Se pueden mencionar algunos beneficios de la implementación de la metodología 5´S:

- Contribuir a desarrollar buenos hábitos
- Involucrar a todos los empleados en una herramienta eficaz y sencilla
- Eliminación de desperdicios
- Reducción de riesgos de accidentes
- Mejora de procesos
- Reducción de tiempo y movimientos innecesarios
- Aumento de productividad

El término 5´S proviene de los términos japoneses: Seiri (seleccionar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplinar).

- Seiri – seleccionar

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios.

- Se desecha (se vende, regala o se tira) todo lo que se usa menos de una vez al año.
- De lo que queda, se aparta todo aquello que se usa menos de una vez al mes. Colocándolo en una sección de archivos o almacén de fábrica.

- De lo que queda se coloca cerca todo aquello que se utiliza menos de una vez a la semana. Colocándolo en un armario de oficina.
- De lo que queda, se aparta todo aquello que se usa una vez por día. Colocándolo en el puesto de trabajo.
- De lo que queda, todo aquello que se use menos de una vez por hora se coloca en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.
- Y lo que queda es lo que se utiliza, al menos, de una vez por hora por lo que se coloca directamente en contacto con el personal.

El objetivo final es que los espacios estén libres de piezas, documentos, equipos, herramientas, desechos, entre otros, que no se requieren para efectuar el trabajo y que solo obstruyen el flujo.

- Seiton – ordenar

Consiste en asignar y establecer un lugar para cada cosa anteriormente seleccionado, identificándolos a manera que sea fácil y rápida encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Organizando el espacio de trabajo para evitar pérdidas de tiempo y energía.

- Definir reglas de ordenamiento.
- Hacer obvia la colocación de los objetos.
- Establecer un lugar para cada objeto de acuerdo la proximidad necesaria al operario.
- Estandarizar los puestos de trabajo.

El objetivo es ordenar y organizar cada objeto en un lugar para minimizar el desperdicio de movimientos y que, a la vez, estén disponibles y accesibles para que cualquiera lo pueda usar en el momento que lo disponga, teniendo la obligación de devolver al lugar de donde fue tomado. Esto proporciona una buena imagen al lugar de trabajo.

- Seiso – limpiar

Al estar despejada y ordenada el área de trabajo se procede a limpiar. Identificando y eliminando fuentes de suciedad, el incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o mal funcionamiento de los equipos.

- Limpiar, inspeccionar y detectar las anomalías
- Facilitar la limpieza y la inspección
- Calendarizar actividades de limpieza
- Eliminar anomalías presentadas en el equipo

El objetivo es prevenir la suciedad para proporcionar áreas de trabajos seguros solucionando los problemas de raíz, para evitar que se repitan. El reto es integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

- Seiketsu – estandarización

Consiste en mantener día con día el orden y la limpieza mediante el trabajo en equipo y participación del personal de la empresa, creando una formación desde el principio con el objetivo que se disminuya el tiempo de limpieza. Con un método estandarizado se podrá detectar una situación anormal la cual debe ser reparada de raíz.

- Estandarizar los procesos de manufactura, de administración, entre otros.
- Aplicación continua de las primeras 3'S.
- Mantener fotografías de las áreas de trabajo en óptimas condiciones para que los trabajadores puedan verlas y mantener de igual manera.
- Desarrollo de normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado respecto de su área de trabajo.

El objetivo es mantener el orden y limpieza de las áreas como rutina habitual diaria, es decir, no dejar las herramientas y equipos desordenados de un día a otro por salir rápido de su jornada laboral.

- Shitsuke – disciplinar

Consiste en mantener las normas y procedimientos ya establecidos, mediante la disciplina, solamente de esta manera se podrán obtener beneficios para la empresa. Se puede verificar con controles periódicos, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás, así como una mejor calidad de vida laboral.

- Otras herramientas

Se debe identificar los desperdicios en todas las actividades, materiales, equipos, métodos de trabajo y ambiente. Realizando talleres y equipos de trabajo que permitan la participación del personal mediante ruedas de comentarios y aportaciones en donde pueda identificarse los diferentes desperdicios relacionados con la fabricación del producto o servicio.

Se pueden realizar preguntas las cuales permitan identificar los desperdicios, encontrar acciones concretas para eliminarlos o disminuirlos, asignar responsables que llevarán las acciones correctivas y delimitar fechas para realizar dichas acciones.

Tabla IX. Preguntas para evidenciar desperdicios en el proceso

Materiales	Equipos	Métodos de trabajo	Ambiente
¿Se pierde tiempo buscando los utillajes y herramientas, carpetas, etc. porque no están debidamente identificados o no tienen una ubicación concreta conocida por todas las personas que los utilizan?	¿Existen máquinas, ordenando u otros equipos que no se utilizan desde hace tiempo, pero que ocupan un espacio que podríamos dedicar a otras cosas?	¿Se pierde tiempo esperando a que lleguen materiales, documentos o instrucciones?	¿Es apropiado el nivel de iluminación en los lugares de trabajo?
¿Son excesivas las existencias de útiles, papelerías, carpetas, etc. con lo cual ocupan espacio innecesariamente y se corre el riesgo de que se queden obsoletos?	¿Los equipos cuyo empleo es compartido por varias personas (ordenadores, fotocopiadoras, máquinas, utensilios de limpieza) están cerca?	¿Se pierde tiempo en desplazamientos para coger o dejar útiles, herramientas, carpetas, etc. de uso habitual?	¿Se apagan las lucen cuando existe suficiente luz natural o cuando no existe personal en el área de trabajo?
¿Están duplicados útiles y herramientas que se podrían compartir con otras personas?	¿Se apagan las máquinas, ordenadores y otros equipos cuando no serán utilizados?	¿Se hacen trabajos o actividades sin saber su razón ni su utilidad?	¿Están limpios los equipos de iluminación?
¿Se deterioran los materiales por no estar correctamente almacenados y conservados?	¿Se producen pérdidas de agua, aceite u otros fluidos por fugas, grifos mal cerrados, entre otros?	¿Se pierde tiempo limpiando cosas cuando, de antemano, se podría evitar que se ensuciara protegiéndolas o siendo más cuidadosos?	¿Se utiliza adecuadamente el aire acondicionado y la calefacción, desconectándolos por noches o cuando se abren las ventanas?

Continuación de la tabla IX.

¿Existen por el suelo cables, cajones, piezas o elementos delicados que puedan sufrir deterioro?	¿Está bien aprovechado el espacio interior de los armarios y el de los cajones y estanterías?	¿Existen controles de gasto en fotocopias, utillajes, papelería, teléfono, internet etc. que resultan más caros que los hipotéticos abusos que se pretende controlar?	¿Se tienen sistemas de aislamiento para evitar pérdidas de calor?
¿Se mezclan materiales que posteriormente se deben separar?		¿Se pierde tiempo buscando informes o documentos porque no están claros los criterios para archivarlos?	
¿Se tiene guardado herramientas, informes, documentos u otros materiales que en realidad no hacen más que ocupar espacio y provocar estorbo?		¿Se archivan documentos “porque así se ha hecho siempre” sin conocer su utilidad?	
¿Se recicla el papel, embalajes y otros materiales?		¿Resultan útiles los informes, comunicados, que se reciben de otros departamentos?	
¿Se desperdicia excesivamente materiales en la puesta a punto de máquinas, fotocopadoras, etc. haciendo pruebas o ajustes?		¿Se comprueba que los informes, comunicados, etc. que se emiten tiene interés y utilidad para todos a quienes se les envía?	
¿Se utilizan en primer lugar los materiales más antiguos?		¿Se podría reducir la distancia de los movimientos de las personas?	
¿Están al alcance de la mano los materiales de mayor uso y más alejados los menos utilizados?			

Fuente: Centros de excelencia. *Guía de eliminación de despilfarro.*

www.centrosdeexcelencia.com/wp-content/uploads/2017/07/despilfarros.pdf. Consulta: 29 de agosto de 2018.

La eficiencia del ciclo del proceso es la velocidad del proceso para saber qué tan rápido o lento es, esto se logra comparando la cantidad de tiempo de valor añadido contra el tiempo total del ciclo del proceso. El primero se refiere al tiempo que toman las actividades que el cliente creería como indispensable para la fabricación de un bien o servicio mientras que el segundo son las actividades reales que toman el proceso de inicio a fin.

- Mantenimiento totalmente productivo

Es un sistema para administrar las máquinas o equipos de plantas manufactureras, procesos, edificios comerciales y similares. El objetivo es garantizar que los equipos tengan menos averías, produciendo a la mayor velocidad y con la menor cantidad de productos defectuosos. Es decir que todas las personas puedan enfocarse en obtener la máxima eficiencia de sus equipos, para brindar un producto de la mejor calidad. Es importante implementar este sistema pues establece las metas, se ajusta a la administración de calidad total y la participación de los empleados. Brindando una mejor expectativa a los clientes en calidad, precio, entrega y servicio.

Eficiencia de producción se basa en mejorar tres categorías: disponibilidad, desempeño y calidad.

Disponibilidad se refiere al tiempo en que el equipo está produciendo, sin embargo, se deberá tomar en cuenta que las averías y el tiempo de cambiar de un trabajo a otro también sustraen tiempo valioso de producción y reducen a la puntuación de la disponibilidad. Desempeño, si el equipo está operando, pero no a toda su velocidad ni capacidad de producción, existen paradas cortas y espacios vacíos, también se reduce la eficiencia del desempeño. Calidad busca no despachar productos que no cumplan con las especificaciones.

El mantenimiento total productivo puede ser enfocado de diversas maneras según sea la necesidad de la empresa, sin embargo, lo que no deja de ser importante es la interacción entre el personal y los equipos. Cabe entender que este sistema no es un departamento de mantenimiento, es más una forma de integrar una serie de actividades de mejoramiento que conducen a la eficiencia total de producción.

Este sistema tiene cinco elementos de mejoramiento los cuales son:

- Mejorar la eficiencia del equipo enfocándose en las causas principales de pérdida.
- Involucrar a los operarios en el mantenimiento diario de sus equipos
- Mejorar la eficiencia y efectividad del mantenimiento.
- Capacitar al personal que tiene que ver con todos los equipos para mejorar sus habilidades.
- Garantizar la administración temprana de los equipos y la prevención del mantenimiento.

En los sitios en el que este sistema tiene mayor éxito y es más benéfico para la empresa; los operarios, técnicos de mantenimiento, ingenieros y todo el personal que tiene contacto con el equipo trabajan en grupo para mejorar continuamente su eficiencia. Para desarrollar ese nivel de cooperación y sentido de pertenencia este sistema implica altos niveles de participación de los empleados.

También existen factores que pueden afectar poner en marcha el sistema total de mantenimiento los cuales son:

- Condiciones del equipo
- Cultura de la organización existente
- Niveles actuales de administración de los equipos
- Efectividad del mantenimiento

Es decir, que si una empresa busca tener resultados positivos deberá con anterioridad evaluar los anteriores factores mencionados. Por ejemplo, para la mayoría de empresas el mantenimiento se ve como un gasto, no como que contribuye al mejoramiento de utilidades y la calidad.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La situación actual del proceso de transformación de mantillas con barras permitirá el análisis de las operaciones y actividades innecesarias que retrasan la eficiencia de la línea y, por ende, genera mayor costo de mano de obra.

En dicho proceso se requiere la intervención del encargado de mantillas y el auxiliar. Las cantidades de materia prima que serán utilizadas corresponden a la fabricación de sesenta mantillas con barras, debido a que este proceso es fabricado por lote, según la capacidad de la máquina de horneado y cantidad de mantillas que se obtienen de un rollo de caucho.

2.1. Proceso de medición y corte de mantillas

El proceso para la medición y corte de mantillas es revisar en cuaderno correspondiente el correlativo del rollo que debe ser utilizado para trasiego de mantillas, ubicar rollo de mantilla que será trasegado, tomar rollo, sacarlo de la caja y trasladarlo al área de trabajo, introducir rollo en la varilla del burro metálico porta rollos de donde será desenrollado conforme se vaya trasegando, quitarle protector, desenrollar y colocar sobre la mesa de trabajo (ver figura 4).

Para medir y cortar las mantillas se deberá primero medir el ancho necesario del cual será elaborada la mantilla y cortarlo (ver figura 5), enrollar mantilla cortada anteriormente y colocarlo a un lado de la mesa de trabajo (realizar los dos anteriores pasos para el resto del rollo).

Al finalizar el corte del rollo completo, se deberá limpiar el área de trabajo para trabajar rollo por rollo. Luego tomar rollo pequeño de mantilla, extender y medir la mitad de la misma (ver figura 6). Cortar rollo pequeño de mantilla por la mitad, debido a que de este formato salen dos mantillas (ver imagen No. 4), colocar las mantillas cortadas sobre el burro metálico y realizar el paso anterior para el resto de rollos pequeños de mantillas.

Al terminar de cortar todos los rollos pequeños por la mitad y colocarlos sobre el burro metálico, se deberá limpiar el área de trabajo, luego tomar mantilla y colocarla sobre mesa de trabajo (ver figura 7), medir 1/8 de pulgada de la orilla de la mantilla para el centro del lado 3 y cortar a escuadra (ver figura 8), girar mantilla, colocar regla metálica desde el lado 3 hasta el lado 1 y medir según medidas del formato establecido de la mantilla que se realizará (ver figura 9). Girar mantilla, medir 1/16 de pulgada de la orilla de la mantilla para el centro del lado 2 y cortar a escuadra (ver figura 10). Girar mantilla, colocar regla metálica desde el lado 2 hasta el lado 4 y medir según medida del formato establecido de la mantilla que se realizará (ver figura 11). Colocar mantilla cortada según formato establecido sobre burro metálico.

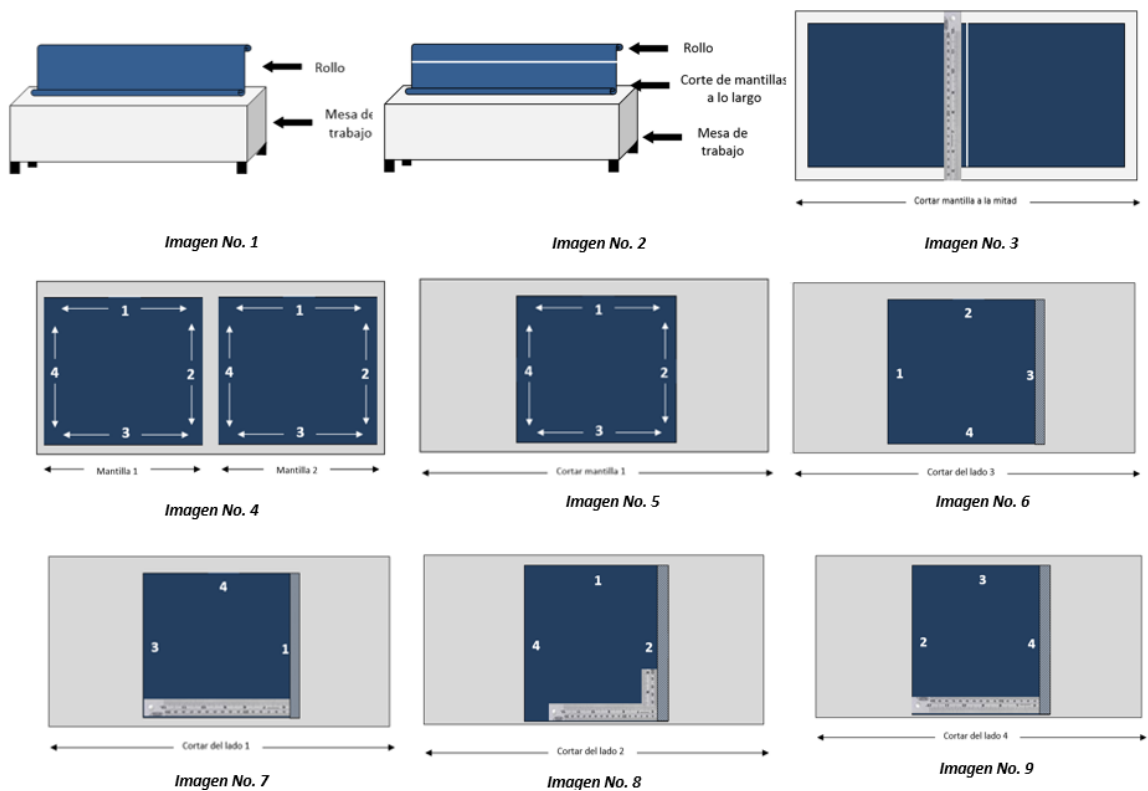
Al terminar de colocar todas las mantillas sobre el burro metálico. Se deberá limpiar el área de trabajo y alistar las herramientas para colocar sellos e información sobre las mismas mantillas. Luego tomar mantilla y darle vuelta a manera de que la parte trasera de la mantilla quede arriba, esto para colocar sello correspondiente, tomar guía y colocar los sellos correspondientes a escuadra.

Colocar información sobre sello acerca de la medida de la mantilla, máquina para la que será utilizada, nombre del operador que realizó el corte y fecha en la que fue fabricada. Colocar mantillas cerca de la máquina

prensadora para fácil manipulación en el proceso de envarillamiento y horneado. Ordenar el área de trabajo colocando las herramientas en el lugar correspondiente.

Nota: si el rollo presentare algún defecto de fábrica, el operador deberá realizar formatos de mantillas en los cuales se aproveche lo máximo posible el área donde existe el defecto. Y deberá continuar con la medida que inicialmente estaba cortando.

Figura 4. Guía para medición y corte de mantillas



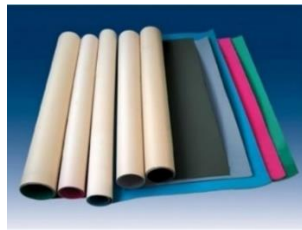
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.1.1. Materias primas

Para el proceso de medición y corte de mantillas se necesita principalmente como materia prima:

- Rollos de mantillas

Figura 5. **Materia prima utilizada en el proceso de medición y corte de mantillas**



Fuente: distribuidora litográfica.

Dichos rollos serán transformados a diversos formatos según el tipo de máquina y trabajo para el cual será destinada.

Es indispensable mencionar las herramientas que serán requeridas para llevar a cabo el procedimiento las cuales son:

- Escuadrilongo
- Navaja
- Regla metálica
- Barra metálica gruesa
- Burro metálico porta rollos
- Mesa de trabajo

Figura 6. **Herramientas utilizadas para el proceso de medición y corte de mantillas**

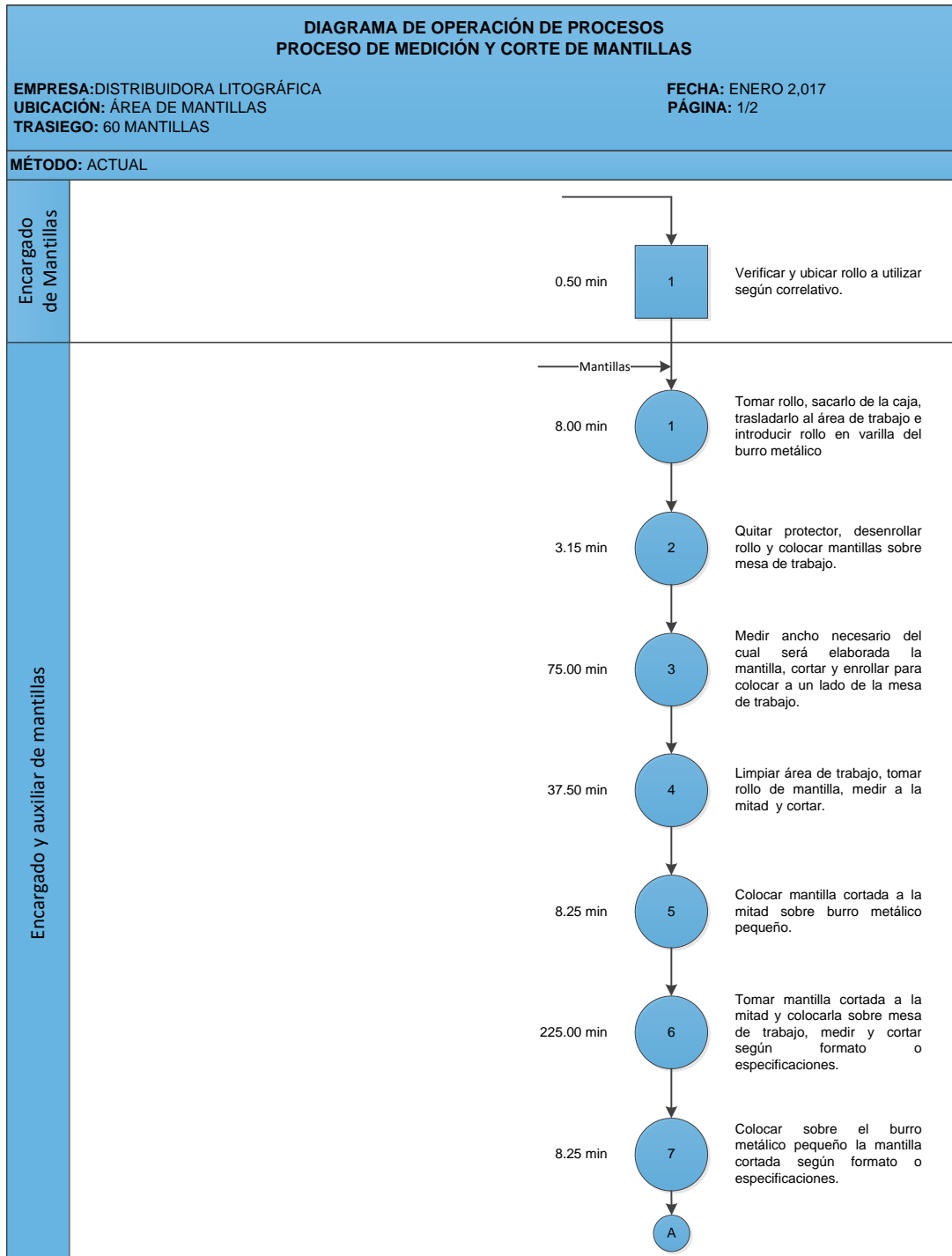


Fuente: distribuidora litográfica.

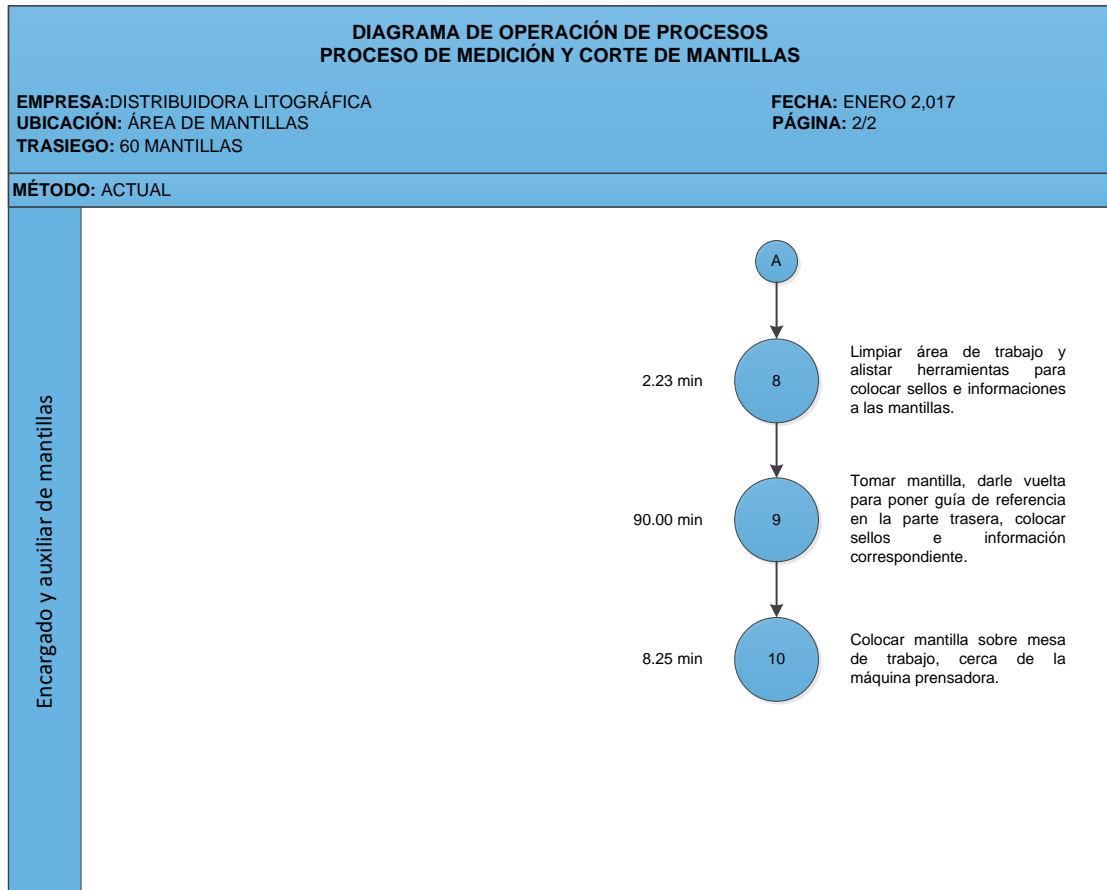
2.1.2. **Diagrama de operaciones**

A continuación, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso de medición y corte de mantillas



Continuación de la figura 7.

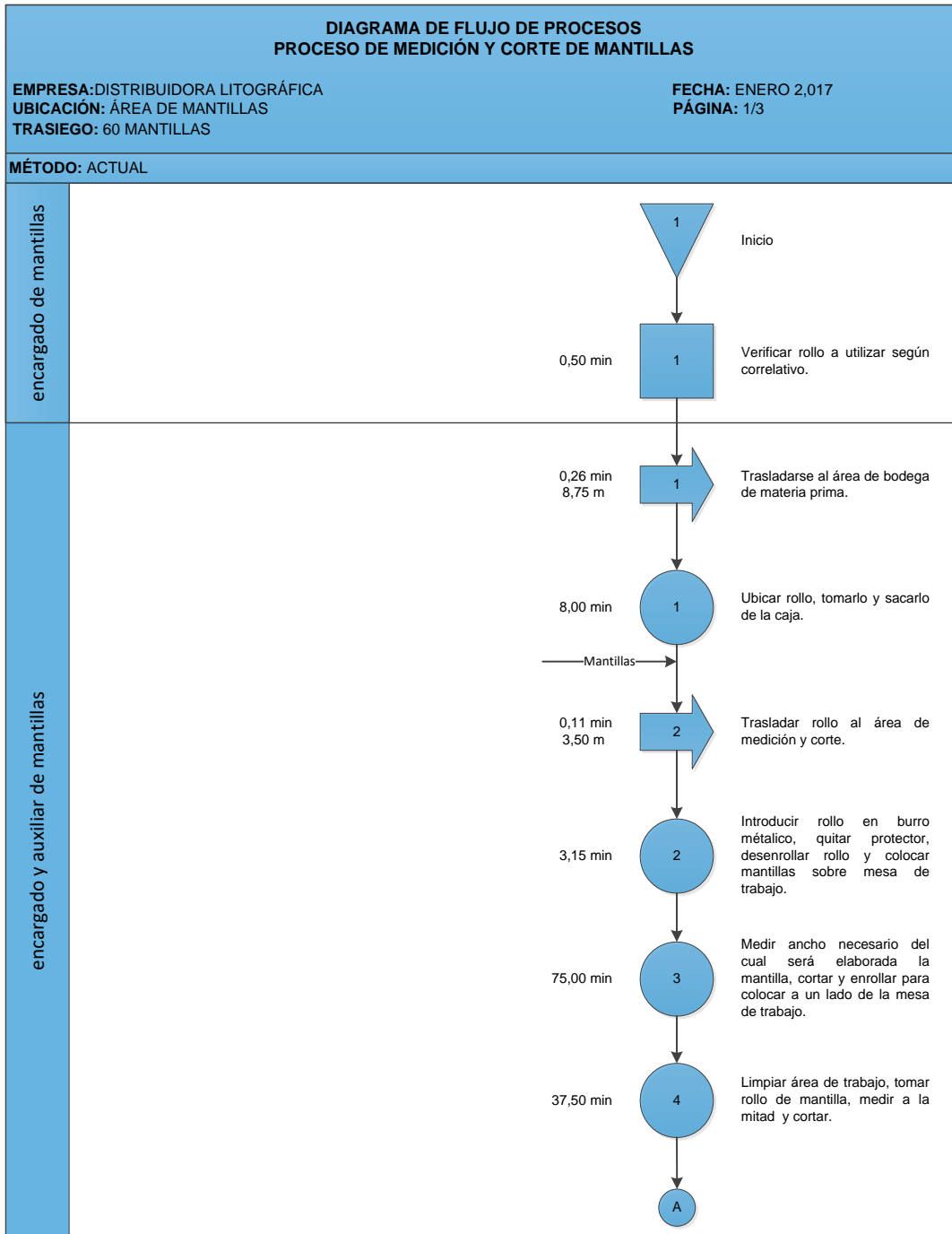


Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

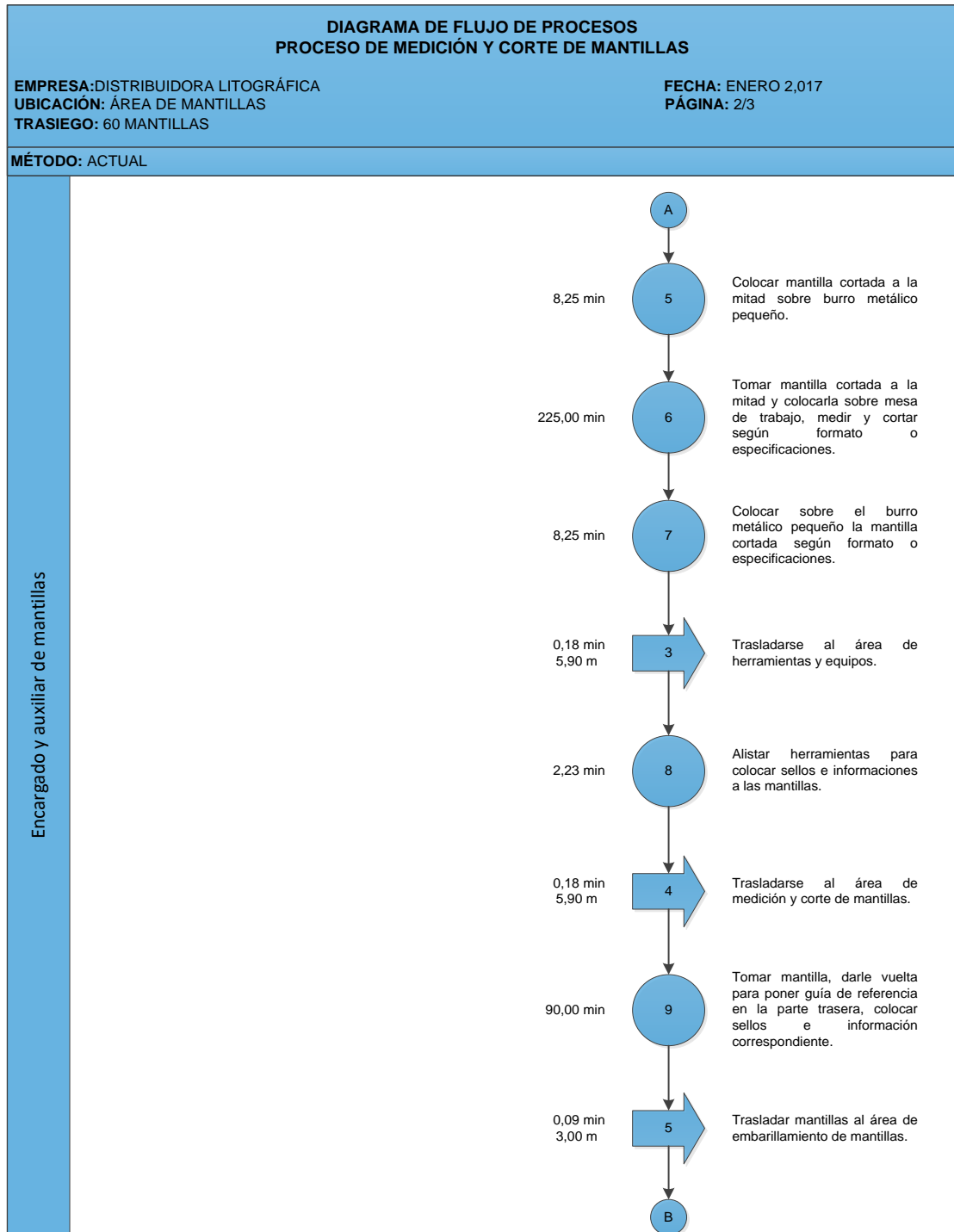
2.1.3. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de medición y corte de mantillas.

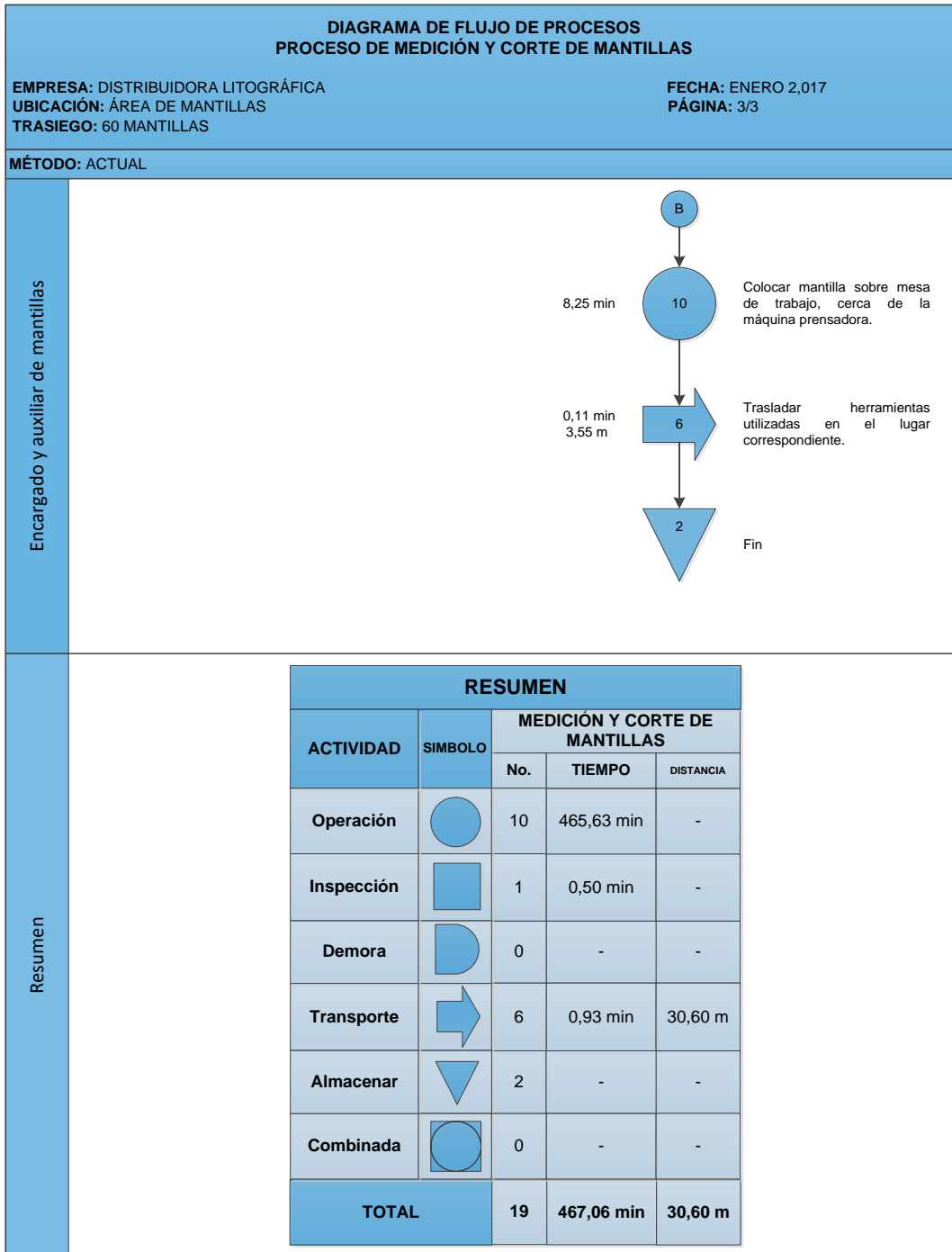
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de medición y corte de mantillas



Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.

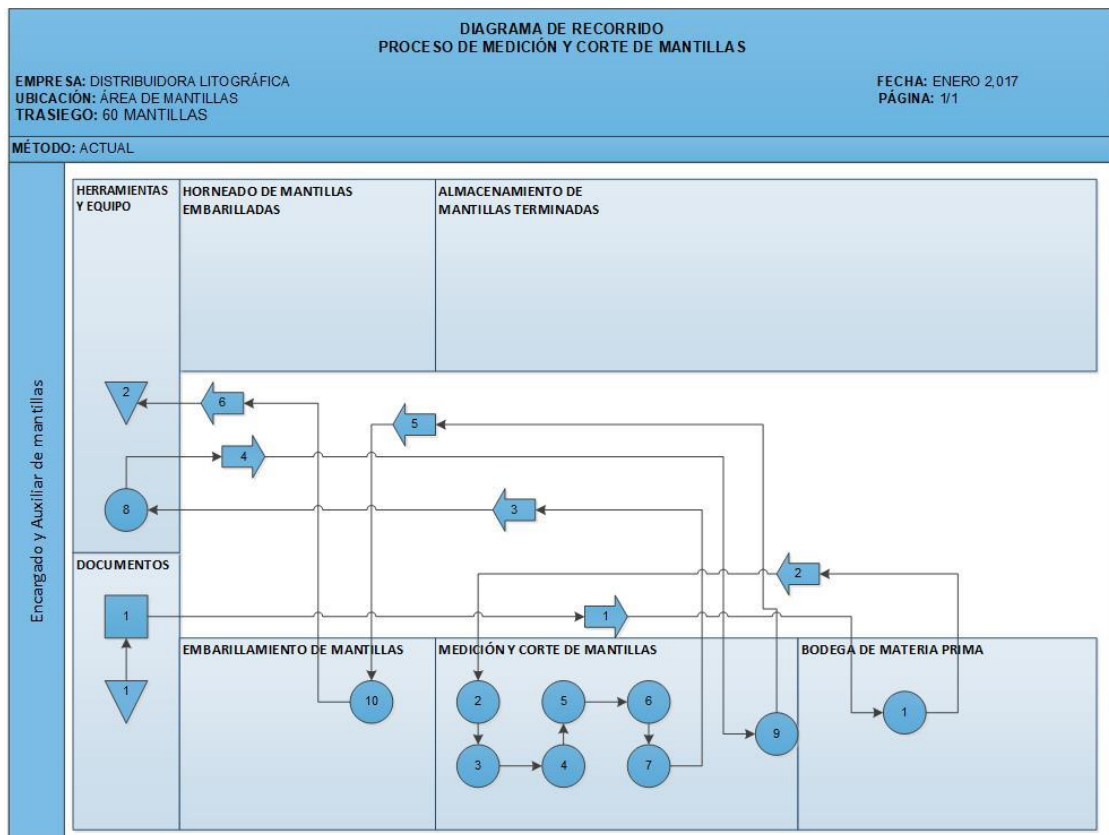


Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.1.4. Diagrama de recorrido

A continuación, se presenta el diagrama de recorrido del proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 9. Diagrama de recorrido del proceso de medición y corte de mantillas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.2. Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

En el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas se debe elegir y ordenar herramientas por utilizar en el área de trabajo, agregar alcohol al guaipe y limpiar las orillas de las mantillas donde irán las barras, encender máquina, calibrar con vernier el nivel de prensado en los extremos de la máquina según el tamaño de la barra metálica/aluminio que será colocada en la mantilla, tomar guaipe y limpiar los filos prensadores de la máquina para retirar residuo de pegamento que pueda haber quedado de otros procesos.

Dirigirse, ubicar y despachar las barras metálicas/aluminio que serán utilizadas en el proceso, colocarlas sobre la mesa, tomar un retazo de tela y echarle alcohol, envolver retazo de tela en la cuchara para albañil a manera de que sea introducido en el hueco de la barra y se retire el polvo almacenado, ir ordenando las barras metálicas/aluminio a un lado de la máquina prensadora para fácil manipulación.

Tomar accesorios que conforman la pistola para pegamento y armarlo, colocarle el recipiente plástico donde se introducirá el pegamento, prender balanza pequeña, tomar lata de pegamento y pesarla, apuntar dato del peso inicial en el cuaderno correspondiente, realizar de nuevo este paso con el endurecedor.

Tomar vidrio que será utilizado para realizar la mezcla del pegamento y el endurecedor, limpiarlo y colocarlo sobre la pesa pequeña para poder llevar el control de los gramos que serán utilizados, abrir lata que contiene el pegamento y con espátula metálica delgada, tomar una cantidad y echarlo sobre el vidrio hasta tener los gramos deseados, limpiar espátula metálica con alcohol y cerrar lata.

Enseguida, tarar balanza y repetir paso anterior con el endurecedor a manera de echarlo sobre el pegamento, quitar vidrio que contiene el pegamento y el endurecedor, *resetear* balanza y pesar la lata del pegamento, apuntar el dato del peso final. Realizar resta: peso inicial – peso final = total de pegamento utilizado, realizar este paso con el endurecedor.

Tomar vidrio que contiene el pegamento y el endurecedor y realizar mezcla con la espátula metálica a manera de que sea homogénea, tomar la mezcla homogénea de pegamento e introducirlo en el recipiente plástico armado anteriormente, (el sobrante será untado en el tapón del recipiente plástico).

Limpiar vidrio y espátula metálica con guaipe que contiene alcohol, agitar recipiente plástico a manera de asentar el pegamento y evitar acumulación de aire, colocarle el tapón y el cobertor metálico de la pistola de pegamento que va conectada al compresor, prender compresor y regularlo a manera de que sea la presión correcta para el pegamento.

Luego, se deberá alistar un recipiente con alcohol y pedazos de guaipe y colocarlos al lado de la máquina prensadora (esto será útil para limpiar el exceso de pegamento en las barras colocadas en la mantilla), tomar y colocar mantilla sobre la mesa de la máquina prensadora, colocar barra metálica gruesa sobre la orilla de la mantilla a manera de que no se mueva, untarle pegamento a la orilla de la mantilla en dirección al hilo, donde ira la barra metálica/aluminio.

Posteriormente, tomar barra y unirla a la mantilla en los extremos que contiene pegamento, quitar regla metálica que sujetaba la mantilla, darle vuelta a la mantilla, verificar y ajustar nuevamente la barra metálica/aluminio, topar mantilla con filo de la prensa, accionar el pedal de la máquina para que esta

ejerza presión en la barra metálica/aluminio contra la mantilla, verificar el prensado de ambos materiales (si está en correctas condiciones proseguir con la siguiente mantilla, de lo contrario volver a accionar la máquina).

Repetir estos pasos para el otro extremo de la mantilla, limpiar exceso de pegamento en la primera barra prensada con guaípe que contenga alcohol. Colocar mantilla terminada sobre la mesa, tomar mantilla y limpiar la segunda barra prensada con guaípe que contenga alcohol. Quitar exceso de pegamento en el filo de la unión entre la barra metálica/aluminio y mantilla con un pedazo de plástico y volver a pasar guaípe con alcohol. Repetir este paso con las 4 uniones de la mantilla. Colocar mantilla sobre burro metálico.

Precalear el horno para que llegue a su temperatura ideal en la que puedan ser ingresadas las mantillas, ingresar burro metálico que contiene las mantillas. Al salir las mantillas del horno deberán verificar una por una que no quede residuos de pegamento por lo que se quitará con guaípe que contenga tiner, colocar información a cada una de las mantillas en los espacios correspondientes de los sellos, sobre las características de la mantilla y la barra metálica/aluminio, colocar la mantilla sobre burro metálico.

Alistar área de trabajo para que exista espacio disponible en donde se puedan colocar las mantillas que serán limpiadas, colocarse guantes y mascarilla, agregar lavador de rodillos DB15 al guaípe, e ir limpiando cada una de las mantillas, colocar mantillas limpias sobre espacios libres para esperar el secado del lavador de rodillos DB15, quitar mantillas secas y colocarlas sobre mesa.

Nota: se deberá limpiar constantemente la máquina prensadora para quitar residuos de pegamento que vaya quedando conforme se va envarillando.

El pegamento utilizado en este proceso tiene una duración aproximadamente de 35 min para 23 mantillas por cada 70 gr de pegamento y 70 gr de endurecedor. Por lo que se deberá de envarillar por ciclos hasta obtener la cantidad adecuada para ser ingresadas al horno (aprox. 60 mantillas).

- El horno debe obtener los 100° de temperatura para ingresar las mantillas. Y su tiempo de horneado es de 1 hora 25 minutos.
- Al colocar las mantillas unas sobre otras se deberá tener precaución a manera de no dañar el caucho con las barras metálicas y/o aluminio porque de lo contrario la mantilla no sirve.

2.2.1. Materias primas

Para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas se necesita como materia prima:

- Mantillas con medidas específicas
- Alcohol
- Barras metálicas/aluminio
- Pegamento y endurecedor
- Tíner
- Lavador de rodillos DB15

Figura 10. **Materia prima utilizada en el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas**



Fuente: distribuidora litográfica.

Es indispensable mencionar las herramientas que serán requeridas para llevar a cabo dicho procedimiento las cuales son:

- Guaípe
- Prensa
- *Vernier*
- Cuchara de albañil
- Compresor con pistola de pegamento
- Balanza pequeña
- Espátulas metálicas
- Vidrio
- Barra metálica gruesa
- Horno
- Burro metálico porta rollos

- Guantes y mascarillas de doble filtro
- Mesa de trabajo

Figura 11. **Herramientas utilizadas para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas**

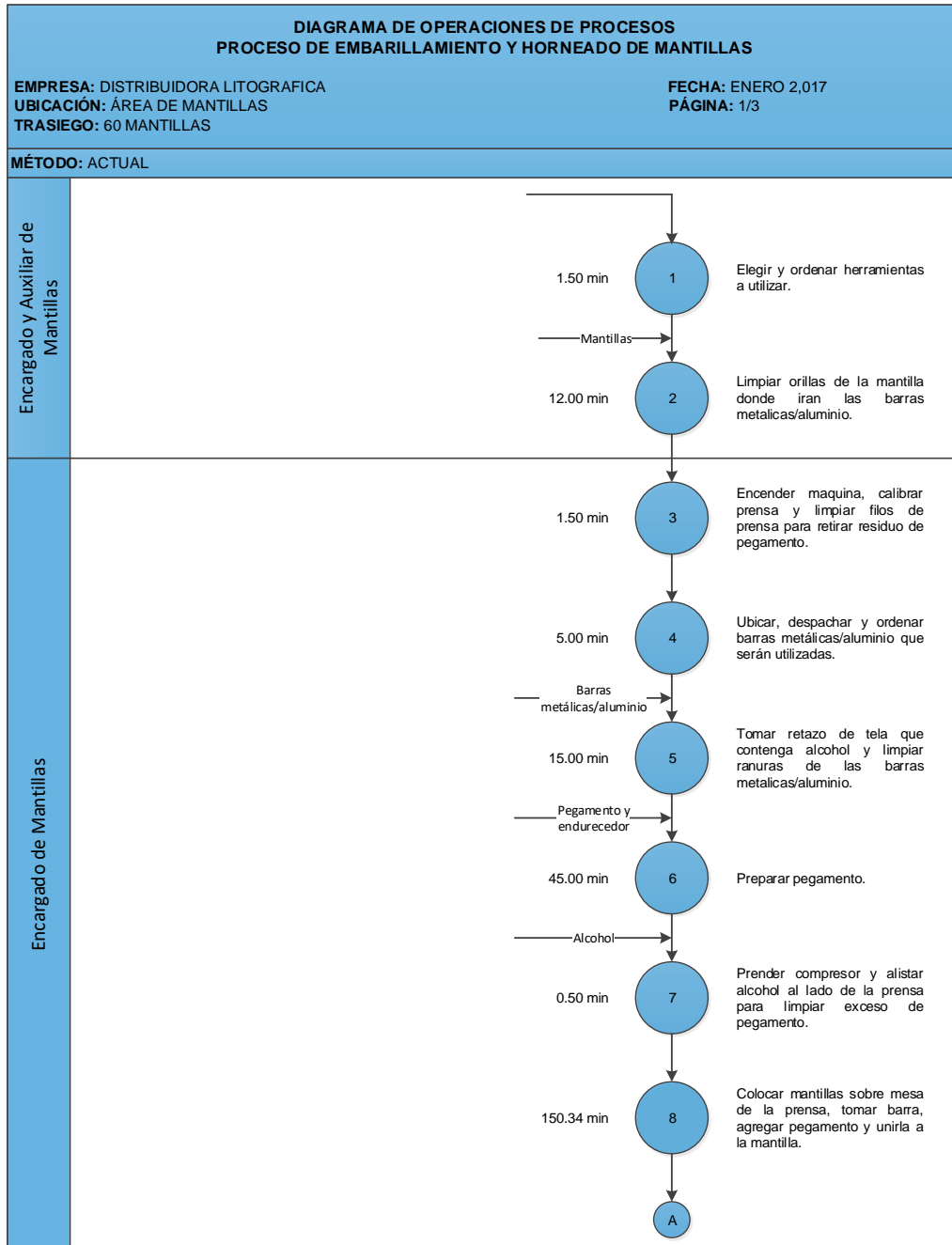


Fuente: distribuidora litográfica.

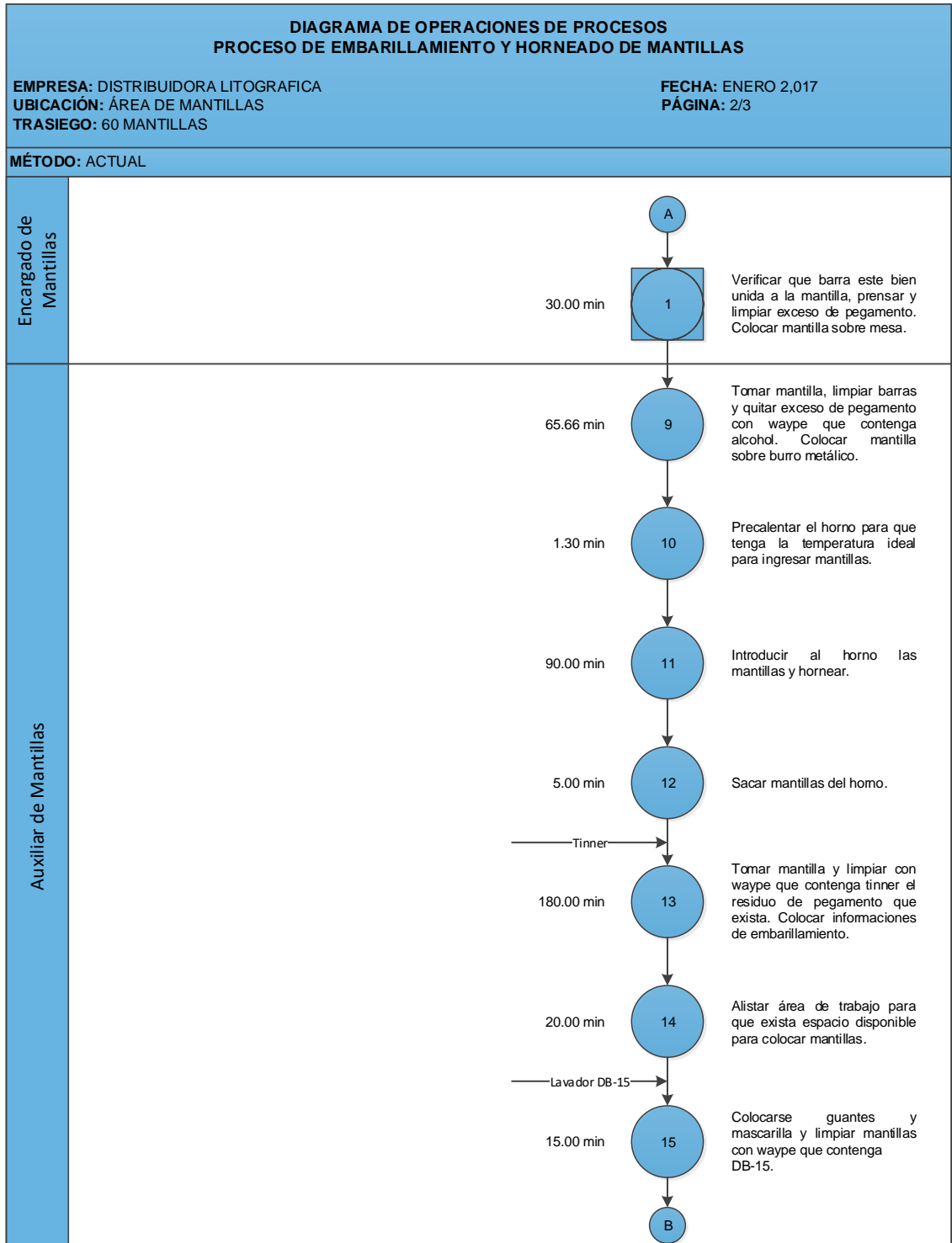
2.2.2. Diagramas de operaciones

A continuación, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

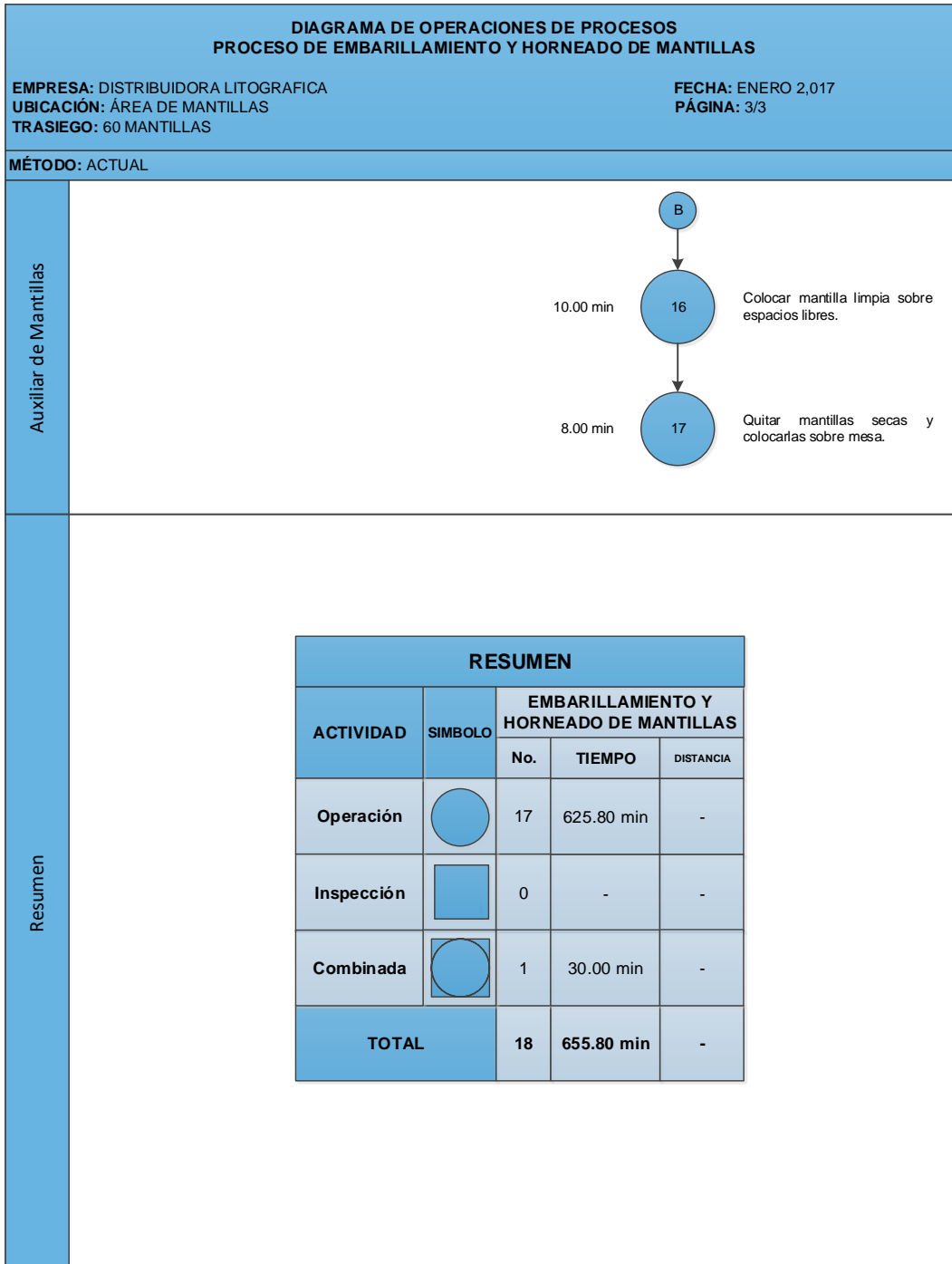
Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas



Continuación de la figura 12.



Continuación de la figura 12.

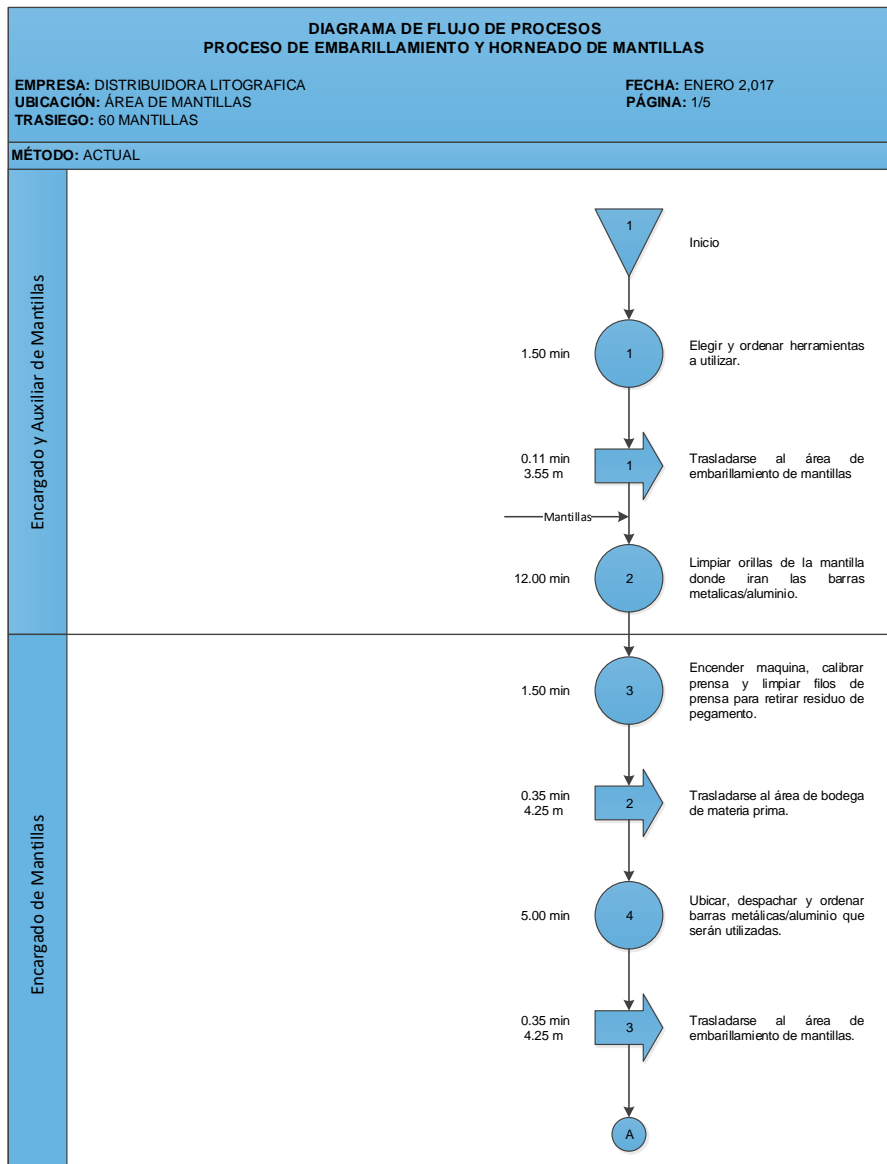


Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

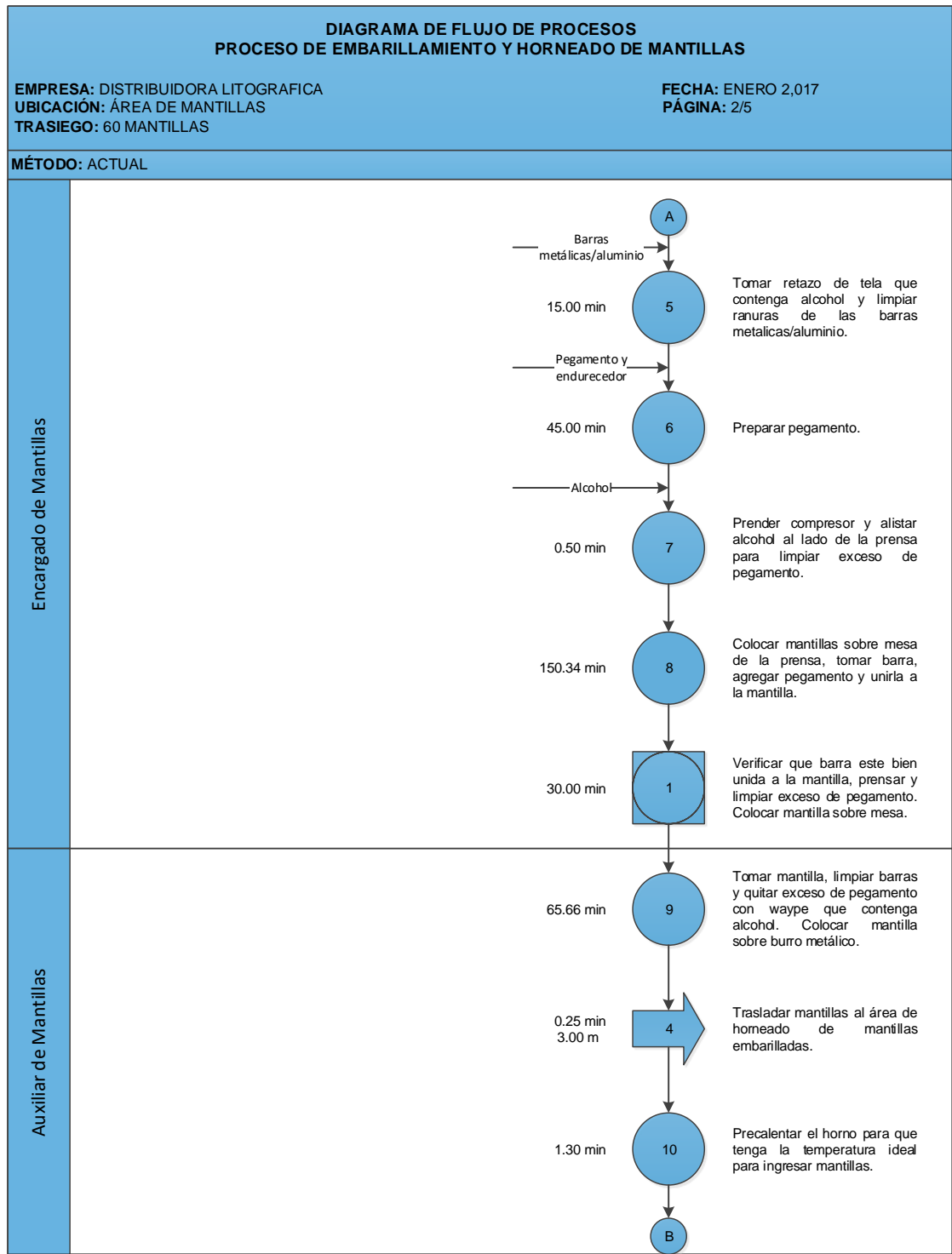
2.2.3. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

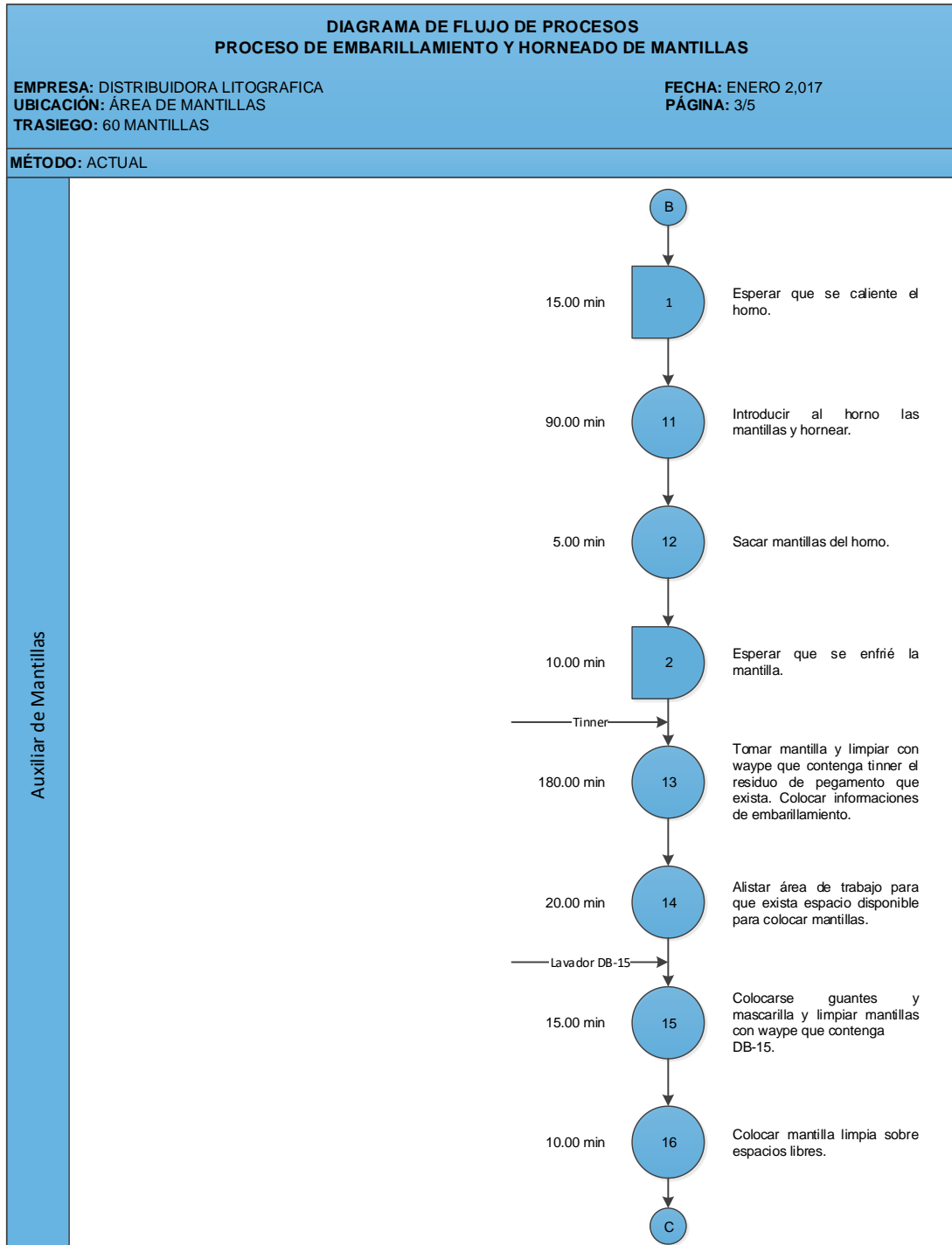
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas



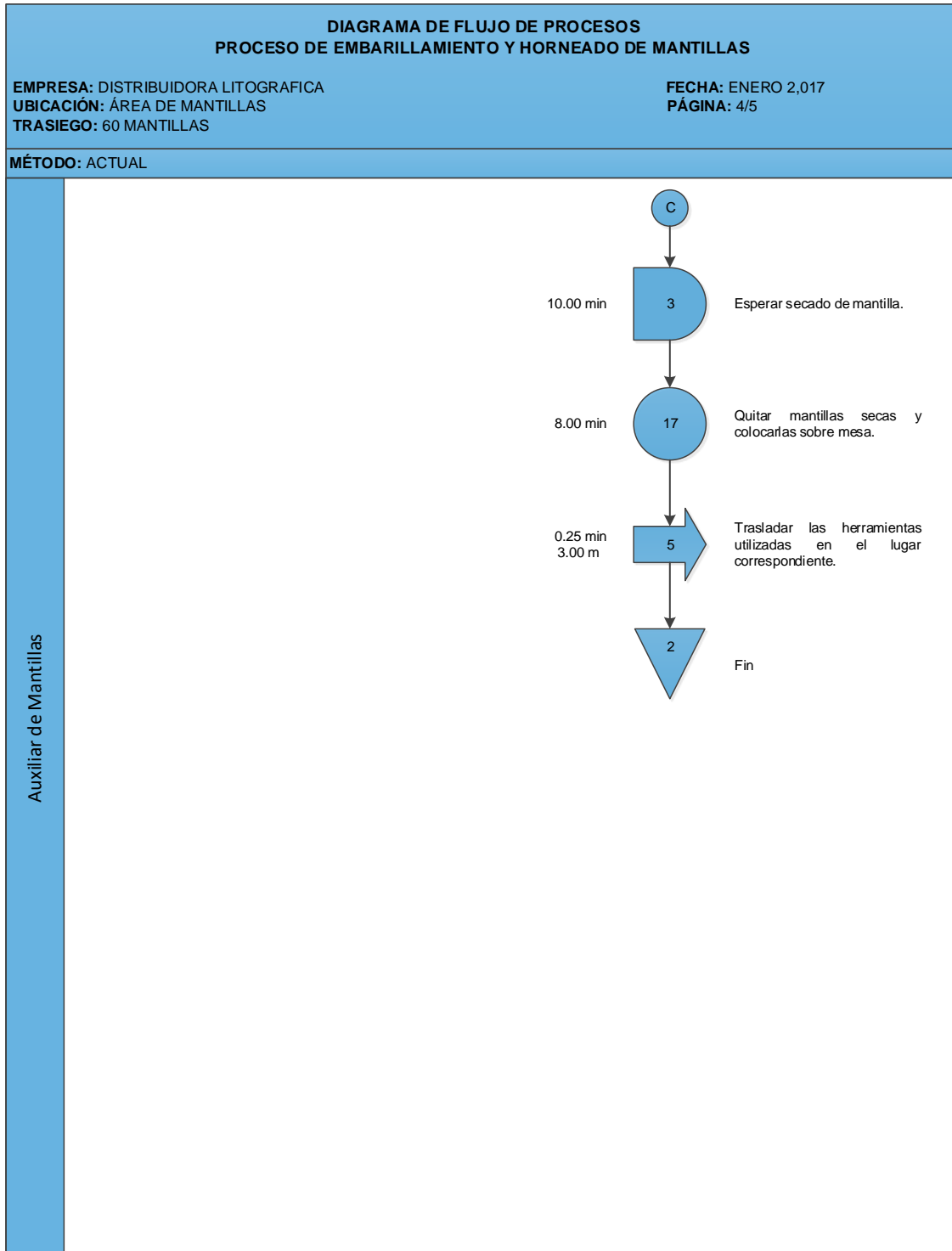
Continuación de la figura 13.



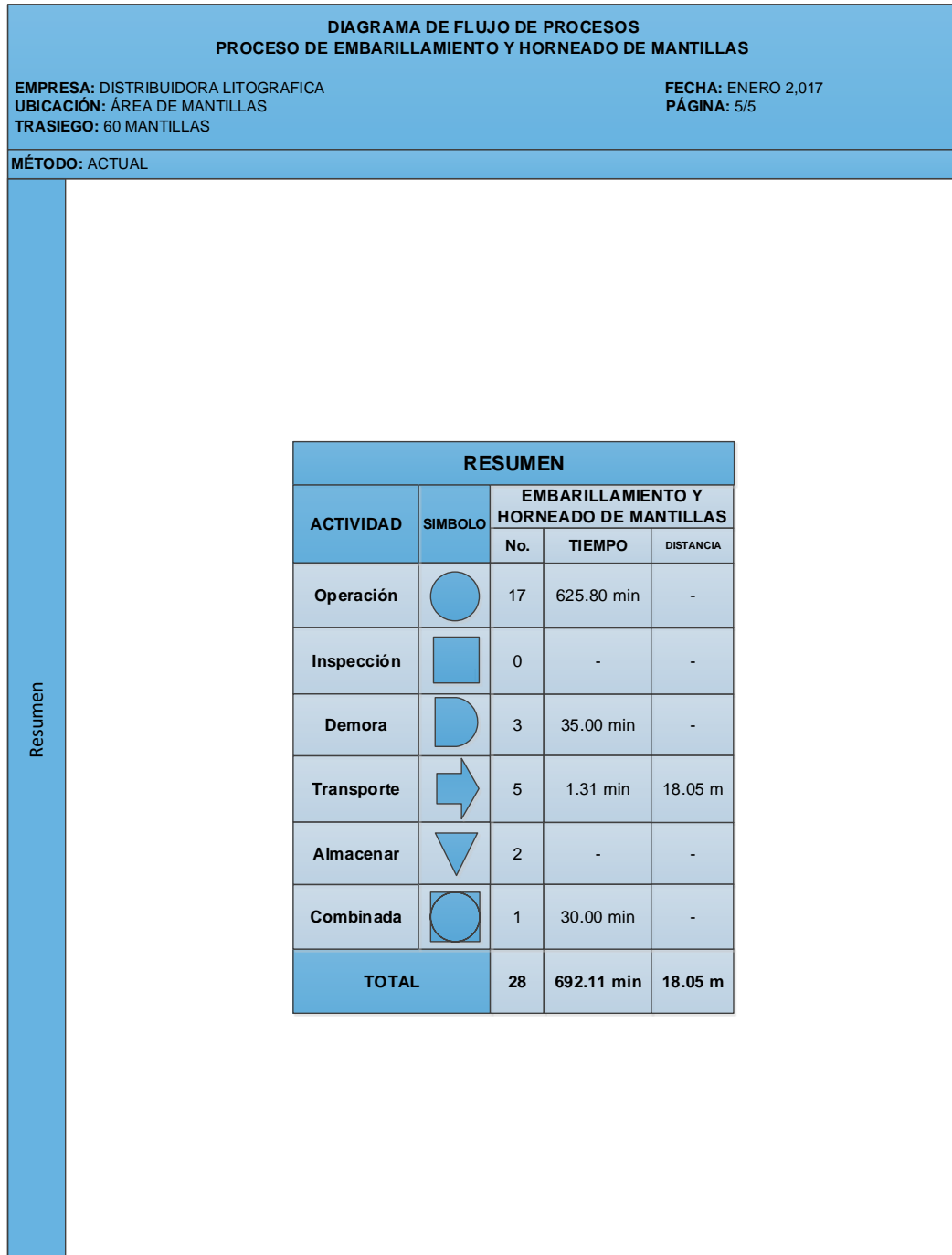
Continuación de la figura 13.



Continuación de la figura 13.



Continuación de la figura 13.

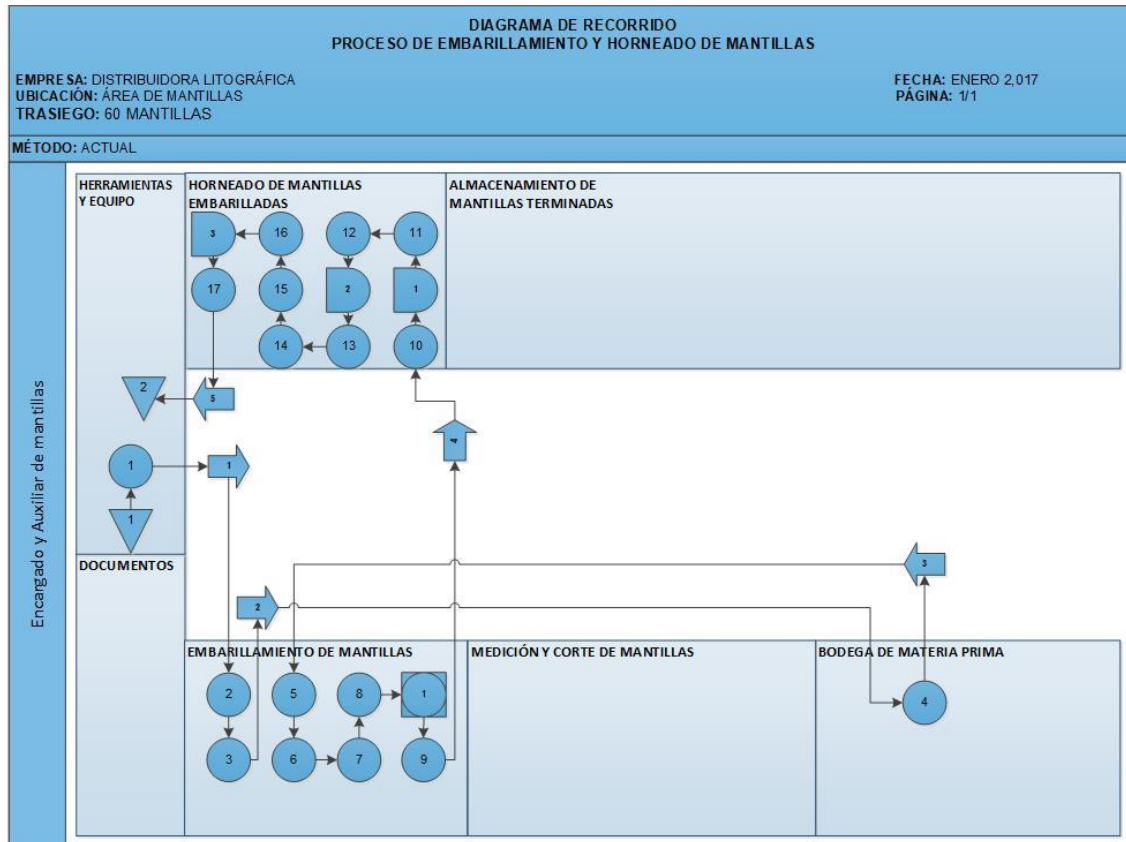


Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.2.4. Diagrama de recorrido

A continuación, se presenta el diagrama de recorrido del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

Figura 14. Diagrama de recorrido del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.3. Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

Para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas se debe tomar muestra de mantilla envarillada, dibujar rectángulos con medidas correctas en los extremos derecho, izquierdo y centro de la muestra de mantilla, identificar lados (derecho, izquierdo y centro) para que al momento de realizar la prueba se pueda determinar dónde podría haber una falla.

Realizar los cortes de la barra con la sierra (esto debido a que la barra es metálica o de aluminio), terminar de cortar los rectángulos marcados con la navaja y regla metálica, identificar el resto de la muestra de mantilla de donde fueron cortados los rectángulos con los datos acerca de la cantidad de unidades que fueron envarilladas, la fecha en la que se realizó, la máquina para la que serán utilizadas y la medida de las mantillas.

Colocar la máquina probadora de tensión y sujetarla a la mesa con prensas a manera de que esta no se mueva, tomar uno de los tres rectángulos cortados y colocar cada uno de los extremos en el sujetador correspondiente. Apretar tornillos con llave Allen, colocar en cero el indicador de presión, ejercer presión dándole vuelta al tornillo con la llave No. 24 (realizar esto hasta que exista desprendimiento entre la barra y la mantilla). Después, verificar tensión ejercida y colocar dato en la parte trasera del rectángulo sobre la resistencia máxima y mínima que soporto la barra unida a la mantilla y la fecha en la que fue realizada dicha prueba. Repetir estos pasos para los siguientes dos rectángulos cortados.

Regresar con las mantillas envarilladas y horneadas, cortar pedazos pequeños de cinta adhesiva y colocar en cada una de las esquinas de las

mantillas a manera de que esto sea un protector para las mantillas al ser colocadas en el área de *picking*, aplicar sellador a las orillas de las mantillas, acomodar mantillas sobre el burro metálico, dirigirse al área de almacenamiento y colocar mantillas terminadas. Regresar y ordenar el área de trabajo colocando las herramientas en el lugar correspondiente. Realizar documento de ingreso interno con las especificaciones sobre las cantidades de material utilizado en el proceso. Archivar la copia rosada, entregar original y copia celeste al operador de bodega, el cual se encargará de rebajar las cantidades de materiales utilizados y dar ingreso a las mantillas para que puedan ser facturadas.

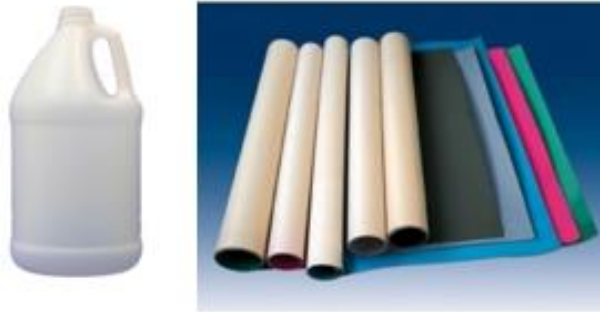
Nota: la resistencia mínima permitida es de 1 500 N si la barra es desprendida de la mantilla en una fuerza menor que esta, esto significa que la mantilla dará problema al ser utilizada en la máquina para la que fue fabricada.

2.3.1. Materias primas

Para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas se necesita como materia prima:

- Mantilla envarillada y horneada
- Sellador de mantillas

Figura 15. **Materia prima utilizada en el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**



Fuente: distribuidora litográfica.

Es indispensable mencionar las herramientas que serán requeridas para llevar a cabo dicho procedimiento las cuales son:

- Prensa tipo C
- Sierra
- Mesa de trabajo
- Regla metálica
- Navaja
- Llave Allen
- Cinta adhesiva
- Máquina probadora de tensión
- Llave No. 24
- Burro metálico porta rollos

Figura 16. **Herramientas utilizadas para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**

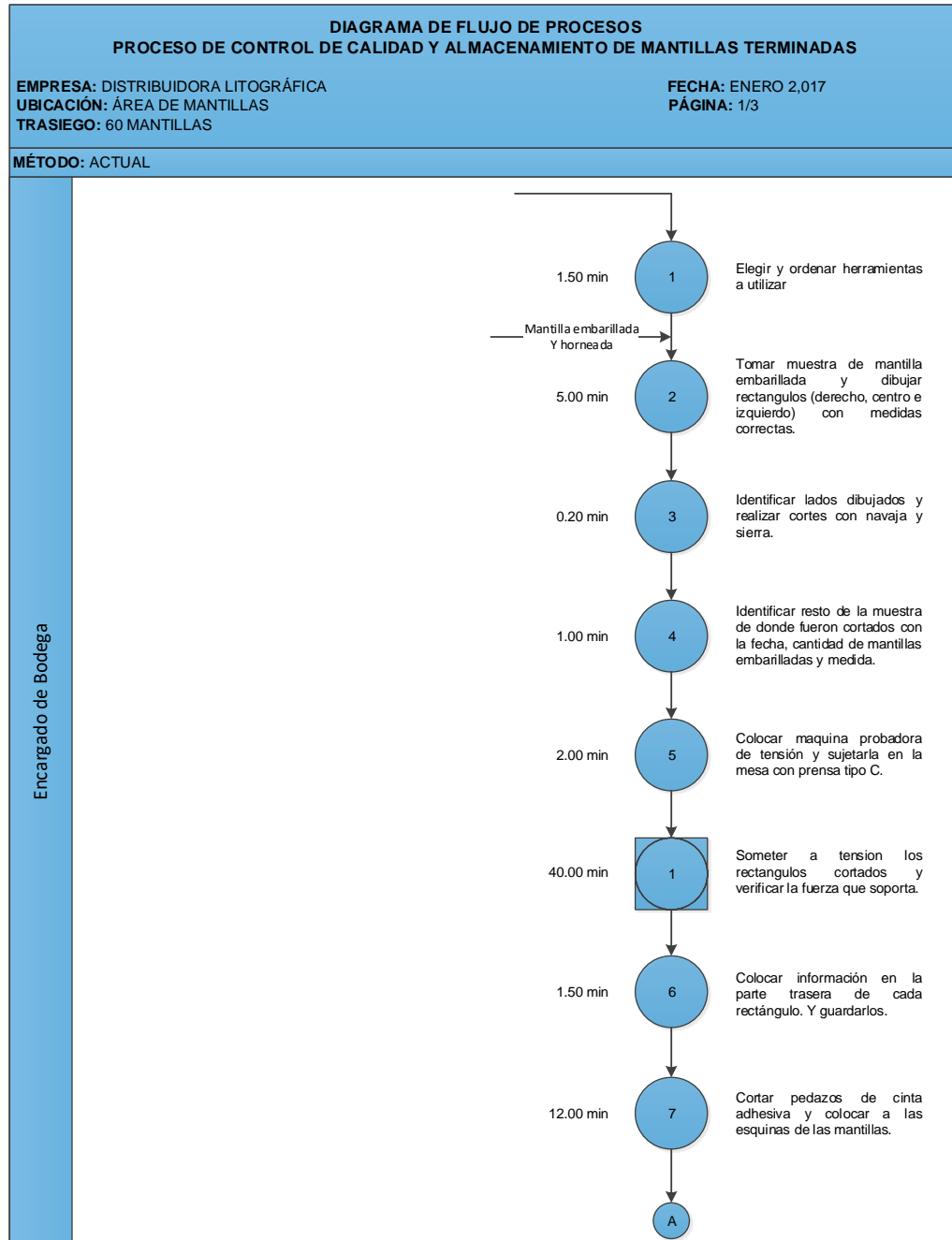


Fuente: distribuidora litográfica.

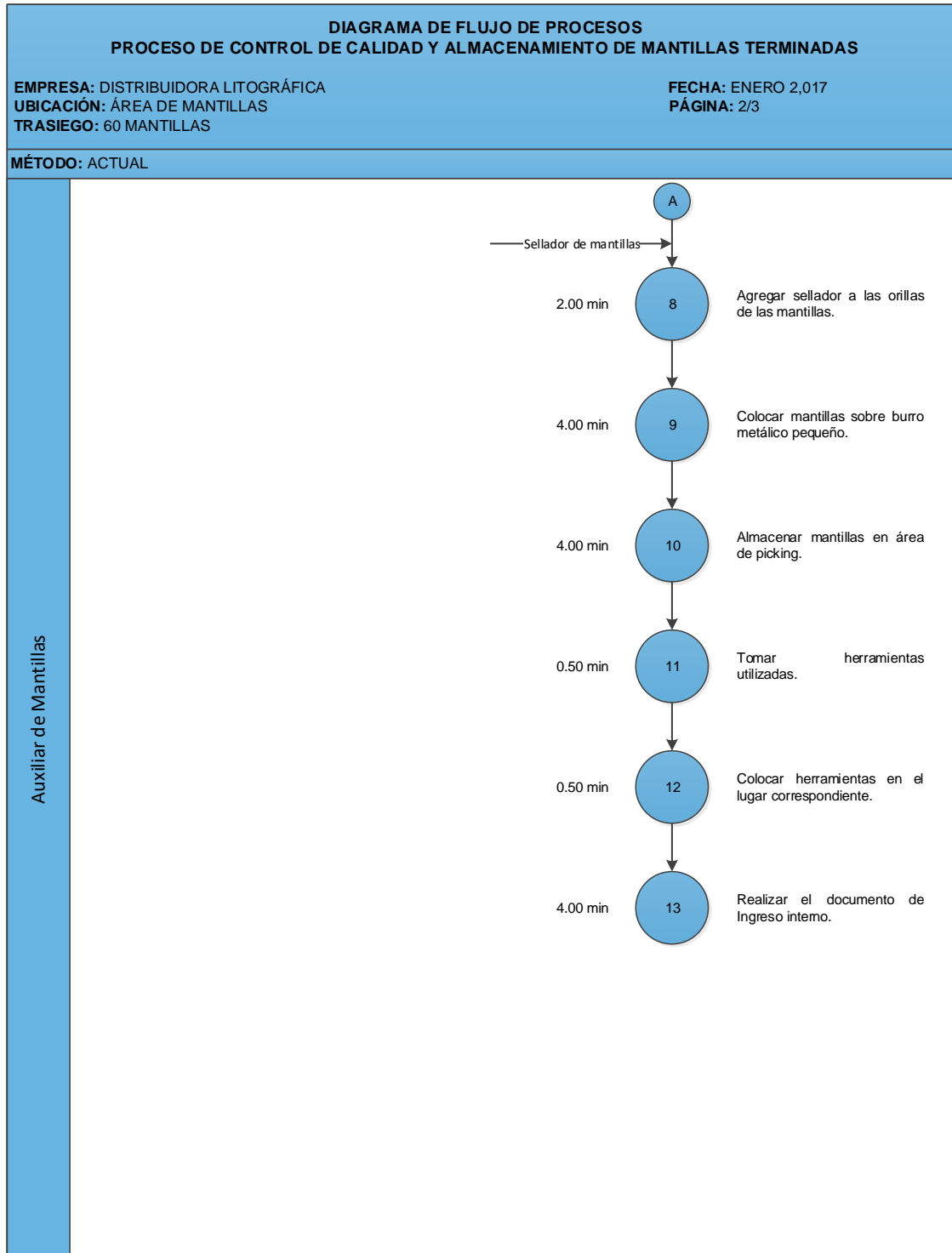
2.3.2. Diagramas de operaciones

A continuación, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.

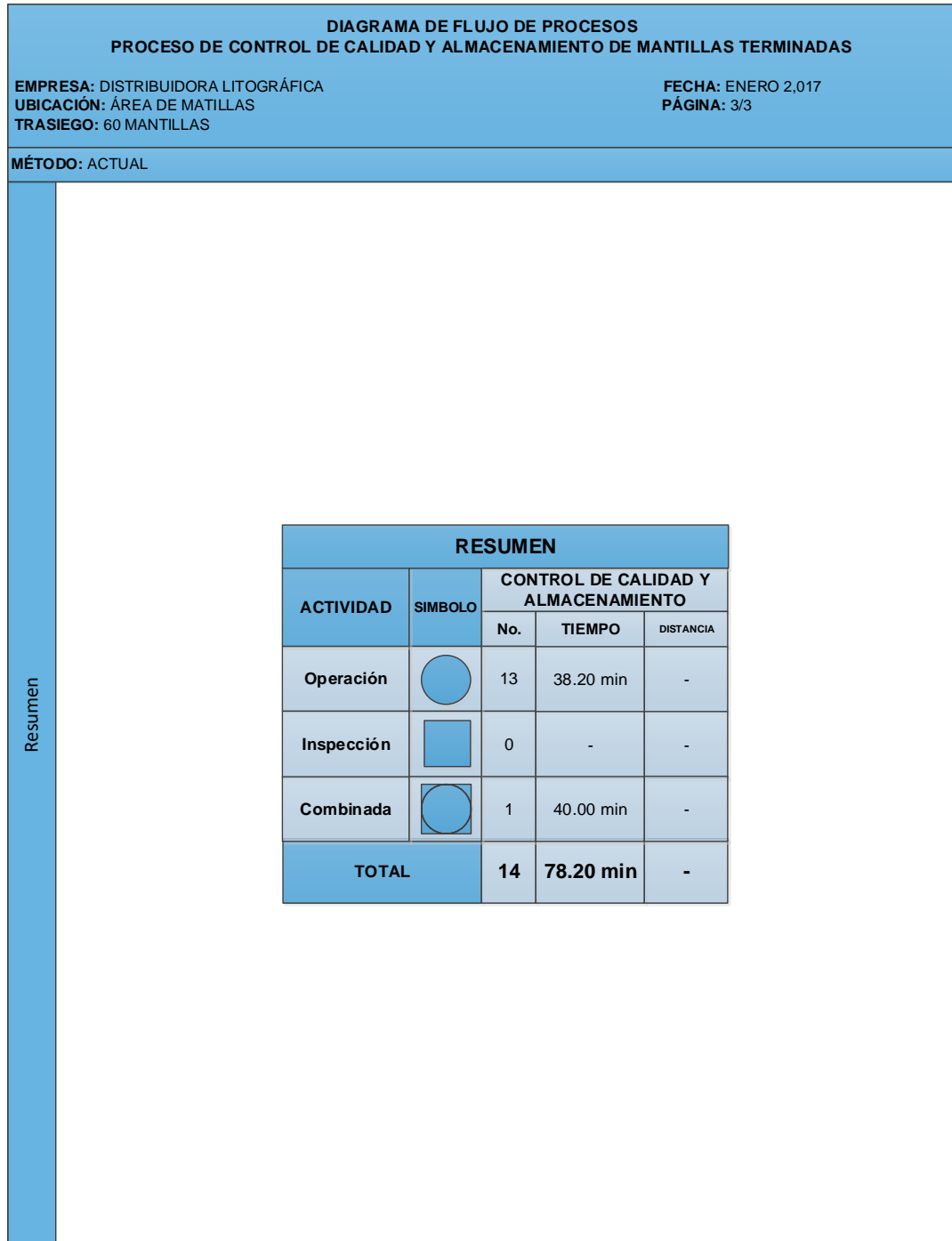
Figura 17. Diagrama de operaciones del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas



Continuación de la figura 17.



Continuación de la figura 17.

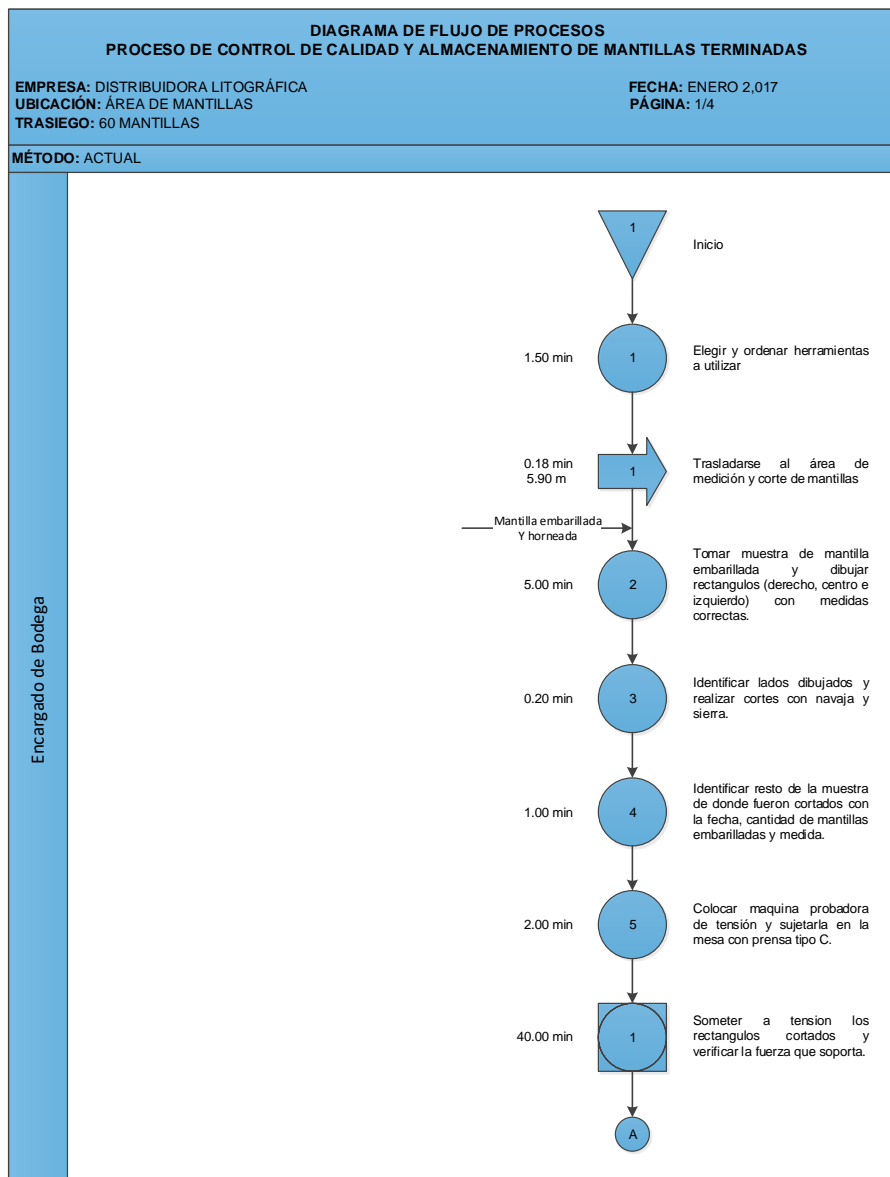


Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

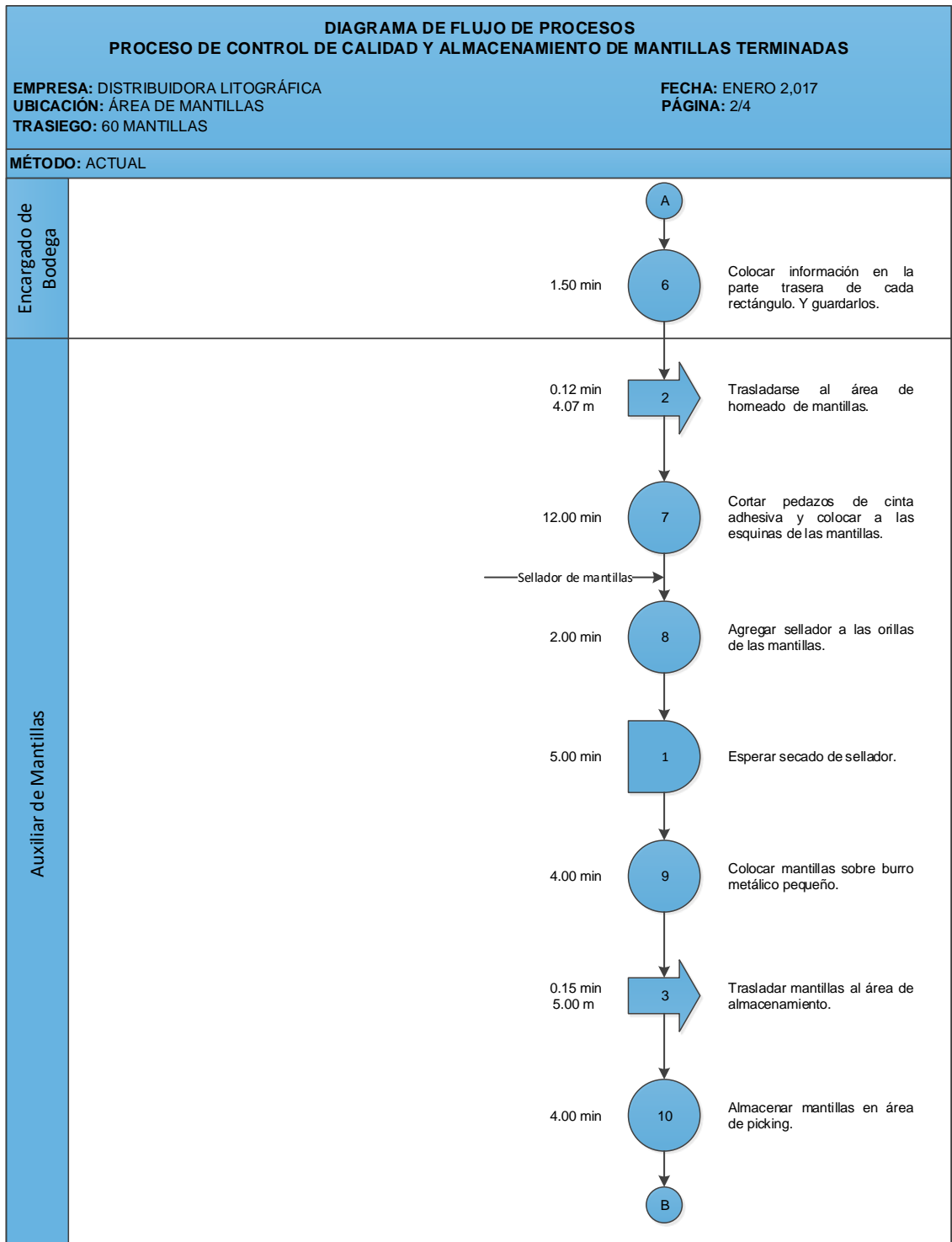
2.3.3. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.

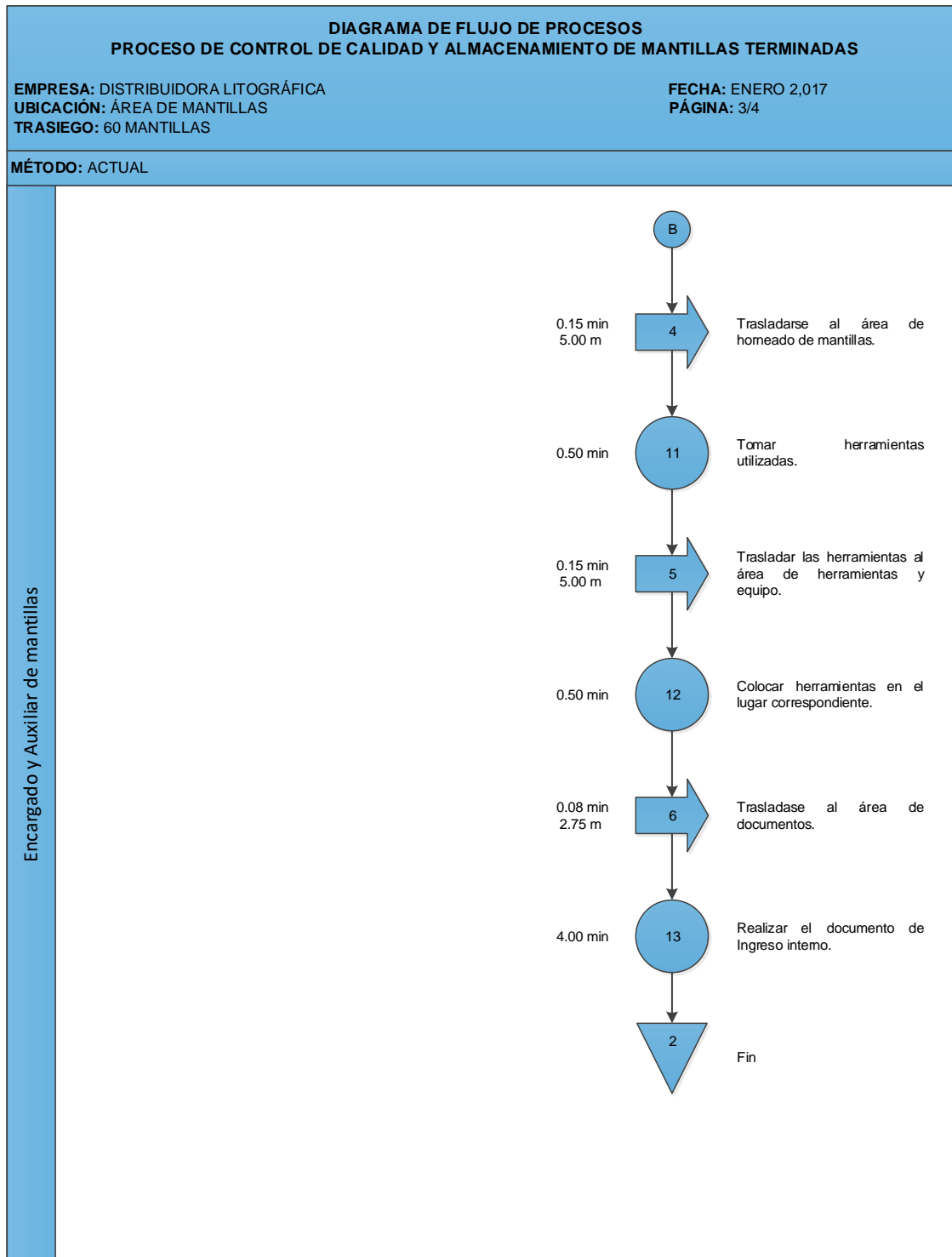
Figura 18. **Diagrama de flujo del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**



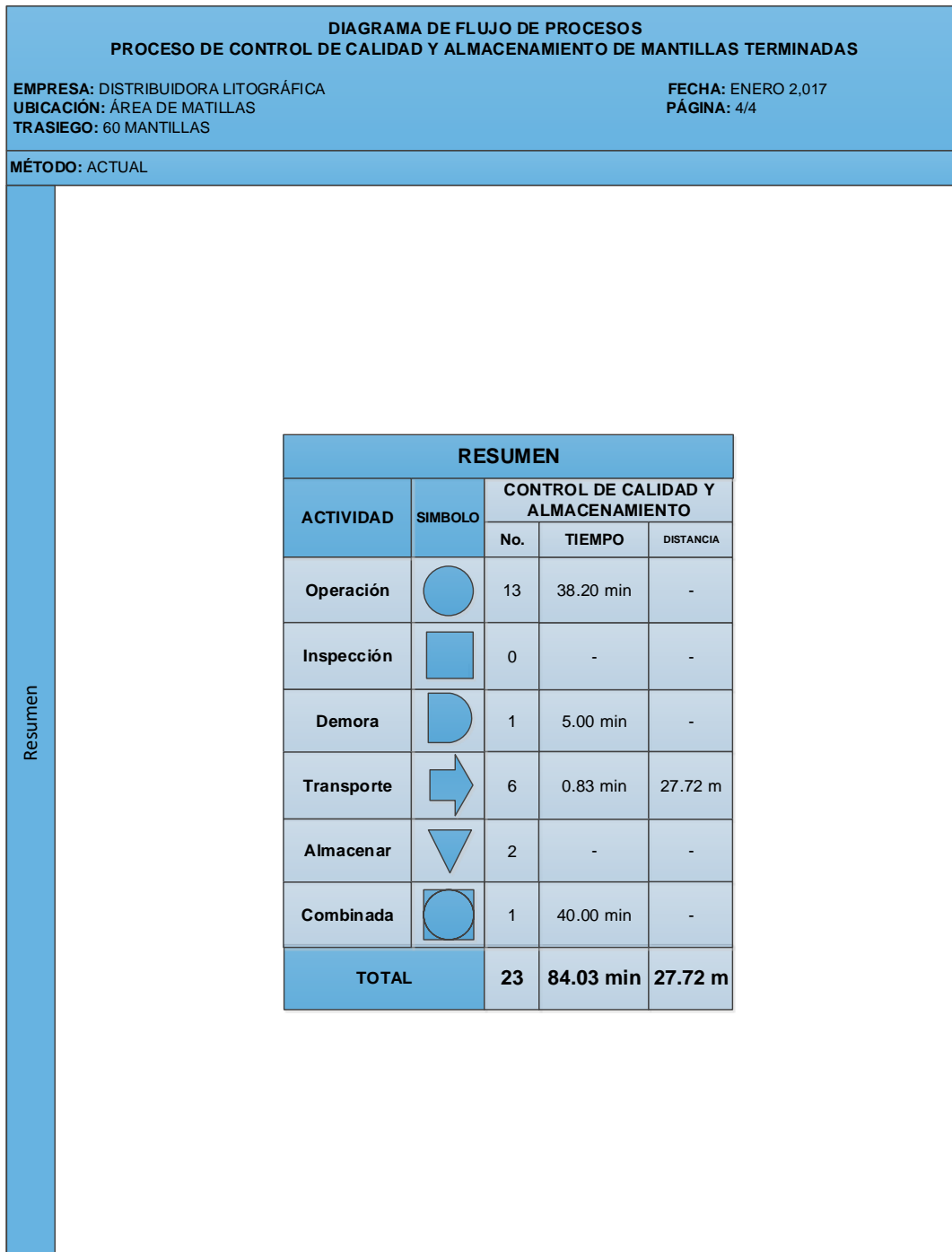
Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.

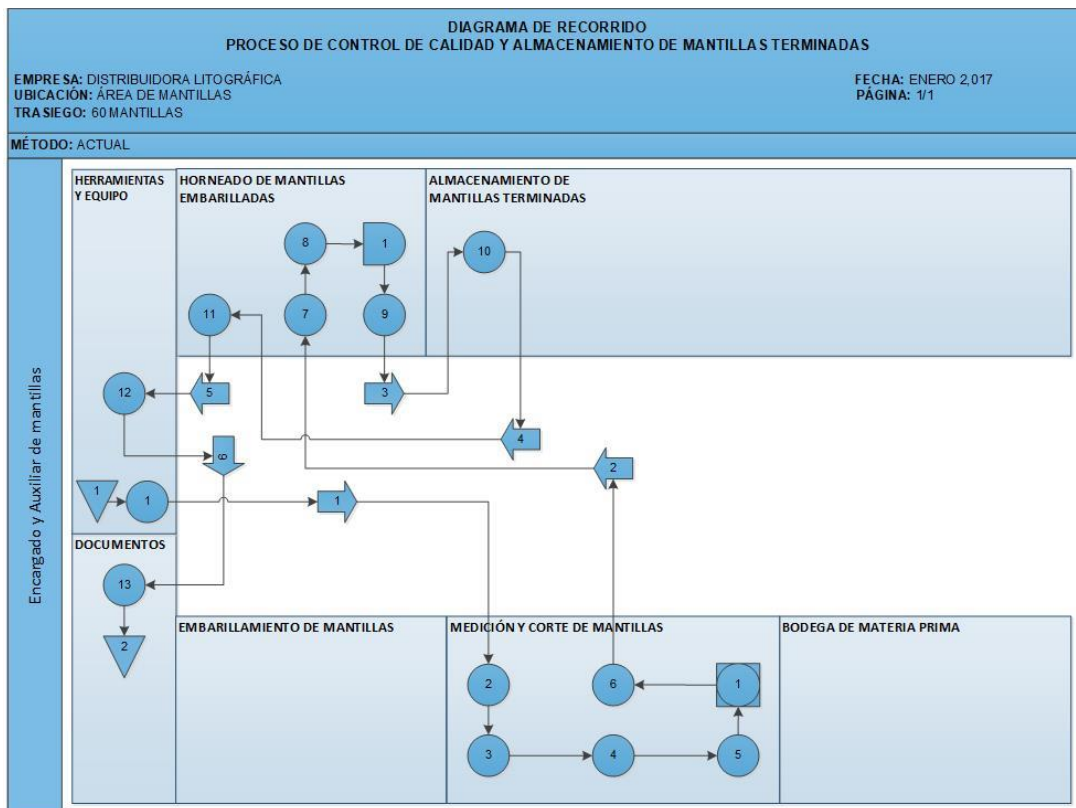


Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.3.4. Diagrama de recorrido

A continuación, se presenta el diagrama de recorrido del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.

Figura 19. Diagrama de recorrido del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

2.4. Cálculo de eficiencia

Se ha calculado la eficiencia para el proceso completo de la transformación de mantillas con barras, mediante la razón de los minutos

estándar por operación reales totales ME entre los minutos estándar permitidos totales MP , como se muestra en la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\sum ME}{\sum MP} \times 100$$

Tabla X. **Datos para cálculo de eficiencia en la línea de producción de la transformación de mantillas con barras**

Act.	Actividades	Tiempo Estándar (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo permitido (min)
1	Preparar rollo	12,02	221,23	233,25
2	Medir y cortar mantillas a lo ancho	120,75	112,50	233,25
3	Medir y cortar mantilla según formato específico	233,25	0,00	233,25
4	Colocar sellos de información	101,04	132,21	233,25
5	Preparar orillas de mantillas	15,11	218,14	233,25
6	Preparar barras metálicas/aluminio	20,70	212,55	233,25
7	Preparar pegamento	45,50	187,75	233,25
8	Embarillar mantillas	180,34	52,91	233,25
9	Verificar mantillas	65,91	167,34	233,25
10	Preparar horno y hornear mantillas	121,30	111,95	233,25
11	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	225,00	8,25	233,25
12	Esperar secado de mantillas	18,25	215,00	233,25
13	Identificar muestras	9,88	223,37	233,25
14	Someter a tensión	41,50	191,75	233,25
15	Alistar mantillas y almacenarlas	32,65	200,60	233,25
		1243,20		3265,50

Fuente: elaboración propia.

Entonces:

$$E = \frac{1\ 243,20}{3\ 265,50} \times 100 = 38 \%$$

Se determina que la eficiencia real de la línea de producción de la transformación de mantillas con barras es de 38 %.

2.5. Producción y productividad actual

Datos:

1243,20 min/60 mantillas

20,72 min/mantilla

0,0483 mantillas/min

480,00 min

La producción actual por jornada es:

Producción diaria actual = Número de mantillas por minuto x Tiempo disponible por jornada laboral

$$\text{Producción diaria actual} = 0,0483 \frac{\text{mantillas}}{\text{minuto}} * 480 \text{ minutos}$$

$$\text{Producción diaria actual} = 23,17$$

La producción mensual es:

$$\text{Producción mensual} = 23,17 \text{ mantillas} * 22 \text{ días} = 509$$

La productividad actual es:

$$\text{Productividad actual} = \frac{\text{Producción actual diaria}}{\text{No. operarios reales} * \text{tiempo disponible por jornada} * \text{días efectivos}}$$

$$\text{Productividad actual} = \frac{509 \text{ mantillas}}{1 \text{ persona} * 8 \text{ horas diarias} * 22 \text{ días}}$$

$$\text{Productividad actual} = 2.90 \text{ mantilla/hora hombre}$$

2.6. Costo de mano de obra actual

En el proceso de transformación de mantillas con barras existen dos operarios que realizan dicho trabajo, sin embargo, no se trabaja en línea, mientras trabaja el encargado de mantillas el auxiliar realiza otras actividades que no pertenecen al proceso y viceversa. Por ello, en el cálculo de mano de obra se determinan aproximadamente las horas que cada personal emplea en el proceso, tomando en cuenta que deben ser supervisados por el jefe de producción, el cual tampoco dedica todo su tiempo en el área de mantillas. A continuación, se muestra el costo de mano de obra actual del proceso de transformación de mantillas con barras.

Tabla XI. Costo de mano de obra actual

Costo de mano de obra actual											
Puesto desempeñado	Salario Base	Bono	Total	Costo/Hr	Número de personal	Horas requeridas por fabricación de lote	Costo de mano de obra por lote	Número de lotes fabricados al mes	Costo de mano de obra mensual	Producción mensual de mantillas	Costo de mano de obra por mantilla
Jefe de operaciones	Q 7 000,00	Q 250,00	Q 7 250,00	Q 30,21	1	6,91	Q 208,64	8,49	Q 1 772,22	509	Q 8,16
Encargado de Mantillas	Q 3 500,00	Q 250,00	Q 3 750,00	Q 15,63	1	6,91	Q 107,92		Q 916,67		
Auxiliar de Mantillas	Q 2 742,37	Q 250,00	Q 2 992,37	Q 12,47	1	13,81	Q 172,23		Q 1 462,94		

Fuente: elaboración propia.

Se paga una cantidad mensual de cuatro mil, ciento cincuenta y uno con ochenta y tres centavos (Q 4 151,83) por la fabricación total mensual de 509 mantillas divididas en 8,49 lotes de 60 mantillas cada lote.

3. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES Y ESTUDIO DE TIEMPOS

3.1. Análisis de operaciones

El objetivo del análisis de operaciones es determinar todas aquellas operaciones que no agregan valor significativo a nuestro proceso, al contrario, produce tiempos muertos, operaciones innecesarias y costos altos. En el proceso de transformación de mantillas con barras se observan varias operaciones las cuales pueden ser eliminadas, cambiadas o reducidas, creando cambios significativos que permitirán tener mayor tiempo disponible y, por ende, producir mayor número de unidades para cumplir con la demanda de los clientes; aumentando la productividad y producción actual.

3.1.1. Proceso de medición y corte de mantillas según formato establecido

En el proceso de medición y corte de mantillas se logra observar operaciones innecesarias y repetitivas, las cuales generan mayor fatiga al operario al no manipular la materia prima y herramientas de manera óptima.

3.1.1.1. Estudio de movimientos

A continuación, se muestran los movimientos que realizan ambas manos en el proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 20. **Estudio de movimientos del proceso de medición y corte de mantillas**

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS				
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA		FECHA: ENERO 2,017		
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS		PÁGINA: 1/2		
MÉTODO: ACTUAL				
Encargado y Auxiliar de mantillas	Descripción actividades mano izquierda	Therbling	Descripción actividades mano derecha	
	Tomar cuaderno	T	B	Buscar rollo a utilizar
	Posicionar cuaderno	P	RI	Esperar a que se desocupe mano izquierda
	Soltar cuaderno	S	RI	Esperar a que se desocupe mano izquierda
	Sostener caja	SO	T	Tomar rollo y sacarlo de caja
	Mover rollo	M	M	Mover rollo
	Tomar burro metálico	T	PP	Preposicionar rollo
	Extender mantilla sobre mesa de trabajo	U	U	Extender mantilla sobre mesa de trabajo
	Tomar regla	T	RI	Esperar a que se desocupe mano izquierda
	Medir mantilla	U	U	Medir mantilla
	Tomar cuchilla	T	SO	Sostener regla
	Usar cuchilla para cortar mantilla	U	SO	Sostener regla
	Tomar mantilla	T	T	Tomar mantilla
	Enrollar mantilla	U	U	Enrollar mantilla
	Soltar mantilla	S	T	Tomar mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	M	Mover mantilla a mesa de trabajo
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	PP	Posicionar mantilla para siguiente proceso
	Seleccionar herramientas de limpieza	SE	SE	Seleccionar herramientas de limpieza
	Usar herramientas para limpieza	U	U	Usar herramientas para limpieza
	Mover herramientas de limpieza	M	M	Mover herramientas de limpieza
	Soltar herramientas de limpieza	S	S	Soltar herramientas de limpieza
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	T	Tomar mantilla
	Tomar regla	T	RI	Esperar a que se desocupe mano izquierda
	Medir mantilla	U	U	Medir mantilla
	Tomar cuchilla	T	SO	Sostener regla
	Usar cuchilla para cortar mantilla	U	SO	Sostener regla
	Tomar mantilla	T	T	Tomar mantilla
	Enrollar mantilla	U	U	Enrollar mantilla
Soltar mantilla	S	T	Tomar mantilla	
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	M	Mover mantilla a mesa de trabajo	
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	PP	Posicionar mantilla para siguiente proceso	
Seleccionar herramientas de limpieza	SE	SE	Seleccionar herramientas de limpieza	
Usar herramientas para limpieza	U	U	Usar herramientas para limpieza	
Mover herramientas de limpieza	M	M	Mover herramientas de limpieza	
Soltar herramientas de limpieza	S	S	Soltar herramientas de limpieza	
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	T	Tomar mantilla	
Tomar regla	T	RI	Esperar a que se desocupe mano izquierda	
Medir mantilla	U	U	Medir mantilla	
Tomar cuchilla	T	SO	Sostener regla	
Usar cuchilla para cortar mantilla	U	SO	Sostener regla	
Tomar mantilla	T	T	Tomar mantilla	
Enrollar mantilla	U	U	Enrollar mantilla	
Soltar mantilla	S	T	Tomar mantilla	

Continuación de la figura 20.

**ESTUDIO DE MOVIMIENTOS
PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS**

EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS

FECHA: ENERO 2,017
PÁGINA: 2/2

MÉTODO: ACTUAL

Encargado y Auxiliar de mantillas

Descripción actividades mano izquierda	Therbling		Descripción actividades mano derecha
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	M	Mover mantilla a mesa de trabajo
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	PP	Posicionar mantilla para siguiente proceso
Tomar sellos	T	T	Tomar tinta
Mover sellos	M	M	Mover tinta
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	T	Tomar mantilla
Darle vuelta a mantilla	U	U	Darle vuelta a mantilla
Soltar mantilla	S	S	Soltar mantilla
Tomar sellos	T	SO	Sostener mantilla
Colocar sello	U	SO	Sostener mantilla
Soltar sello	S	T	Tomar lapicero
Sostener mantilla	SO	U	Colocar información
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	S	Soltar lapicero
Tomar mantilla	T	T	Tomar mantilla
Enrollar mantilla	U	U	Enrollar mantilla
Soltar mantilla	S	T	Tomar mantilla
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	M	Mover mantilla a mesa de trabajo
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	PP	Posicionar mantilla para siguiente proceso
Tomar herramientas	T	T	Tomar herramientas
Mover herramientas	M	M	Mover herramientas
Soltar herramientas	S	S	Soltar herramientas

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

3.1.1.2. Diagrama de bimanual

A continuación, se muestra el diagrama bimanual del proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 21. Diagrama bimanual proceso de medición y corte de mantillas

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: ENERO 2017 PÁGINA: 1/3				
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Tomar cuaderno	●	□	←	▷	▽	0.05	0.35	▽	▷	←	□	●	Buscar correlativo de rollo a utilizar
	Soltar cuaderno	●	□	←	▷	▽	0.10	-	▽	▷	←	□	○	Esperar que mano izquierda se desocupe
	Trasladarse a tomar rollo	○	□	←	▷	▽	0.13	0.13	▽	▷	←	□	○	Trasladarse a tomar rollo
	Sostener caja	○	□	←	▷	▽	3.50	3.50	▽	▷	←	□	●	Tomar rollo y sacarlo de caja
	Soltar caja y tomar rollo	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	○	Sostener rollo
	Trasladar rollo al área de medición y corte	○	□	←	▷	▽	0.055	0.055	▽	▷	←	□	○	Trasladar rollo al área de medición y corte
	Tomar burro metálico	●	□	←	▷	▽	1.00	2.15	▽	▷	←	□	●	Preposicionar rollo en burro metálico
	Tomar regla	●	□	←	▷	▽	0.25	-	▽	▷	←	□	○	Esperar que mano izquierda se desocupe
	Medir mantilla	●	□	←	▷	▽	21.20	21.20	▽	▷	←	□	●	Medir mantilla
	Tomar cuchilla y cortar	●	□	←	▷	▽	15.00	15.00	▽	▷	←	□	○	Sostener regla sobre mantilla
	Tomar mantilla y enrollar	●	□	←	▷	▽	1.00	1.00	▽	▷	←	□	●	Tomar mantilla y enrollar
	Soltar mantilla	●	□	←	▷	▽	0.10	0.25	▽	▷	←	□	●	Preposicionar mantilla para siguiente proceso
	Tomar herramientas de limpieza y limpiar	●	□	←	▷	▽	2.25	2.25	▽	▷	←	□	●	Tomar herramientas de limpieza y limpiar
Esperar que mano derecha se desocupe	○	□	←	▷	▽	-	1.00	▽	▷	←	□	●	Tomar mantilla cortada anteriormente	

Continuación de la figura 21.

**DIAGRAMA BIMANUAL
PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS**

EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS
TRASIEGO: 60 MANTILLAS

FECHA: ENERO 2,017
PÁGINA: 2/3

MÉTODO: ACTUAL

	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	●	□	←	D	▽			▽	D	←	□	○		
Encargado y Auxiliar de mantillas	Tomar regla	●	□	←	D	▽	0.25	-	▽	D	←	□	○	Esperar a que se desocupe mano izquierda
	Medir mantilla	●	□	←	D	▽	9.00	9.00	▽	D	←	□	●	Medir mantilla
	Tomar cuchilla y cortar mantilla	●	□	←	D	▽	6.00	6.00	▽	D	←	□	○	Sostener regla sobre mantilla
	Tomar mantilla y enrollar	●	□	←	D	▽	1.00	1.00	▽	D	←	□	●	Tomar mantilla y enrollar
	Soltar mantilla	●	□	←	D	▽	0.10	0.65	▽	D	←	□	○	Mover mantilla hacia mesa de trabajo y soltar
	Tomar herramientas de limpieza y limpiar	●	□	←	D	▽	4.00	4.15	▽	D	←	□	●	Tomar herramientas de limpieza y limpiar
	Tomar regla	●	□	←	D	▽	0.25	-	▽	D	←	□	○	Esperar a que se desocupe mano izquierda
	Medir mantilla	●	□	←	D	▽	65.20	65.20	▽	D	←	□	●	Medir mantilla
	Tomar cuchilla y cortar mantilla	●	□	←	D	▽	50.00	50.00	▽	D	←	□	○	Sostener regla sobre mantilla
	Tomar mantilla y enrollar	●	□	←	D	▽	1.00	1.00	▽	D	←	□	●	Tomar mantilla y enrollar
	Soltar mantilla	●	□	←	D	▽	0.10	0.50	▽	D	←	□	○	Preposicionar mantilla para el siguiente proceso
	Trasladarse al área de herramientas	○	□	←	D	▽	0.09	0.09	▽	D	←	□	○	Trasladarse al área de herramientas
	Tomar sellos	●	□	←	D	▽	1.00	1.23	▽	D	←	□	●	Tomar tinta
	Trasladar sellos	○	□	←	D	▽	0.09	0.09	▽	D	←	□	○	Trasladar tinta

Continuación de la figura 21.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: ENERO 2,017 PÁGINA: 3/3				
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Esperar que se desocupe mano derecha	○	□	←	▢	▽	-	1.00	▽	▢	←	□	●	Tomar mantilla
	Tomar mantilla y darle vuelta	●	□	←	▢	▽	15.00	15.00	▽	▢	←	□	●	Tomar mantilla y darle vuelta
	Soltar mantilla y tomar sello	●	□	←	▢	▽	6.00	6.00	▽	▢	←	□	●	Soltar mantilla y tomar tinta
	Colocar sello	●	□	←	▢	▽	8.00	8.00	▽	▢	←	□	○	Sostener mantilla
	Soltar sello	●	□	←	▢	▽	0.25	0.50	▽	▢	←	□	●	Soltar mantilla y tomar lapicero
	Sostener mantilla	○	□	←	▢	▽	-	30.00	▽	▢	←	□	●	Colocar información
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▢	▽	-	0.25	▽	▢	←	□	●	Soltar lapicero
	Tomar mantilla	●	□	←	▢	▽	1.00	1.00	▽	▢	←	□	●	Tomar mantilla
	Trasladar mantillas al área de embarillamiento	○	□	←	▢	▽	0.045	0.045	▽	▢	←	□	○	Trasladar mantillas al área de embarillamiento
	Posicionar mantilla sobre mesa de trabajo	●	□	←	▢	▽	3.125	3.125	▽	▢	←	□	●	Posicionar mantilla sobre mesa de trabajo
	Tomar herramientas y trasladarlas al lugar correspondiente	○	□	←	▢	▽	0.055	0.055	▽	▢	←	□	○	Tomar herramientas y trasladarlas al lugar correspondiente
		28	-	6	3	2	215.79	251.27	5	6	5	-	23	

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Tabla XII. Interrogantes para análisis crítico de las operaciones del proceso de medición y corte de mantillas (A)

PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS					
Operaciones					
		Preparar rollo	Medir y cortar mantillas a lo ancho	Medir y cortar mantilla según formato específico	Colocar sellos de información
PREGUNTAS	¿Por qué se hace?	Se realiza porque es la materia prima para trabajar las mantillas.	Porque de un rollo se obtienen varias unidades de mantillas.	Porque las mantillas deben cumplir con las medidas solicitadas según especificaciones de los clientes de acuerdo al modelo de la máquina para la cual será utilizada.	Se debe colocar sellos e información al reverso de la mantilla acerca de la fecha de elaboración, tamaño y nombre del operario para control de calidad por algún reclamo.
	¿Es necesario hacerlo?	SI	SI, ya que los formatos que son solicitados son más pequeños y de un rollo se logra aprovechar la materia prima.	SI	SI, para respaldo de los operarios por cualquier reclamo o devolución.
	¿Cuál es la finalidad?	Que el rollo de caucho de hule este disponible para el proceso de transformación.	Obtener el mayor número de mantillas del rollo a utilizar.	Obtener mantillas a la medida según el modelo de máquina para la cual será utilizada.	Tener un respaldo de control de calidad.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Tener un sistema de señalización en racks, que permita al operario dirigirse directamente al área de despaquetar rollos. Sin tener que consultar un calendario con un control a mano.	Transformar mantillas de formatos grandes que no tengan mayor número en ventosas y que no alteren la calidad del producto.	Implementar máquinas coladoras de mantillas (guillotinas), en la cual solo se tenga que colocar la mantilla en formato estándar y profesionalmente ser cortada a la medida.	Implementar sellos con el nombre del operario que realiza la operación, para reducir tiempo de colocar información en mantillas. Colocar herramientas auxiliares en el área de medición y mantillas para eliminar recorridos innecesarios.
	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el área asignada para colocar los rollos de caucho para mantillas.	Porque es el área asignada para realizar los cortes de rollos, debido a la mesa de trabajo, iluminación y espacio.	Porque es el área asignada para realizar los cortes de rollos, debido a la mesa de trabajo, iluminación y espacio.	Implementar sellos con el nombre del operario que realiza la operación, para reducir tiempo de colocar información en mantillas. Colocar herramientas auxiliares en el área de medición y mantillas para eliminar recorridos innecesarios.
	¿Se conseguirían ventajas haciéndolo en otro lado?	SI, se conseguirían ventajas si la bodega de materia prima estuviera más cerca del área de medición y corte.	No, solo habría que agrandar el área para mejorar comodidad de los operarios.	No, solo habría que agrandar el área para mejorar comodidad de los operarios.	No.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No, porque son elementos diferentes.	SI, con el de corte de mantillas según formato establecido.	SI, con el de corte de mantillas según formato establecido.	No.
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En una bodega de materia prima más cerca del área de medición y corte de mantillas.	En la misma área solamente que más amplio el espacio de trabajo.	En la misma área solamente que más amplio el espacio de trabajo.	En la misma área solamente que más amplio el espacio de trabajo.
	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es el primero que debe hacerse para empezar el proceso de transformación de mantillas, ya que es la materia prima.	Porque se deben cortar formatos más pequeños de los rollos.	Porque se deben cortar las mantillas según los formatos solicitados.	Porque es el momento en que termina el proceso de medición y corte de mantillas.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No.	No.	No.	No.
INTERROGANTES	¿El orden de las acciones es el apropiado?	SI, porque sin el rollo no se pueden obtener las mantillas.	No, porque se elabora un coile de más, que solamente da más trabajo y pérdida de tiempos a los operarios.	SI, ya que se debe medir con precisión según los formatos solicitados.	SI, ya que es la última actividad de medición y corte de mantillas.
	¿Se conseguirían ventajas cambiando el orden?	No.	SI, debido a que se combinan dos procesos, evitando movimientos innecesarios.	No.	No.
	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	No, porque no se involucran tanto en el control de rollo que toca, por ser un control que se lleva a manualmente.	SI, pero varían las calificaciones según el operario que realiza el proceso.	SI, pero varían las calificaciones según el operario que realiza el proceso.	SI, debido a que no requiere mayor grado de dificultad.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Un conocimiento del control de inventarios de los rollos que ingresan según método PEPS (primero en entrar, primero en salir).	Requiere exactitud en medidas, firmeza en cortes y aprovechamiento de materia prima.	Requiere exactitud en medidas, firmeza en cortes y aprovechamiento de materia prima.	Atención absoluta de lo que está haciendo debido a que la información plasmada en la mantilla será crucial para despaquetar y utilizar el producto.
¿CÓMO SE HACE?	¿Quién podría hacerlo mejor?	El mismo operario pero con mejor conocimiento.	Una persona capacitada y con experiencia, que tenga mejor actitud de trabajo.	Una persona capacitada y con experiencia, que tenga mejor actitud de trabajo.	No puede realizarlo una persona ajena al que realizó las actividades anteriores debido a que es responsabilidad de cada operario la transformación de las mantillas.
	¿Por qué se hace así?	Porque los operarios de mantillas llevan su propio control debido a encargado del área ya que es una persona con resistencia al cambio.	Para mejor aprovechamiento de materia prima.	Para mejor aprovechamiento de materia prima.	Se hace de esa manera debido a que no existe una sola persona que hace el proceso de medición y corte de mantillas por lo que se debe evidenciar quien realizó dicha operación.
	¿Es preciso hacerlo así?	No, se puede mejorar el tiempo de verificar y despaquetar los rollos.	No, pero se realiza así la mayoría de veces, solamente se hace diferente si se realizan transformaciones de mantillas existentes de formato más grandes.	No, ya que dese podrían aprovechar mejor los desperdicios de mantillas.	SI, para aclarar malos entendidos entre los operarios si se llega a dudar o reclamar alguna mantilla.
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Mediante un mejor sistema de control de inventario y señalización de productos que permita la fácil localización de los materiales.	No, debido a que los formatos de mantillas son los mismos que pueden obtenerse del rollo.	Cortando inmediatamente las mantillas según el formato solicitado.	Asignando a un operario ligo con las destrezas y habilidades requeridas que permita que no exista rotación de persona en esta operación.
Procesos que necesitan ser eliminados, combinados o cambiados en el proceso de medición y corte de mantillas					
ANÁLISIS DE OPERACIONES	Eliminar	Eliminar el control de inventario a mano, que sea en base a un sistema de inventario PEPS respaldado, mediante el almacenamiento de rollos según su ingreso.		Eliminar la actividad de colocar mantilla sobre bulto metálico, en cambio colocar mantilla en otra mesa de trabajo boca abajo a manera de alistar mantilla para la actividad posterior de colocar sellos e información.	Eliminar la actividad de alistar herramientas a manera de colocar lo necesario dentro de la misma área de trabajo, debidamente identificadas a manera de reducir el tiempo de traslado hasta a tener como de si a dejar las herramientas a utilizar.
	Combinar		Combinar el corte de mantilla por la mitad con el corte de mantillas según formato establecido, es decir que al cortar mantilla por la mitad se pregunte a cortar la mantilla según el formato solicitado, evitando los movimientos de colocar mantillas sobre bulto metálico.		
	Cambiar o mejorar	Cambiar el tamaño más corto al área de medición y corte de mantillas.	Colocar un área específica para colocar las mantillas de manera que estén listas para ser selladas.	Corte de mantillas, implementando coladoras de mantillas a la medida con las guillotinas, con las cuales se reduzca el tiempo de medición de mantillas.	Mejorar la limpieza del área de trabajo conforme se va cortando la mantilla a manera de crear un método que agilice este proceso.

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Proceso de envareamiento y horneado de mantillas

En el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas se observan operaciones que generan mucha espera y, por consiguiente, tiempo de ocio para el operario que está realizando dicha operación.

3.1.2.1. Estudio de movimientos

A continuación, se muestran los movimientos que realizan ambas manos en el proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 22. **Diagrama bimanual proceso de envarillamiento y horneado de mantillas (A)**

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS				
PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS				
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA		FECHA: ENERO 2,017		
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS		PÁGINA: 1/2		
MÉTODO: ACTUAL				
Encargado y Auxiliar de mantillas	Descripción actividades mano izquierda	Therbling	Descripción actividades mano derecha	
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	B	Buscar herramientas
	Tomar herramientas	T	T	Tomar herramientas
	Mover herramietas al área de emb.	M	M	Mover herramietas al área de emb.
	Tomar mantilla	T	T	Tomar waype
	Sostener mantilla	SO	U	Limpiar orillas de mantilla
	Soltar mantilla	S	S	Soltar waype
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Presionar botón de encendido máquina
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	T	Tomar vernier
	Sostener vernier	SO	U	Calibrar máquina prensadora
	Soltar vernier	S	S	Soltar venier
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	T	Tomar waype
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Limpiar filos de máquina prensadora
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	S	Soltar waype
	Tomar barras metálicas/aluminio	T	T	Tomar barras metálicas/aluminio
	Mover barras metálicas/aluminio	M	M	Mover barras metálicas/aluminio
	Soltar barras metálicas/aluminio	S	S	Soltar barras metálicas/aluminio
	Tomar barras metálicas/aluminio	T	T	Tomar retazo de tela
	Sostener barra metálica/aluminio	SO	U	Limpiar ranuras de barras metálicas/aluminio
	Soltar barras metálicas/aluminio	S	S	Soltar retazo de tela
	Tomar tapa de pegamento	T	T	Tomar pegamento
	Abrir pegamento	DE	DE	Sostener pegamento
	Soltar tapa de pegamento	S	SO	Sostener pegamento
	Tomar paleta	T	SO	Sostener pegamento
	Sacar pegamento necesario	U	SO	Sostener pegamento
	Sostener pegamento	SO	S	Soltar pegamento
	Introducir pegamento en recipiente	U	T	Tomar recipiente
	Ajustar recipiente en compresor	U	U	Ajustar recipiente en compresor
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Presionar botón de encendido máquina
	Tomar mantilla	T	T	Tomar recipiente con pegamento
	Sostener mantilla	SO	T	Agregar pegamento a orilla de la mantilla
	Sostener mantilla	T	U	Tomar barra metálica/aluminio
	Ensamblar mantilla con barra	E	E	Ensamblar mantilla con barra
	Sostener mantilla	SO	T	Tomar waype y limpiar orilla de mantilla
Mover mantilla área de horneado	M	M	Mover mantilla área de horneado	
Soltar mantilla	S	P	Preposicionar mantilla	
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Presionar botón de encendido máquina	
Tomar mantilla con barra	T	T	Tomar mantilla con barra	
Introducir mantilla a horno	U	U	Introducir mantilla a horno	
Soltar mantilla	S	S	Soltar mantilla	
Descansa manos mientras hornea	D	D	Descansa manos mientras hornea	
Tomar mantilla con barra	T	T	Tomar mantilla con barra	
Sostener mantilla	SO	S	Soltar mantilla	

Continuación de la tabla 22.

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS					
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA		FECHA: ENERO 2,017			
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS		PÁGINA: 2/2			
MÉTODO: ACTUAL					
Encargado y Auxiliar de mantillas	Descripción actividades mano izquierda		Therbling	Descripción actividades mano derecha	
	Sostener mantilla	SO	T	Tomar waype	
	Sostener mantilla	SO	U	Limpiar exceso de pegamento seco	
	Sostener mantilla	SO	S	Soltar waype	
	Sostener mantilla	SO	T	Tomar lapicero	
	Sostener mantilla	SO	U	Colocar inf. de embarillamiento y homeado	
	Soltar mantilla con barra	S	S	Soltar mantilla con barra	
	Tomar guantes	T	T	Tomar guantes	
	Colocarse los guantes	U	U	Colocarse los guantes	
	Tomar DB-15	T	T	Tomar waype	
	Echar DB-15 a waype	E	E	Sostener waype	
	Soltar DB-15	S	SO	Sostener waype	
	Tomar mantilla	T	SO	Sostener waype	
	Sostener mantilla	SO	U	Limpiar mantilla con waype	
	Mover mantilla	M	P	Preposicionar mantilla en espacio libre	
	Soltar mantilla con barra	S	S	Soltar mantilla con barra	
	Descansa mientras seca DB-15	D	D	Descansa mientras seca DB-15	
	Tomar mantilla	T	T	Tomar mantilla	
	Mover mantilla	M	M	Mover mantilla	
	Preposicionar mantilla	P	P	Preposicionar mantilla	
Soltar mantilla con barra	S	S	Soltar mantilla con barra		
Tomar herramientas	T	T	Tomar herramientas		
Mover herramientas a lugar correspondiente	M	M	Mover herramientas a lugar correspondiente		
Soltar herramientas en lugar correspondiente	S	S	Soltar herramientas en lugar correspondiente		

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

3.1.2.2. Diagrama de bimanual

A continuación, se muestra el diagrama bimanual del proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 23. Diagrama bimanual proceso de envarillamiento y horneado de mantillas (B)

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: ENERO 2,017 PÁGINA: 1/4				
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⬇	▽	-	1.30	▽	⬇	←	□	○	Buscar herramientas
	Tomar herramientas	●	□	←	⬇	▽	0.10	0.10	▽	⬇	←	□	●	Tomar herramientas
	Mover herramientas al área de embarillamiento	○	□	→	⬇	▽	0.055	0.055	▽	⬇	→	□	○	Mover herramientas al área de embarillamiento
	Tomar mantilla	●	□	←	⬇	▽	1.00	1.00	▽	⬇	←	□	●	Tomar waype
	Sostener mantilla	○	□	←	⬇	▽	4.00	4.00	▽	⬇	←	□	○	Limpiar orilla de mantilla
	Soltar mantilla	●	□	←	⬇	▽	1.00	1.00	▽	⬇	←	□	●	Soltar waype
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⬇	▽	-	0.05	▽	⬇	←	□	○	Presionar botón de encendido máquina
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⬇	▽	-	1.00	▽	⬇	←	□	○	Tomar vernier y calibrar
	Soltar vernier	●	□	←	⬇	▽	0.05	0.05	▽	⬇	←	□	●	Soltar vernier
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⬇	▽	-	0.35	▽	⬇	←	□	○	Tomar waype y limpiar filos de máquina prensadora
	Tomar barras metálicas/aluminio	●	□	←	⬇	▽	1.25	1.25	▽	⬇	←	□	●	Tomar barras metálicas/aluminio
	Mover barras metálicas/aluminio	○	□	→	⬇	▽	0.35	0.35	▽	⬇	→	□	○	Mover barras metálicas/aluminio
	Soltar barras metálicas/aluminio	●	□	←	⬇	▽	1.25	1.25	▽	⬇	←	□	●	Soltar barras metálicas/aluminio
Tomar barra metálica/aluminio	●	□	←	⬇	▽	2.50	1.00	▽	⬇	←	□	●	Tomar retazo de tela	

Continuación de la figura 23.

DIAGRAMA BIMANUAL														
PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA							FECHA: ENERO 2,017							
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS							PÁGINA: 2/4							
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Sostener barra metálica/aluminio	○	□	←	▷	▽	3.25	3.25	▽	▷	←	□	●	Limpiar ranuras de barras metálicas/aluminio
	Soltar barras metálicas/aluminio	●	□	←	▷	▽	2.50	2.50	▽	▷	←	□	●	Soltar retazo de tela
	Tomar tapa de pegamento	●	□	←	▷	▽	0.10	0.10	▽	▷	←	□	●	Tomar pegamento
	Abrir pegamento	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	○	Sostener pegamento
	Tomar pegamento necesario con paleta	●	□	←	▷	▽	8.00	8.00	▽	▷	←	□	○	Sostener pegamento
	Sostener paleta con pegamento necesario	○	□	←	▷	▽	3.00	3.00	▽	▷	←	□	●	Soltar pegamento y tomar recipiente
	Introducir pegamento en recipiente	●	□	←	▷	▽	9.90	9.90	▽	▷	←	□	○	Sostener recipiente
	Ajustar recipiente en compresor	●	□	←	▷	▽	1.00	1.00	▽	▷	←	□	●	Ajustar recipiente en compresor
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.50	▽	▷	←	□	●	Presionar botón de encendido máquina
	Tomar mantilla	●	□	←	▷	▽	10.00	10.00	▽	▷	←	□	●	Tomar recipiente con pegamento
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	15.00	15.00	▽	▷	←	□	●	Agregar pegamento a orilla de la mantilla
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	6.00	6.00	▽	▷	←	□	●	Tomar barra metálica/aluminio
	Ensamblar mantilla con barra	●	□	←	▷	▽	44.17	44.17	▽	▷	←	□	●	Ensamblar mantilla con barra
Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	47.83	47.83	▽	▷	←	□	●	Tomar waype y limpiar orilla de mantilla	

Continuación de la figura 23.

**DIAGRAMA BIMANUAL
PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS**

EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS
TRASIEGO: 60 MANTILLAS

FECHA: ENERO 2,017
PÁGINA: 3/4

MÉTODO: ACTUAL

	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha					
	○	□	←	D	▽			▽	D	←	□	○	
Mover mantillas área de homeado	○	□	←	D	▽	0.125	0.125	▽	D	←	□	○	Mover mantillas área de homeado
Soltar mantilla	●	□	←	D	▽	4.00	6.00	▽	D	←	□	●	Preposicionar mantilla
Esperar a que mano derecha se desocupe	○	□	←	D	▽	-	1.30	▽	D	←	□	○	Presionar botón de encendido máquina
Tomar mantilla e introducirla al horno	●	□	←	D	▽	5.00	5.00	▽	D	←	□	●	Tomar mantilla e introducirla al horno
Descansar manos mientras hornea	○	□	←	D	▽	45.00	45.00	▽	D	←	□	○	Descansar manos mientras hornea
Tomar mantilla con barra	●	□	←	D	▽	10.00	7.00	▽	D	←	□	●	Tomar waype
Sostener mantilla	○	□	←	D	▽	73.50	73.50	▽	D	←	□	○	Limpiar exceso de pegamento seco
Sostener mantilla	○	□	←	D	▽	18.00	18.00	▽	D	←	□	○	Colocar información de embarillamiento y horneado
Soltar mantilla con barra	●	□	←	D	▽	5.00	5.00	▽	D	←	□	●	Soltar mantilla con barra
Tomar y colocarse guantes	●	□	←	D	▽	1.00	1.00	▽	D	←	□	●	Tomar y colocarse guantes
Tomar DB-15	●	□	←	D	▽	1.00	1.00	▽	D	←	□	●	Tomar waype
Tomar mantilla	●	□	←	D	▽	5.00	6.00	▽	D	←	□	●	Limpiar mantilla con waype
Descansa mientras seca DB-15	○	□	←	D	▽	5.00	5.00	▽	D	←	□	○	Descansa mientras seca DB-15
Tomar mantilla	●	□	←	D	▽	4.25	4.25	▽	D	←	□	●	Tomar mantilla

Encargado y Auxiliar de mantillas

Continuación de la figura 23.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: ENERO 2,017 PÁGINA: 4/4				
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Preposonar mantilla y soltar						3.00	3.00						Preposonar mantilla y soltar
	Tomar herramientas						1.25	1.25						Tomar herramientas
	Mover herramientas						0.125	0.125						Mover herramientas
	Soltar herramientas						0.50	0.50						Soltar herramientas
		26	-	4	8	8	344.555	347.555	3	2	4	-	37	

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Tabla XIII. Interrogantes para análisis crítico de las operaciones del proceso de medición y corte de mantillas (B)

Proceso de embaillamiento y horneado de mantillas					
Operaciones					
		Preparar orillas de mantillas	Preparar barras metálicas/aluminio	Preparar pegamento	Embarillar mantillas
Interrogantes	¿Qué se hace?	Se deben limpiar las orillas de las mantillas para que pueda pegar de mejor manera la barra metálica/aluminio	Se limpian las ranuras de las barras para eliminar el polvo que no permitiría adherirse correctamente el pegamento con la mantilla	Se debe realizar porque esto es lo que permite el ensamble entre la mantillas y barra metálica/aluminio.	Porque es el momento en donde se ensambra la mantilla y barra metálica/aluminio.
	¿Es necesario hacerlo?	Si, porque sino se desprenden las barras con facilidad	Si es necesario para garantizar un ensamble confiable	Definitivamente	Definitivamente
	¿Cuál es la finalidad?	Crear una superficie limpia para mejor ensamble con barra	Limpian superficies y eliminan todo aquello que obstruya un correcto ensamble de mantillas y barras	Garantizar el ensamble de mantillas y barras metálica/aluminio, evitando que se desprendan al momento de ser utilizadas	Obtener la mantilla solicitada por el cliente según la máquina para la cual sera utilizada
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	En cuestión de las herramientas se debería colocar todas las herramientas necesarias en el área de embaillamiento y horneado	Solicitar a fábrica la revisión previo del producto enviado y que ingrese correctamente sellado, garantizando la limpieza de la pieza.	Ninguna otra cosa	Nada
	¿Por qué se hace ahí?	Por el espacio disponible del área	Se realiza en el área de embaillamiento por la cercanía del proceso posterior	Se realizar en el área de embaillamiento por la cercanía de la operación a realizar	Porque es el área destinada a esta operación y porque es donde se encuentra la máquina prensadora
	¿Se conseguirían ventajas haciendolo en otro lado?	Si, en un área mas iluminada, ventilada y cercana al área de medición y corte y horneado de mantillas.	Si, en un área donde no quite mayor espacio y este destinado a esta operación	No.	Si, en un área mas iluminada, ventilada y cercana al área de medición y corte y horneado de mantillas.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No	No	No.	No
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un área mas espaciosa	En un área donde no quite mayor espacio y este destinado a esta operación	En ningun lado.	En un área mas espaciosa
	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es lo que prosigue para poder ensamblar las barras con las mantillas.	Porque posteriormente se utilizarán las barras para ser ensambladas con las mantillas	Porque es el momento en que sera utilizado el pegamento.	Porque en este momento ya estan listas las piezas para ser ensambladas
	¿Seria mejor realizarlo en otro momento?	No	No	No, porque el pegamento se seca	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Si	Si	Si.	Si
	¿Se conseguirían ventajas cambiando el orden?	No	No	No.	No
	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Si	Si	Si, por la experiencia	Si
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Se requiere de un trabajo minucioso al calibrar la máquina prensadora, y para limpiar las orillas conscientemente.	Se requiere solamente ser consiente al dejar las ranuras de las barras completamente limpiar de lo contrario afectaria el ensamble.	Se requiere exactitud, por la medidas de pegamento y endurecedor que se necesita tomar para conseguir una mezcla homogénea y garantice la calidad del pegamento.	Se requiere fuerza y precisión para ensamblar la barra con la mantilla
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Un operario que tenga precisión para calibrar la máquina	Todo operario puede realizar dicha actividad	Nadie podría hacerlo mejor que el encargado del área de mantillas	Cualquier operario que conozca el procedimiento podría realizar dicha operación.
	¿Por qué se hace así?	Porque debe existir una medida exacta de prensado entre barra y mantilla que permita el funcionamiento de la mantilla correctamente	Se realiza así porque las barras se empolvan en el área de almacenamiento porque no estan selladas completamente	Se realizar así porque se debe preparar la cantidad necesaria donde no exista mayor desperdicio de pegamento y alcance para el número de lote de mantillas a embaillar.	Porque es la única manera de ensamblar y prensar la barra con la mantilla, garantizando su resistencia.
	¿Es preciso hacerlo así?	Si, porque con esto se obtiene un ensamble confiable	Si, porque de lo contrario afectaria que se adhiera el pegamento con la mantillas y la barra	Si	Si.
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	De ninguna manera	Se podría hacer esta actividad en el tiempo de ocio de los operarios para mantener listas las barras metálicas/aluminio.	Con mayor experiencia, en donde se prepare la cantidad exacta de pegamento a utilizar.	De ninguna manera
Procesos que necesitan ser eliminados, combinados o cambiados en el proceso de embaillamiento y horneado de mantillas					
Análisis de operaciones	Eliminar	* Eliminar la actividad de alistar herramientas, colocando lo necesario dentro de la misma área de trabajo, debidamente identificado a manera de reducir el tiempo de traslado tanto de ir a tomar como de ir a dejar las herramientas a utilizar.	Eliminar el tiempo de traslado para alistar herramientas, colocando las herramientas necesarias en el lugar de trabajo.		
	Combinar				
	Cambiar o mejorar	Cambiar el área de trabajo por un área donde exista mayor iluminación, ventilación y cercanía a los procesos pre y post de la transformación de mantillas con barras	Realizar el limpiado de ranuras de barras en tiempo de ocio de los operarios para empaquetar según cantidad de lotes a fabricar y tener disponibilidad al embaillar.		

Continuación de la tabla XIII.

		Proceso de embarillamiento y horneado de mantillas			
		Operaciones			
		Verificar mantillas	Preparar horno y hornear mantillas	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	Esperar secado de mantillas
Interrogantes	¿Qué se hace?	Para eliminar desperdicios de pegamento que obstruya la finalidad del trabajo de la mantilla	Se debe hornear para garantizar el ensamble entre la barra metálica/aluminio y la mantilla debido a que el pegamento funciona en base a calor, siendo este mas resistente.	Se debe remover pegamento seco que no pudiera haber sido limpiado anteriormente y se echa DB-15 para limpiar mantillas de toda manipulación anterior.	Se debe esperar que el DB-15 seque para que no alteren la calidad de las mantillas generado por manchas.
	¿Es necesario hacerlo?	Si	Si	Si	Si,
	¿Cuál es la finalidad?	Garantizar el funcionamiento de la mantilla en la máquina de trabajo para la que sera destinada.	Que el pegamento sea sometido al calor para que garantice el ensamble entre la barra y la mantilla	Limpia mantilla para que no afecte su funcionamiento en la máquina a la cual es destinada.	Garantizar la calidad de la mantilla para cumplir con el funcionamiento al que esta destinada
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Colocar el pegamento necesario para que no exista desperdicio de pegamento y el minimo que exista puede ser rapidamente removido.	Ninguno, debido a que el pegamento utilizado es el mejor para cumplir con el objetivo de resistencia al desprendimiento entre barra y mantilla	Deberia dejarse solamente este proceso de inspección y limpieza de mantilla, debido a que limpian el residuo de pegamento tres veces.	Se podría acelerar el proceso de secado con alguna maquina extra, una secado industrial para no tener que realizar la operación de colocar mantillas en áreas libres y acelerar el proceso de almacenamiento de mantillas
	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el área destinada a esta operación y porque es donde se encuentra la máquina prensadora	En el área de horneado de mantillas	Porque es el área de destinada para dicho proceso.	Es el área destinada para dicha operación
	¿Se conseguirían ventajas haciendolo en otro lado?	Si, en un área mas iluminada, ventilada y cercana al área de medición y corte y horneado de mantillas.	No	No	No
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No	Si, mientras se hornear las mantillas se podrian limpiar las ranuras de las barras a utilizar en el próximo lote.	Se deberia limpiar las orillas de las mantillas con tinner, secarlas con algun retazo de tela y echarle inmediatamente el DB-15 para no manipular innecesariamente las mantillas.	Podria combinarse con el proceso de agregar cinta adhesiva a las orillas, de esta manera se ahorraria tiempo en el proceso de transformación.
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un área mas espaciosa	En un área cercana al área de embarillamiento	Asignar un área especifica con espacios donde puedan colocarse mantillas para que se sequen y a la vez se alisten para el siguiente proceso.	En un área que tenga cercanias con el almacenamiento de producto final.
	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es el momento en que acaba de ser prensada la barra con la mantilla por lo que el exceso de pegamento debe ser eliminado	Porque es el procedimiento siguiente al ensamble de mantillas.	Porque las mantillas ya pasaron por todos los procesos necesarios para su obtención transformación final, solamente falta la limpieza de la misma.	Porque es el proceso posterior al de limpieza de mantilla
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No porque el pegamento se seca	No	No	No
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Si	Si	Si	Si
	¿Se conseguirían ventajas cambiando el orden?	No	No	Solamente habria que combinar las operaciones de limpieza de pegamento seco y limpieza de mantilla en general	No
	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	si	Si	Si	Si
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Solamente ser minucioso para limpiar todo el exceso de pegamento	Habilidad de manipulación de mantillas	Habilidad de manipulación de mantillas	Habilidad de manipulación de mantillas
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Cualquier operario que conozca el procedimiento podria realizar dicha operación.	Cualquier operario que conozca el procedimiento podria realizar dicha operación.	Cualquier operario que conozca el procedimiento podria realizar dicha operación.	Cualquier operario que conozca el procedimiento podria realizar dicha operación.
¿Por qué se hace así?	Porque es la manera en la que se retira el exceso de pegamento generado por la prensada de la barra con la mantilla	Porque el pegamento funciona en base a calor	Porque en este momento las mantillas ya no sufriran mayor manipulación, solamente el proceso de almacenamiento de mantillas	Porque la mantilla debe secar posteriormente a la limpieza con DB-15	
¿Es preciso hacerlo así?	Si	Si	No	No	
¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Echando el pegamento exacto en mantilla a manera de que no exista desperdicio al ser prensada la barra con la mantilla	De ninguna manera	Combinando las operaciones de limpieza de pegamento seco y limpieza de mantilla en general	Se debe usar una máquina o herramienta que agilice el proceso de secado de mantillas para ahorrar tiempo y movimientos innecesarios.	
Procesos que necesitan ser eliminados, combinados o cambiados en el proceso de embarillamiento y horneado de mantillas					
Análisis de operaciones	Eliminar				Eliminar el proceso de hacer espacios libres para colocar las mantillas y sequen, implementado una secadora industrial que cumpla con la misma actividad en el menor tiempo posible para agilizar el almacenamiento de producto terminado
	Combinar		Asignar un área especifica con espacios donde puedan colocarse mantillas para que se enfríen y a la vez se alisten para el siguiente proceso.	Operaciones de limpieza de orillas con tinner para remover pegamento seco combinado con limpieza de mantilla en general con DB-15, actualmente se hace por separado y existe doble manipulación de mantilla.	
	Cambiar o mejorar				Cambiar el área de almacenamiento de herramientas utilizadas, colocandolas en el área de trabajo de manera ordenada y ergonomicamente para el operario.

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

En el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas se observan operaciones que se pueden mejorar por lo que cual serán analizadas con el estudio de movimientos y diagrama bimanual.

3.1.3.1. Estudio de movimientos

A continuación, se muestran los movimientos que realizan ambas manos en el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.

Figura 24. **Estudio de movimientos del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS				
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS				
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA		FECHA: ENERO 2,017		
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS		PÁGINA: 1/2		
MÉTODO: ACTUAL				
Encargado y Auxiliar de mantillas	Descripción actividades mano izquierda	Therbling	Descripción actividades mano derecha	
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	B	Buscar herramientas
	Tomar herramientas	T	T	Tomar herramientas
	Mover herramietas al área de med. y corte	M	M	Mover herramietas al área de med. y corte
	Soltar herramientas	S	S	Soltar herramientas
	Tomar muestra de mantilla	T	T	Tomar muestra de mantilla
	Sostener mantilla	SO	S	Soltar mantilla
	Sostener mantilla	SO	T	Tomar lapicero
	Sostener mantilla	SO	U	Dibujar rectángulos sobre muestra
	Sostener mantilla	SO	S	Soltar lapicero
	Sostener mantilla	SO	T	Tomar navaja
	Sostener mantilla	SO	U	Cortar muestras de mantilla con navaja
	Sostener mantilla	SO	S	Soltar navaja
	Sostener mantilla	SO	T	Tomar sierra
	Sostener mantilla	SO	U	Cortar barras metálicas/aluminio
	Soltar restos de mantilla	S	S	Soltar sierra
	Tomar muestra de mantilla	T	T	Tomar muestra de mantilla
	Soltar muestra de mantillas al lado de mesa	S	S	Soltar muestra de mantillas al lado de mesa
	Tomar restos de mantilla	T	T	Tomar lapicero
	Sostener mantilla	SO	U	Colocar informacion de lote fabricado
	Soltar mantilla	S	S	Soltar lapicero
	Tomar máquina probadora de tensión	T	T	Tomar máquina probadora de tensión
	Mover máquina probadora de tensión	M	M	Mover máquina probadora de tensión
	Sostener máquina probadora de tensión	SO	S	Soltar máquina probadora de tensión
	Sostener máquina probadora de tensión	SO	T	Tomar prensa tipo C
	Sujetar máquina probadora de tensión	SO	SO	Sujetar máquina probadora de tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	S	S	Soltar máquina probadora de tensión
	Tomar muestra de mantilla No. 1	T	T	Tomar muestra de mantilla No. 1
	Sujetar muestra de mantilla No. 1 a máquina	SO	SO	Sujetar muestra de mantilla No. 1 a máquina
	Soltar muestra de mantilla No. 1	S	S	Soltar muestra de mantilla No. 1
	Sujetar máquina probadora de tensión	SO	U	Someter muestra a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	S	U	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	S	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Verificar en máquina, la tensión soportada
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Colocar información de tensión soportada
	Tomar muestra de mantilla No. 2	T	M	Mover muestra de mantilla No. 1 a caja almacen.
Soltar muestra de mantilla No.2	S	T	Tomar muestra de mantilla No. 2	
Sujetar muestra de mantilla No. 2 a máquina	SO	SO	Sujetar muestra de mantilla No. 2 a máquina	
Soltar muestra de mantilla No. 2	S	S	Soltar muestra de mantilla No. 2	
Sujetar máquina probadora de tensión	SO	U	Someter muestra a tensión	
Soltar máquina probadora de tensión	S	U	Desatornillar para liberar muestra de mantilla	
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	S	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero	
Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Verificar en máquina, la tensión soportada	

Continuación de la figura 24.

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS				
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS				
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA		FECHA: ENERO 2,017		
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS		PÁGINA: 2/2		
MÉTODO: ACTUAL				
Encargado y Auxiliar de mantillas	Descripción actividades mano izquierda	Therbling	Descripción actividades mano derecha	
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Colocar información de tensión soportada
	Tomar muestra de mantilla No. 3	T	M	Mover muestra de mantilla No. 2 a caja almacen.
	Soltar muestra de mantilla No. 3	S	T	Tomar muestra de mantilla No. 3
	Sujetar muestra de mantilla No. 3 a máquina	SO	SO	Sujetar muestra de mantilla No. 3 a máquina
	Soltar muestra de mantilla No. 3	S	S	Soltar muestra de mantilla No. 3
	Sujetar máquina probadora de tensión	SO	U	Someter muestra a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	S	U	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	S	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Verificar en máquina, la tensión soportada
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	U	Colocar información de tensión soportada
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	M	Mover muestra de mantilla No. 3 a caja almacen.
	Tomar cinta adhesiva	T	T	Tomar tijeras
	Desenrollar cinta adhesiva	U	U	Cortar cinta adhesiva
	Tomar pedazo de cinta adhesiva	T	T	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio
	Colocar cinta adhesiva en esquina de mantilla	U	SO	Sostener mantilla con barra metálica/aluminio
	Esperar a que se desocupe mano derecha	RI	S	Soltar mantilla en mesa de trabajo
	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio	T	T	Tomar waype con sellador de mantillas
	Sostener mantilla con barra metálica/aluminio	SO	U	Limpiar orillas de mantilla
	Soltar mantilla con barra metálica/aluminio	SO	S	Soltar waype con sellador de mantilla
	Esperar a que sellador de mantilla seque	RI	RI	Esperar a que sellador de mantilla seque
	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio	T	T	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio
	Colocar mantilla sobre burro metálico	U	U	Colocar mantilla sobre burro metálico
	Mover mantilla al área de almacenamiento	M	M	Mover mantilla al área de almacenamiento
	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio	T	T	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio
	Preposicionar mantilla en estantería	P	P	Preposicionar mantilla en estantería
	Soltar mantilla con barra metálica/aluminio	S	S	Soltar mantilla con barra metálica/aluminio
	Tomar herramientas	T	T	Tomar herramientas
	Mover herramientas	M	M	Mover herramientas
	Soltar herramientas	S	S	Soltar herramientas
	Tomar talonario de documentos de ingreso interno	T	T	Tomar lapicero
	Sostener talonario de doc. de ingreso interno	SO	U	Realicar ingreso interno de mantillas con barras
	Soltar documento de ingreso interno	S	S	Soltar lapicero

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

3.1.3.2. Diagrama de bimanual

A continuación, se muestra el diagrama bimanual del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.

Figura 25. **Diagrama bimanual proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: ENERO 2,017 PÁGINA: 1/4				
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.50	▽	▷	←	□	○	Buscar herramientas
	Tomar herramientas	●	□	←	▷	▽	0.30	0.30	▽	▷	←	□	○	Tomar herramientas
	Mover herramientas al área de medición y corte de mantilla	○	□	←	▷	▽	0.09	0.09	▽	▷	←	□	○	Mover herramientas al área de medición y corte de mantilla
	Soltar herramientas	●	□	←	▷	▽	0.20	0.20	▽	▷	←	□	○	Soltar herramientas
	Tomar muestra de mantilla	●	□	←	▷	▽	0.90	0.90	▽	▷	←	□	○	Tomar muestra de mantilla
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.10	0.10	▽	▷	←	□	○	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	3.00	3.00	▽	▷	←	□	○	Dibujar rectángulos sobre muestra de mantilla
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.20	0.20	▽	▷	←	□	○	Soltar lapicero y tomar navaja
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.03	0.03	▽	▷	←	□	○	Cortar muestras de mantillas con navaja
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.02	0.02	▽	▷	←	□	○	Soltar navaja y tomar sierra
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.03	0.03	▽	▷	←	□	○	Cortar barras metálicas/aluminio
	Soltar restos de mantilla y tomar muestra de mantilla	●	□	←	▷	▽	0.02	0.02	▽	▷	←	□	○	Soltar sierra y tomar muestra de mantilla
	Soltar muestra de mantilla y tomar restos de mantilla	●	□	←	▷	▽	0.30	0.10	▽	▷	←	□	○	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.30	0.30	▽	▷	←	□	○	Colocar información de lote fabricado y soltar lapicero	

Continuación de la figura 25.

DIAGRAMA BIMANUAL														
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA										FECHA: ENERO 2,017				
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS										PÁGINA: 2/4				
TRASIEGO: 60 MANTILLAS														
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Tomar máquina probadora de tensión						0.10	0.10						Tomar máquina probadora de tensión
	Mover máquina probadora de tensión						0.05	0.05						Mover máquina probadora de tensión
	Sostener máquina probadora de tensión						0.10	0.10						Soltar máquina probadora de tensión
	Sostener máquina probadora de tensión						0.20	0.20						Tomar prensa tipo C
	Sujetar máquina probadora de tensión						0.50	0.50						Sujetar máquina probadora de tensión
	Soltar máquina probadora de tensión						0.05	0.05						Soltar máquina probadora de tensión
	Tomar muestra de mantilla No.1						0.20	0.20						Tomar muestra de mantilla No. 1
	Sujetar muestra de mantilla No. 1 a máquina						1.50	1.50						Sujetar muestra de mantilla No. 1 a máquina
	Soltar muestra de mantilla No. 1 y sujetar máquina probadora de tensión						0.40	7.30						Soltar muestra de mantilla No.1 y someter muestra a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión						0.05	0.50						Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha						-	0.20						Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha						-	0.50						Verificar en máquina, la tensión soportada
	Esperar a que se desocupe mano derecha						-	0.28						Colocar información de tensión soportada y soltar lapicero
	Tomar muestra de mantilla No. 2						0.20	0.70						Mover muestra de mantilla No. 1 a caja almacenadora

Continuación de la figura 25.

DIAGRAMA BIMANUAL														
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA							FECHA: ENERO 2,017							
UBICACION: AREA DE MANTILLAS							PAGINA: 3/4							
TRASIEGO: 60 MANTILLAS														
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Sujetar muestra de mantilla No. 2 a máquina	○	□	←	⊔	▽	1.50	1.50	▽	⊔	←	□	○	Sujetar muestra de mantilla No. 2 a máquina
	Sujetar máquina probadora de tensión	○	□	←	⊔	▽	0.40	7.30	▽	⊔	←	□	○	Someter muestra de mantilla No.2 a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	●	□	←	⊔	▽	0.05	0.50	▽	⊔	←	□	○	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⊔	▽	-	0.20	▽	⊔	←	□	○	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⊔	▽	-	0.78	▽	⊔	←	□	○	Verificar en máquina, la tensión soportada, colocar información y soltar lapicero
	Tomar muestra de mantilla No. 3	○	□	←	⊔	▽	0.20	0.70	▽	⊔	←	□	○	Mover muestra de mantilla No. 2 a caja almacenadora
	Soltar muestra de mantilla No. 3	○	□	←	⊔	▽	0.05	0.20	▽	⊔	←	□	○	Tomar muestra de mantilla No. 3
	Sujetar muestra de mantilla No. 3 a máquina	○	□	←	⊔	▽	1.20	1.20	▽	⊔	←	□	○	Sujetar muestra de mantilla No. 3 a máquina
	Soltar muestra de mantilla No. 3	○	□	←	⊔	▽	0.11	0.10	▽	⊔	←	□	○	Soltar muestra de mantilla No. 3
	Sujetar máquina probadora de tensión	○	□	←	⊔	▽	0.40	7.30	▽	⊔	←	□	○	Someter muestra de mantilla No. 3 a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	○	□	←	⊔	▽	0.05	0.45	▽	⊔	←	□	○	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⊔	▽	-	0.20	▽	⊔	←	□	○	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⊔	▽	-	0.78	▽	⊔	←	□	○	Verificar en máquina, la tensión soportada, colocar información y soltar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⊔	▽	-	0.60	▽	⊔	←	□	○	Mover muestra de mantilla No. 3 a caja almacenadora

Continuación de la figura 25.

DIAGRAMA BIMANUAL														
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA							FECHA: ENERO 2,017							
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS							PÁGINA: 4/4							
MÉTODO: ACTUAL														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Tomar y desenrollar cinta adhesiva	●	□	←	⊖	0.50	0.50	▽	⊖	←	□	●		Tomar tijeras y cortar cinta adhesiva
	Tomar pedazos de cinta adhesiva	●	□	←	⊖	2.00	2.00	▽	⊖	←	□	●		Tomar mantilla con barra metálica/aluminio
	Colocar pedazos de cinta adhesiva en esquina de mantilla	●	□	←	⊖	3.50	3.50	▽	⊖	←	□	●		Sostener mantilla con barra metálica/aluminio
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	⊖	0.06	0.06	▽	⊖	←	□	●		Soltar mantilla con barra metálica/aluminio en mesa de trabajo
	Tomar mantilla con barra metálica/aluminio	●	□	←	⊖	0.15	0.15	▽	⊖	←	□	●		Tomar waype con sellador de mantilla
	Sostener mantilla con barra metálica/aluminio	○	□	←	⊖	0.75	0.75	▽	⊖	←	□	●		Limpiar orilla de mantilla con barra metálica/aluminio
	Soltar mantilla con barra metálica/aluminio	●	□	←	⊖	0.10	0.10	▽	⊖	←	□	●		Soltar mantilla con barra metálica/aluminio
	Esperar a que sellador de mantilla seque	○	□	←	⊖	2.50	2.50	▽	⊖	←	□	●		Esperar a que sellador de mantilla seque
	Tomar y colocar mantilla con barra metálica/aluminio sobre burro metálico	●	□	←	⊖	2.00	2.00	▽	⊖	←	□	●		Tomar y colocar mantilla con barra metálica/aluminio sobre burro metálico
	Mover mantilla al área de almacenamiento	○	□	←	⊖	0.075	0.075	▽	⊖	←	□	●		Mover mantilla al área de almacenamiento
	Tomar mantilla, preposicionar y soltar en estantería	●	□	←	⊖	1.80	1.80	▽	⊖	←	□	●		Tomar mantilla, preposicionar y soltar en estantería
	Mover herramientas a lugar correspondiente	○	□	←	⊖	0.65	0.65	▽	⊖	←	□	●		Mover herramientas a lugar correspondiente
	Tomar talonario de documento de ingresos	●	□	←	⊖	2.04	2.04	▽	⊖	←	□	●		Tomar lapicero y realizar ingreso interno de lote de mantillas
	24	0	4	11	16	28.525	55.505	6	1	7	1	40		

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Tabla XIV. Interrogantes para análisis crítico de las operaciones del proceso de medición y corte de mantillas (C)

Proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas					
		Operaciones			
		Identificar muestras	Someter muestras a tensión	Terminar de alistar mantillas empaquetadas y almacenarlas	
Interrogantes	¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Se debe identificar tres puntos en una muestra de mantilla (izquierdo, medio y derecho), para garantizar la calidad del producto	Como control de calidad para cualquier reclamo que llegara a hacerse	Se colocar cinta adhesiva para no dañar con las barras las demás mantillas y se almacenan para poder estar a disposición para ser despachadas por los empleados de bodega.
		¿Es necesario hacerlo?	Si	Si	Si
		¿Cuál es la finalidad?	Garantizar la calidad del producto	Verificar la tensión que soporta la mantilla y guardar el registro como respaldo	Que las demás mantillas no se dañen y que las mantillas estén a la disponibilidad para los pedidos solicitados
	¿Dónde se hace?	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Implementar mejor maquinaria para que el proceso sea más rápido en cuestión de cortar mantilla con navaja y sierra	Nada	Realizar esquinera de hule reutilizables para proteger las esquinas de las mantillas fabricadas
		¿Por qué se hace ahí?	Porque es el área con espacio para realizar dicho proceso	Porque es el área con espacio para realizar dicho proceso	Porque es el área designada para dicho proceso
		¿Se conseguirían ventajas haciéndolo en otro lado?	Si	Si	Si
	¿Cuándo se hace?	¿Podría combinarse con otro elemento?	No	No	No
		¿Dónde podría hacerse mejor?	En un área destinada para este proceso	En un área destinada para este proceso	En un área destinada para este proceso
		¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es el momento en el cual se ha finalizado la fabricación de mantillas con barras	Porque es el momento en el cual se ha finalizado la fabricación de mantillas con barras	Porque las mantillas ya están listas para ser almacenadas
	¿Quién lo hace?	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	Si	Si	No
		¿El orden de las acciones es el apropiado?	Si	Si	Si
		¿Se conseguirían ventajas cambiando el orden?	Si, debería realizarse la muestra de mantilla luego de un número de mantillas fabricadas, por si existiera algún defecto poder corregirlo de inmediato	Si, debería realizarse la muestra de mantilla luego de un número de mantillas fabricadas, por si existiera algún defecto poder corregirlo de inmediato	No
	¿Cómo se hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Si	Si	Si
		¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Fuerza y precisión	Fuerza	Concentración para saber almacenar las mantillas en el área adecuada y no existan confusiones con demás productos
		¿Quién podría hacerlo mejor?	Cualquier operario que conozca el proceso	Cualquier operario que conozca el proceso	Cualquier operario que conozca el proceso
	Análisis de operaciones	¿Por qué se hace así?	Porque es el método implementado y las herramientas proporcionadas	Porque es el método implementado y las herramientas proporcionadas	Porque es la solución que se le ha dado conforme la experiencia de los operarios
		¿Es preciso hacerlo así?	No.	No.	No
		¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Implementando una sierra eléctrica que permita el corte de las barras y mantilla más rápido.	De ninguna manera	Se podría implementar esquineras de hule reutilizables para protección de las demás mantillas.
	Procesos que necesitan ser eliminados, combinados o cambiados en el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas				
	Análisis de operaciones	Eliminar	Eliminar el traslado de herramientas a utilizar, colocándolas en el área destinada para dicho proceso		Eliminar el traslado de herramientas a utilizar, colocándolas en el área destinada para dicho proceso
Combinar					
Cambiar o mejorar		Implementar mejor maquinaria para que el proceso sea más rápido en cuestión de cortar mantilla con navaja y sierra		Cambiar la cinta adhesiva por esquineras de hule las cuales puedan ser reutilizables y que no dañen las demás mantillas	

Fuente: elaboración propia.

3.2. Estudio de tiempos

Es estudio de tiempos permitirá conocer los nuevos elementos obtenidos luego del análisis (eliminar, combinar o cambiar) de cada una de las operaciones de los procesos actuales que se llevan a cabo para la transformación de mantillas con barras. Por lo que se obtendrán los tiempos observados, la valorización de la actuación, el tiempo normal, las tolerancias o suplementos, y finalmente el tiempo estándar; creando una mejora tanto a la empresa con una mayor eficiencia y productividad, así como al operario con ergonomía en las actividades por realizar.

3.2.1. Proceso de medición y corte de mantillas según formato establecido

En el diagrama de flujo de operaciones (ver figura 7) se eliminaron, combinaron o cambiaron ocho operaciones. Los elementos que conforman el proceso del método propuesto son:

- Preparar rollo y medir mantillas a lo ancho
- Medir y cortar mantillas según formato específico

3.2.1.1. Tiempos cronometrados

Los tiempos cronometrados u observados están dados en minutos y corresponden a un lote de 60 unidades. Determinando el número de ciclos observados mediante la guía de *General Electric Company*, la cual recomienda los ciclos en base al tiempo que dura el elemento. Los tiempos cronometrados para el proceso de medición y corte de mantillas son:

Tabla XV. **Tiempos cronometrados del proceso de medición y corte de mantillas**

No. Act	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos	Tiempo observado
1	Preparar rollo y medir y cortar mantillas a lo ancho	99,45	99,50	99,55	99,41	99,48	99,61	99,70	99,68	99,41	99,71	10	99,55
2	Medir y cortar mantillas según formato específico	152,75	152,90	152,65								3	152,77

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.1.2. Tiempo normal

Este tiempo es el que requiere un operario normal en realizar la operación. Tomando en cuenta la valorización que le da el analista al ritmo en que el operario realiza el trabajo, considerando la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia. El tiempo normal pueden variar de acuerdo con el desempeño del operario por lo que puede ser mayor o menor que el tiempo cronometrado.

En la tabla XVII se muestran la valoración dada al operario en cada uno de los elementos que conforman el proceso según las tablas de *Westinghouse*.

Tabla XVI. **Valorización del ritmo de trabajo del proceso de medición y corte de mantillas**

Medición y corte de mantillas			
Preparar rolo y medir y cortar mantillas a lo ancho	Medir y cortar mantillas según formato específico	Elementos	Actuación
+0,15	+0,15	Habilísimo	Habilidad
+0,13	+0,13		
+0,11	+0,11	Excelente	
+0,08	+0,08		
+0,06	+0,06	Bueno	
+0,03	+0,03		
0,00	0,00	Promedio	
-0,05	-0,05	Regular	
-0,10	-0,10		
-0,15	-0,15	Deficiente	
-0,22	-0,22		
+0,13	+0,13	Habilísimo	
+0,12	+0,12	Excelente	
+0,10	+0,10		
+0,08	+0,08	Bueno	
+0,05	+0,05		
+0,02	+0,02	Promedio	
0,00	0,00	Regular	
-0,04	-0,04		
-0,08	-0,08	Deficiente	
-0,12	-0,12		
-0,17	-0,17		
+0,06	+0,06	Ideales	Condiciones
+0,04	+0,04	Excelente	
+0,02	+0,02	Buena	
0,00	0,00	Promedio	
-0,03	-0,03	Regulares	
-0,07	-0,07	Malas	Consistencia
+0,04	+0,04	Perfecto	
+0,03	+0,03	Excelente	
+0,01	+0,01	Buena	
0,00	0,00	Promedio	
-0,02	-0,02	Regulares	
-0,04	-0,04	Deficientes	
1,08	1,07	Total	

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

De acuerdo con la valoración de la tabla anterior se determina el tiempo normal en minutos los cuales son:

Tabla XVII. **Tiempo normal del proceso de medición y corte de mantillas**

No. Act	Elemento	Valoración	Tiempo Normal
1	Preparar rollo y medir y cortar mantillas a lo ancho	1,08	107,51
2	Medir y cortar mantillas según formato específico	1,07	163,46

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.1.3. Tolerancias

Es el tiempo que se le concede al operario por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo o cause interrupción. Se toman en cuenta tolerancias o suplementos constantes y variables.

En la tabla XIX se muestran las tolerancias o suplementos observados en cada uno de los elementos que conforman el proceso considerando factores de fatiga básica, posición, fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas, atención requerida, nivel de ruido, estrés mental, monotonía y tedio.

Tabla XVIII. Tolerancias o suplementos para el proceso de medición y corte de mantillas

		Identificar muestras y someter a tensión	Remover pegamento seco y limpiar mantillas
A. Suplementos constantes			
1. Suplemento personal.....	5	5	5
2. Suplemento por fatiga básica.....	4	4	4
B. Suplementos variables			
1. Suplemento por estar de pie.....	2	2	2
2. Suplemento por posición anormal:			
a. un poco incómoda.....	0		
b. incómoda (agachado).....	2		
c. muy incómoda (tendio, estirado).....	7		
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):			
Peso levantado, en libras:			
5.....	0		
10.....	1	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 debajo de la recomendada.....	0		
b. bastante menor que la recomendada.....	2		
c. muy inadecuada.....	5		
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variable.....	0-100		
6. Atención requerida			
a. trabajo bastante fino.....	0		
b. trabajo fino o preciso.....	2	2	2
c. trabajo muy fino y muy preciso.....	5		
7. Nivel de ruido			
a. continuo.....	0		
b. intermitente-fuerte.....	2		
c. intermitente-muy fuerte.....	5		
d. de tono alto-fuerte.....	5		
8. Estrés mental			
a. proceso bastante complejo.....	1		
b. proceso moderadamente complejo.....	4		
c. muy compleja.....	8		
9. Monotonía			
a. nivel bajo.....	0		
b. nivel medio.....	1		
c. nivel alto.....	4		
10. Tedio			
a. algo tedioso.....	0		
b. tedioso.....	2		
c. muy tedioso.....	5		
Total de suplementos		1,14	1,13

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.1.4. Tiempo estándar

Este tiempo es el requerido para que el operario calificado trabaje a ritmo normal y de acuerdo con las tolerancias o suplementos otorgados anteriormente se determina el tiempo estándar en minutos son:

Tabla XIX. **Tiempo estándar del proceso de medición y corte de mantillas**

No. Act	Elemento	Suplem %	Tiempo Estándar
1	Preparar rollo y medir y cortar mantillas a lo ancho	1,14	122,56
2	Medir y cortar mantillas según formato específico	1,17	191,25

Fuente: elaboración propia. con datos del área de mantillas.

El resumen del estudio de tiempo para el proceso de medición y corte de mantillas se muestra a continuación:

Figura 26. **Estudio de tiempos del proceso medición y corte de mantillas**

Empresa:		Nombre del proceso:				Ubicación:			No. De pág	Fecha:	
Distribuidora Litográfica		Medición y corte de mantillas				Área de Mantillas			1	03/05/2018	
Estudio:	Tipo de Cronometraje:		Método:		Elaborado por:				Aprobado por:		
No. 1	Acumulativo	Vuelta a cero	Propuesto		Lendy Mishelle Bermúdez Cortez				Ing. Erik Leonel García Santana		

No. Act	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Suplem %	Tiempo Estándar
1	Preparar rollo y medir y cortar mantillas a lo ancho	99,45	99,50	99,55	99,41	99,48	99,61	99,70	99,68	99,41	99,71	10	99,55	1,08	107,51	1,14	122,56
2	Medir y cortar mantillas según formato específico	152,75	152,90	152,65								3	152,77	1,07	163,46	1,17	191,25

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.2. Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

En el diagrama de flujo de operaciones (ver figura 12) se eliminaron, combinaron o cambiaron nueve operaciones. Los elementos que conforman el proceso del método propuesto son:

- Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas
- Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento
- Envarillar mantillas
- Verificar mantillas y preparar horno
- Hornear mantillas

3.2.2.1. Tiempos cronometrados

Los tiempos cronometrados u observados están dados en minutos y corresponden a un lote de 60 unidades. Determinando el número de ciclos observados mediante la guía de *General Electric Company*, la cual recomienda los ciclos en base al tiempo que dura el elemento. Los tiempos cronometrados para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas son:

Tabla XX. **Tiempos cronometrados del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas**

No. Act	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ciclos	Tiempo observado
1	Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas	87,14	87,11	87,23	87,15	87,21	87,25	87,18	87,18								8	87,18
2	Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento	44,05	44,21	44,16	44,15	44,08	44,21	44,11	44,13	44,16	44,19	44,18	44,21	44,21	44,09	44,19	15	44,16
3	Embarillar mantillas	143,40	143,38	143,36	143,29	143,28											5	143,34
4	Verificar mantillas y preparar horno	77,08	77,12	77,17													3	77,12
5	Hornear mantillas	72,60	72,62	72,52													3	72,58

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.2.2. Tiempo normal

Este tiempo es el que requiere un operario normal en realizar la operación. Tomando en cuenta la valorización que le da el analista al ritmo en que el operario realiza el trabajo, considerando la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia. El tiempo normal pueden variar de acuerdo con el desempeño del operario por lo que puede ser mayor o menor que el tiempo cronometrado.

En la tabla XXI se muestra la valoración dada al operario en cada uno de los elementos que conforman el proceso, según las tablas de *Westinghouse*.

Tabla XXI. Valorización del ritmo de trabajo del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas	Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento	Embarillar mantillas	Verificar mantillas y preparar horno	Hornear mantillas	Elementos	Actuación	
+0,15	+0,15	+0,15	+0,15	+0,15	Habilísimo	Habilidad	
+0,13	+0,13	+0,13	+0,13	+0,13			
+0,11	+0,11	+0,11	+0,11	+0,11	Excelente		
+0,08	+0,08	+0,08	+0,08	+0,08	Bueno		
+0,06	+0,06	+0,06	+0,06	+0,06			
+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	Promedio		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Regular		
-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Deficiente		
-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10			
-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	Habilísimo		Esfuerzo
-0,22	-0,22	-0,22	-0,22	-0,22			
+0,13	+0,13	+0,13	+0,13	+0,13			
+0,12	+0,12	+0,12	+0,12	+0,12		Excelente	
+0,10	+0,10	+0,10	+0,10	+0,10			
+0,08	+0,08	+0,08	+0,08	+0,08		Bueno	
+0,05	+0,05	+0,05	+0,05	+0,05			
+0,02	+0,02	+0,02	+0,02	+0,02		Promedio	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Regular	
-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04			
-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	Deficiente		
-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12			
-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	Ideales	Condiciones	
+0,06	+0,06	+0,06	+0,06	+0,06			
+0,04	+0,04	+0,04	+0,04	+0,04			
+0,02	+0,02	+0,02	+0,02	+0,02			Buena
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			Promedio
-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03			Regulares
-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07			Malas
+0,04	+0,04	+0,04	+0,04	+0,04			Perfecto
+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03			Excelente
+0,01	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01			Buena
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Promedio		
-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	Regulares		
-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	Deficientes		
1,02	1,01	1,05	1,02	1,00	Total		

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

De acuerdo con la valoración de la tabla anterior se determina el tiempo normal en minutos los cuales son:

Tabla XXII. **Tiempo normal del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas**

No. Act	Elemento	Valoración	Tiempo Normal
1	Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas	1,02	88,93
2	Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento	1,01	44,60
3	Envarillar mantillas	1,05	150,50
4	Verificar mantillas y preparar horno	1,02	78,67
5	Hornear mantillas	1,00	72,58

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.2.3. Tolerancias

Es el tiempo que se le concede al operario por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo o cause interrupción. Se toman en cuenta tolerancias o suplementos constantes y variables.

En la tabla XXIV se muestran las tolerancias o suplementos observados en cada uno de los elementos que conforman el proceso considerando factores de fatiga básica, posición, fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas, atención requerida, nivel de ruido, estrés mental, monotonía y tedio.

Tabla XXIII. Tolerancias o suplementos para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

	Identificar muestras	Someter a tensión	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	Agregar lavador DB-15 de mantillas	Alistar mantillas y almacenarlas
A. Suplementos constantes					
1. Suplemento personal.....	5	5	5	5	5
2. Suplemento por fatiga básica.....	4	4	4	4	4
B. Suplementos variables					
1. Suplemento por estar de pie.....	2	2	2	2	2
2. Suplemento por posición anormal:					
a. un poco incómoda.....	0				
b. incómoda (agachado).....	2				
c. muy incómoda (tendio, estrado).....	7				
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):					
Peso levantado, en libras:					
5.....	0				
10.....	1				
15.....	2				
20.....	3				
25.....	4				
30.....	5				
35.....	7				
40.....	9				
45.....	11				
50.....	13	13			13
60.....	17				
70.....	22				
4. Mala iluminación:					
a. un poco debajo de la recomendada.....	0				
b. bastante menor que la recomendada.....	2				
c. muy inadecuada.....	5				
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variable.....	0-100				
6. Atención requerida					
a. trabajo bastante fino.....	0				
b. trabajo fino o preciso.....	2	2			
c. trabajo muy fino y muy preciso.....	5		5	5	
7. Nivel de ruido					
a. continuo.....	0				
b. intermitente-fuerte.....	2				
c. intermitente-muy fuerte.....	5				
d. de tono alto-fuerte.....	5				
8. Estrés mental					
a. proceso bastante complejo.....	1				
b. proceso moderadamente complejo.....	4				
c. muy compleja.....	8				
9. Monotonía					
a. nivel bajo.....	0				
b. nivel medio.....	1		1	1	
c. nivel alto.....	4				
10. Tedio					
a. algo tedioso.....	0				
b. tedioso.....	2				
c. muy tedioso.....	5				
Total de suplementos	1,24	1,13	1,17	1,17	1,24

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.2.4. Tiempo estándar

Este tiempo es el requerido para que el operario calificado trabaje a ritmo normal y de acuerdo con las tolerancias o suplementos otorgados anteriormente, se determina el tiempo estándar en minutos:

Tabla XXIV. **Tiempo estándar del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas**

No. Act	Elemento	Suplem %	Tiempo Estándar
1	Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas	1,24	110,27
2	Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento	1,13	50,40
3	Embarillar mantillas	1,17	176,09
4	Verificar mantillas y preparar horno	1,17	92,04
5	Hornear mantillas	1,24	90,00

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

El resumen del estudio de tiempo para el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas se muestra a continuación:

Figura 27. Estudio de tiempos del proceso envarillamiento y horneado de mantillas

Empresa:		Nombre del proceso:				Ubicación:				No. De pág.	Fecha:	
Distribuidora Litográfica		Embarillamiento y horneado de mantillas				Área de Mantillas				1	25/05/2018	
Estudio:	Tipo de Cronometraje:		Método:		Elaborado por:					Aprobado por:		
No. 1	Acumulativo	Vuelta a cero		Propuesto		Lendy Mishelle Bermúdez Cortez					Ing. Erik Leonel García Santana	

No. Act	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Ciclos	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Suplem %	Tiempo Estándar
1	Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas	87,14	87,11	87,23	87,15	87,21	87,25	87,18	87,18								8	87,18	1,02	88,93	1,24	110,27
2	Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento	44,05	44,21	44,16	44,15	44,08	44,21	44,11	44,13	44,16	44,19	44,18	44,21	44,21	44,09	44,19	15	44,16	1,01	44,60	1,13	50,40
3	Embarillar mantillas	143,40	143,38	143,36	143,29	143,28											5	143,34	1,05	150,50	1,17	176,09
4	Verificar mantillas y preparar horno	77,08	77,12	77,17													3	77,12	1,02	78,67	1,17	92,04
5	Hornear mantillas	72,60	72,62	72,52													3	72,58	1,00	72,58	1,24	90,00

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.3. Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

En el diagrama de flujo de operaciones (ver figura 17) se eliminaron, combinaron o cambiaron cinco operaciones. Los elementos que conforman el proceso del método propuesto son:

- Identificar muestras y someter a tensión
- Remover pegamento seco y limpiar mantillas
- Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas

3.2.3.1. Tiempos cronometrados

Los tiempos cronometrados u observados están dados en minutos y corresponden a un lote de 60 unidades. Determinando el número de ciclos observados mediante la guía de *General Electric Company*, la cual recomienda los ciclos en base al tiempo que dura el elemento. Los tiempos cronometrados

para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas son:

Tabla XXV. Tiempos cronometrados del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

No. Act	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos	Tiempo observado
1	Identificar muestras y someter a tensión	41,62	41,58	41,65	41,59	41,59	41,58	41,63	41,57	41,59	41,54	10	41,59
2	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	125,37	125,38	125,36								3	125,37
3	Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas	34,29	34,28	34,32	34,31	34,28	34,27	34,25	34,25			8	34,28

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.3.2. Tiempo normal

Este tiempo es el que requiere un operario normal en realizar la operación. Tomando en cuenta la valorización que le da el analista al ritmo en que el operario realiza el trabajo, considerando la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia. El tiempo normal puede variar de acuerdo con el desempeño del operario por lo que puede ser mayor o menor que el tiempo cronometrado.

En la tabla XXVI se muestran la valorización dada al operario en cada uno de los elementos que conforman el proceso según las tablas de *Westinghouse*.

Tabla XXVI. Valorización del ritmo de trabajo del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

Identificar muestras y someter a tensión	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas	Elementos	Actuación
+0.15	+0.15	+0.15	Habilísimo	Habilidad
+0.13	+0.13	+0.13		
+0.11	+0.11	+0.11	Excelente	
+0.08	+0.08	+0.08		
+0.06	+0.06	+0.06	Bueno	
+0.03	+0.03	+0.03		
0.00	0.00	0.00	Promedio	
-0.05	-0.05	-0.05		
-0.10	-0.10	-0.10	Regular	
-0.15	-0.15	-0.15		
-0.22	-0.22	-0.22	Deficiente	
+0.13	+0.13	+0.13	Habilísimo	Esfuerzo
+0.12	+0.12	+0.12		
+0.10	+0.10	+0.10	Excelente	
+0.08	+0.08	+0.08		
+0.05	+0.05	+0.05	Bueno	
+0.02	+0.02	+0.02		
0.00	0.00	0.00	Promedio	
-0.04	-0.04	-0.04		
-0.08	-0.08	-0.08	Regular	
-0.12	-0.12	-0.12		
-0.17	-0.17	-0.17	Deficiente	
+0.06	+0.06	+0.06	Ideales	Condiciones
+0.04	+0.04	+0.04	Excelente	
+0.02	+0.02	+0.02	Buena	
0.00	0.00	0.00	Promedio	
-0.03	-0.03	-0.03	Regulares	
-0.07	-0.07	-0.07	Malas	
+0.04	+0.04	+0.04	Perfecto	Consistencia
+0.03	+0.03	+0.03	Excelente	
+0.01	+0.01	+0.01	Buena	
0.00	0.00	0.00	Promedio	
-0.02	-0.02	-0.02	Regulares	
-0.04	-0.04	-0.04	Deficientes	
1.03	1.08	1.05	Total	

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

De acuerdo con la valoración de la tabla anterior se determina el tiempo normal en minutos:

Tabla XXVII. **Tiempo normal del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**

No. Act	Elemento	Valoración	Tiempo Normal
1	Identificar muestras y someter a tensión	1.03	42.83
2	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	1.08	135.40
3	Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas	1.05	35.99

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.3.3. Tolerancias

Es el tiempo que se le concede al operario por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo o cause interrupción. Se toman en cuenta tolerancias o suplementos constantes y variables.

En la tabla XXIV se muestran las tolerancias o suplementos observados en cada uno de los elementos que conforman el proceso considerando factores de fatiga básica, posición, fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas, atención requerida, nivel de ruido, estrés mental, monotonía y tedio.

Tabla XXVIII. Tolerancias o suplementos para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

		Identificar muestras y someter a tensión	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas
A. Suplementos constantes				
1. Suplemento personal.....	5	5	5	5
2. Suplemento por fatiga básica.....	4	4	4	4
B. Suplementos variables				
1. Suplemento por estar de pie.....	2	2	2	2
2. Suplemento por posición anormal:				
a. un poco incómoda.....	0			
b. incómoda (agachado).....	2			
c. muy incómoda (tendio, estirado).....	7			
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):				
Peso levantado, en libras:				
5.....	0			
10.....	1	1		
15.....	2			
20.....	3			
25.....	4			
30.....	5			
35.....	7			
40.....	9			
45.....	11			
50.....	13			13
60.....	17			
70.....	22			
4. Mala iluminación:				
a. un poco debajo de la recomendada.....	0			
b. bastante menor que la recomendada.....	2			
c. muy inadecuada.....	5			
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) - variable.....	0-100			
6. Atención requerida				
a. trabajo bastante fino.....	0			
b. trabajo fino o preciso.....	2	2	2	2
c. trabajo muy fino y muy preciso.....	5			
7. Nivel de ruido				
a. continuo.....	0			
b. intermitente-fuerte.....	2			
c. intermitente-muy fuerte.....	5			
d. de tono alto-fuerte.....	5			
8. Estrés mental				
a. proceso bastante complejo.....	1			
b. proceso moderadamente complejo.....	4			
c. muy compleja.....	8			
9. Monotonía				
a. nivel bajo.....	0			
b. nivel medio.....	1			
c. nivel alto.....	4			
10. Tedio				
a. algo tedioso.....	0			
b. tedioso.....	2			
c. muy tedioso.....	5			
Total de suplementos		1.14	1.13	1.26

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.2.3.4. Tiempo estándar

Este tiempo es el requerido para que el operario calificado trabaje a ritmo normal y de acuerdo con las tolerancias o suplementos otorgados anteriormente se determina el tiempo estándar en minutos son:

Tabla XXIX. **Tiempo estándar del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas**

No. Act	Elemento	Suplem %	Tiempo Estándar
1	Identificar muestras y someter a tensión	1.14	48.83
2	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	1.13	153.00
3	Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas	1.26	45.35

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

El resumen del estudio de tiempo para el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas se muestra a continuación:

Figura 28. Estudio de tiempos del proceso control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

Empresa:		Nombre del proceso:				Ubicación:				No. De pág	Fecha:						
Distribuidora Litográfica		Control de calidad y almacenamiento de mantillas				Área de Mantillas				1	5/06/2018						
Estudio:	Tipo de Cronometraje:		Método:			Elaborado por:					Aprobado por:						
No. 1	Acumulativo		Vuelta a cero			Propuesto			Lendy Mishelle Bermúdez Cortez					Ing. Erik Leonel García Santana			

No. Act	Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos	Tiempo observado	Valoración	Tiempo Normal	Suplem %	Tiempo Estándar
1	Identificar muestras y someter a tensión	41.62	41.58	41.65	41.59	41.59	41.58	41.63	41.57	41.59	41.54	10	41.59	1.03	42.83	1.14	48.83
2	Remover pegamento seco y limpiar mantillas	125.37	125.38	125.36								3	125.37	1.08	135.40	1.13	153.00
3	Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas	34.29	34.28	34.32	34.31	34.28	34.27	34.25	34.25			8	34.28	1.05	35.99	1.26	45.35

Fuente: elaboración propia, con datos del área de mantillas.

3.3. Identificación de problemas específicos

Al ser analizados los procesos que conforman la transformación de mantillas con barras, se encontraron mejoras significativas; sin embargo, se deben considerar problemas específicos en el área de producción, que impiden tener una eficiencia mayor. Estos problemas son de tipo técnico y de recurso humano.

3.3.1. Problemas técnicos

Estos problemas se refieren a la falta de herramientas/equipo total o herramientas/equipo actualizado que son utilizados en el área de producción de mantillas con barras. Luego de analizar las operaciones se observó que en el proceso de preparar rollo no existen estanterías ergonómicas que permitan el despacho instantáneo de los rollos por utilizar. En el proceso de medir y cortar mantillas según formato específico no se cuenta con una cortadora de mantillas que permita agilizar aún más este proceso debido a que se sigue haciendo

manualmente, esto podría mejorar con una cortadora tipo guillotina que se pueda adaptar a las medidas necesarias según el formato requerido.

De igual manera en el proceso de preparar barras se podría implementar una sierra eléctrica para cortar las mismas en un tiempo menor. Y finalmente se podría tener un horno que tenga mayor capacidad para aumentar el número de lote por fabricar.

3.3.2. Problemas de recursos humanos

Los principales problemas de recursos humanos identificados es el personal encargado debido a la alta resistencia al cambio, a raíz de realizar su trabajo de manera en que se les sea más fácil según su criterio y experiencia.

Así mismo, se debe implementar capacitaciones constantes que permitan las mejoras en el área como la limpieza en el área de trabajo, colocación de herramientas y equipo en el lugar correspondiente, aprovechamiento máximo de materia prima, entre otros.

Finalmente, debe existir una mejor comunicación entre el área de mantillas y los demás departamentos de la empresa para que se tenga una buena relación laboral y así evitar despachos de pedidos equivocados, devoluciones innecesarias y sobreproducción de mantillas con barras.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO

La implementación del nuevo diseño permitirá establecer los lineamientos para el control, manipulación y operación del proceso de transformación de mantillas con barras, procurando que las mantillas sean un producto de calidad que superen las expectativas de los clientes y cumplan su función.

Creando una mejor distribución de la planta, la cual permitiera la eliminación de movimientos y traslados innecesarios (los cuales existían bastantes).

4.1. Proceso de medición y corte de mantillas

En el proceso de medición y corte de mantillas se observaron ocho operaciones que podían ser eliminadas, cambiadas o combinadas.

Se eliminó la operación de verificar el rollo por utilizar, según correlativo, debido a que se señaló el área de materia prima para que el operario solamente ubicara el rollo por despachar. También se eliminó la operación en la que se debía colocar las mantillas sobre burro metálico luego de haberla cortado por la mitad, en cambio ahora se deben cortar las mantillas inmediatamente en su formato específico, para que no existan movimientos innecesarios.

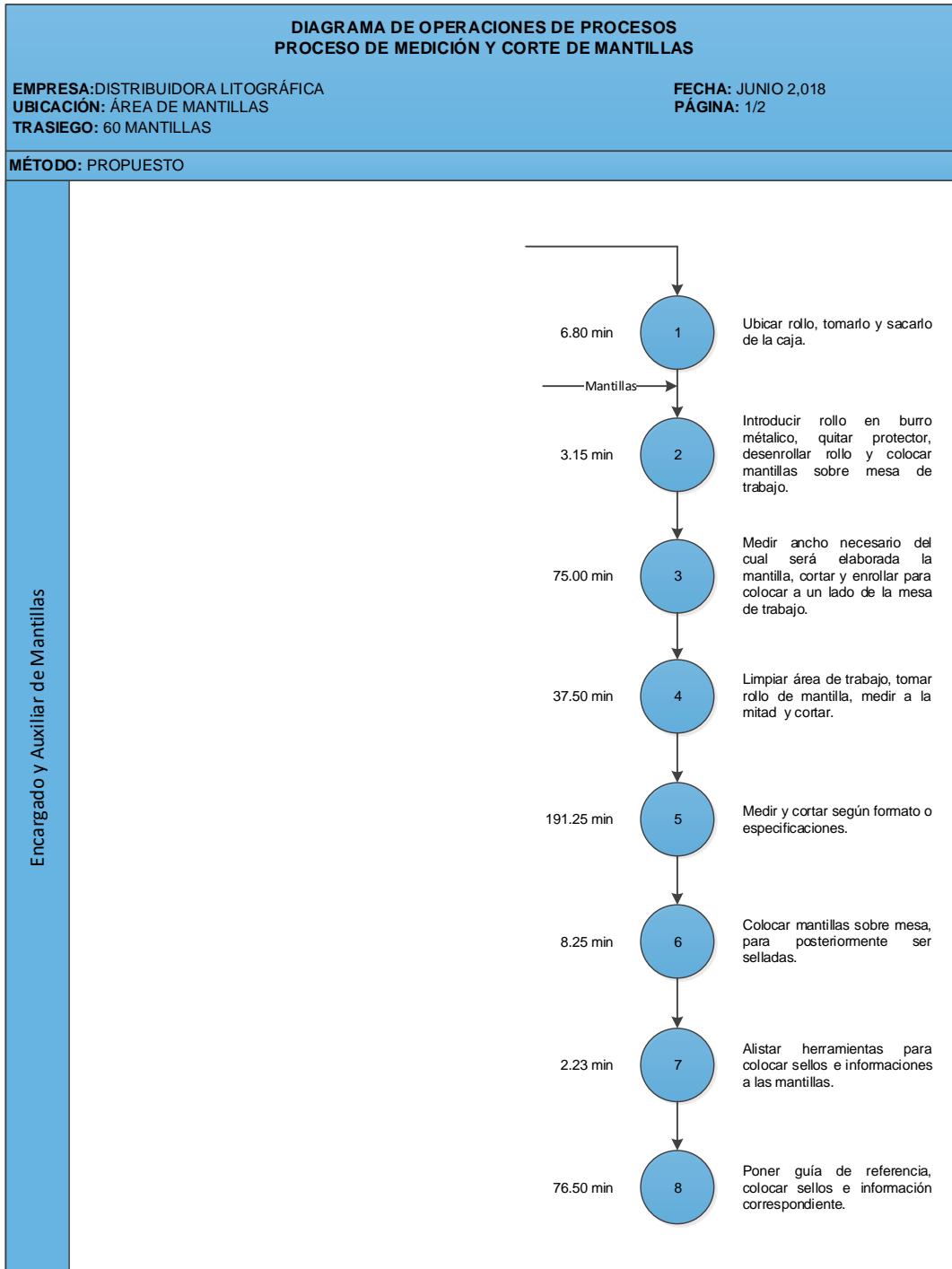
Las mantillas ya no serán colocadas sobre el burro metálico, sino que se implementó una mesa central en la que son distribuidas y tiene el objetivo de reducir los tiempos de manipulación para colocar sellos de información y, a su

vez, alistarlas para procesos posteriores. Se colocaron las herramientas necesarias en las áreas de trabajo señalizadas y ordenadas para eliminar los traslados al área de herramientas y equipo y la pérdida de tiempo de búsqueda. Con estas mejoras los diagramas de operaciones, flujo, de recorrido y bimanual quedaron de la siguiente manera:

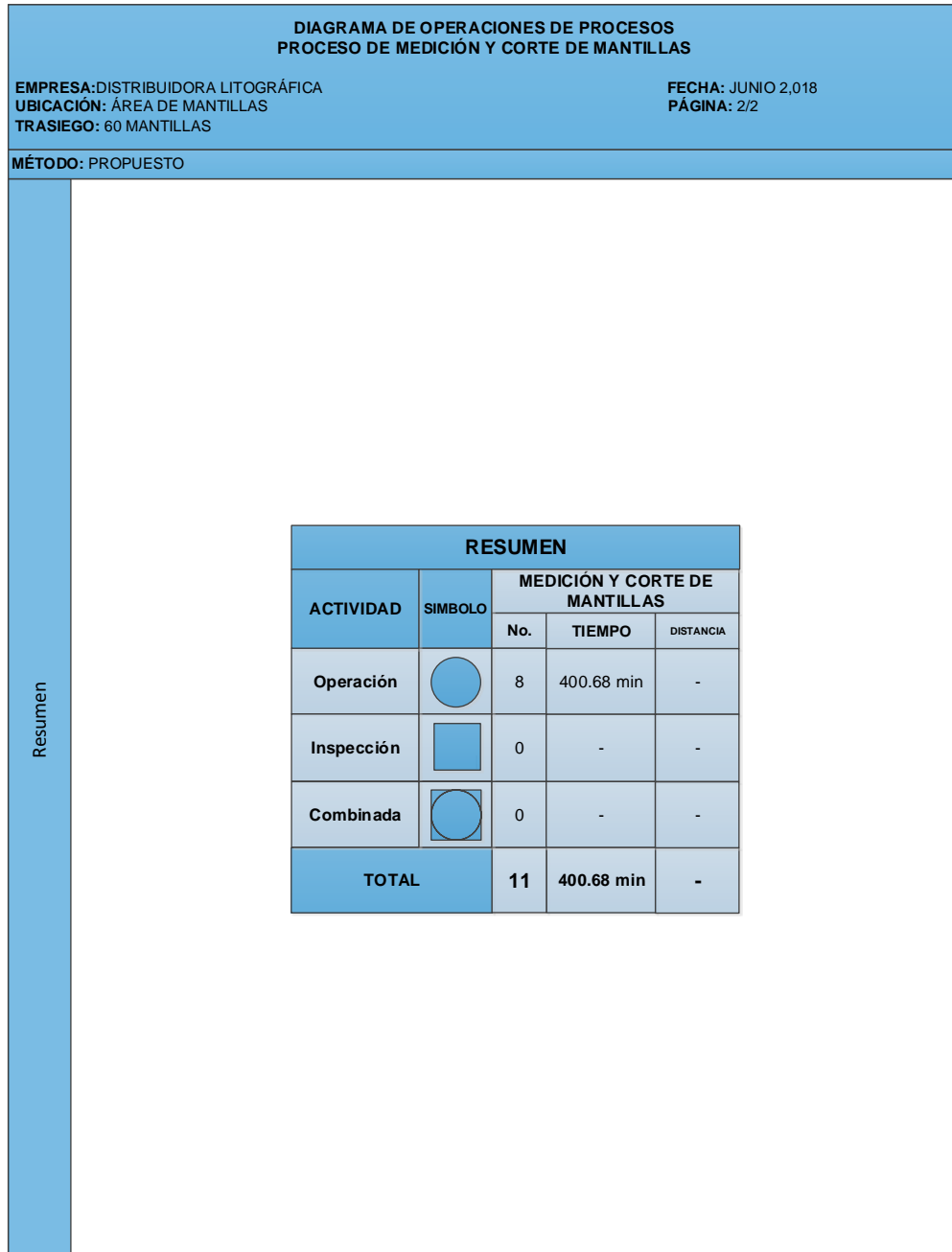
4.1.1. Diagrama de operaciones

A continuación, se muestra el diagrama de operaciones de procesos propuesto.

Figura 29. Diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas



Continuación de la figura 29.



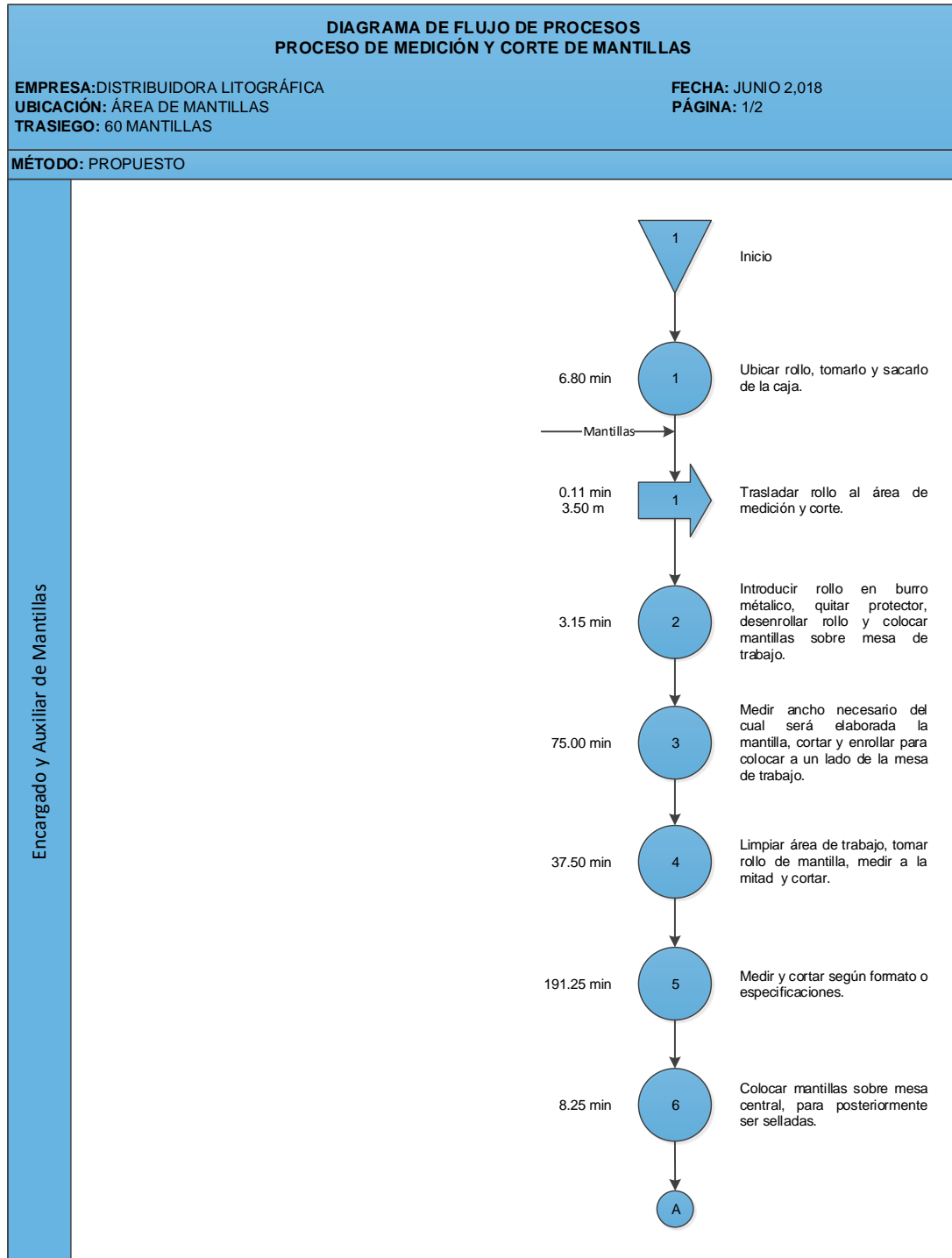
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Se redujo el tiempo del proceso de operación de 466,16 minutos a 400,68 minutos. Una diferencia de 65,48 minutos.

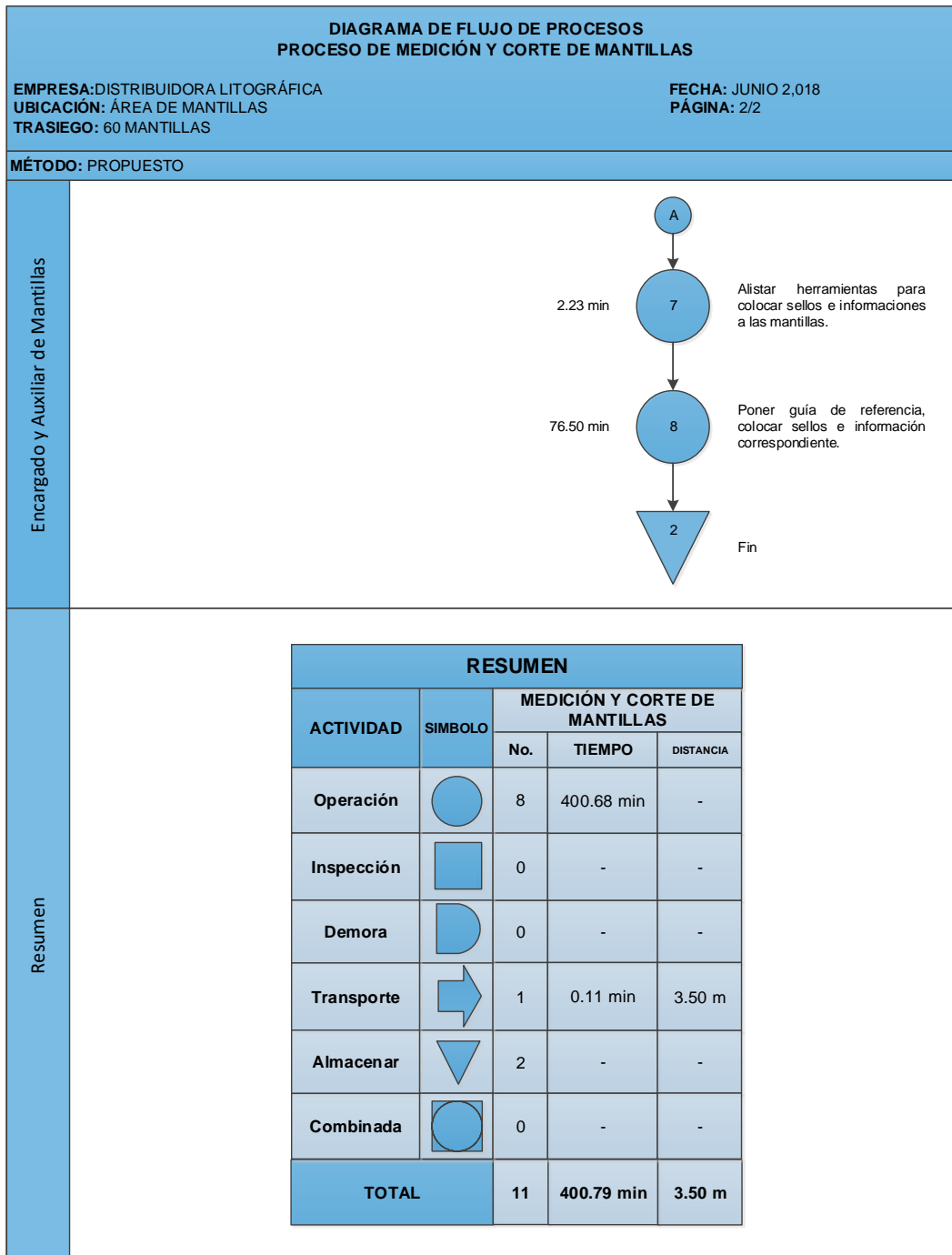
4.1.2. Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de procesos propuesto e implementado.

Figura 30. Diagrama de flujo de procesos propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas



Continuación de la figura 30.



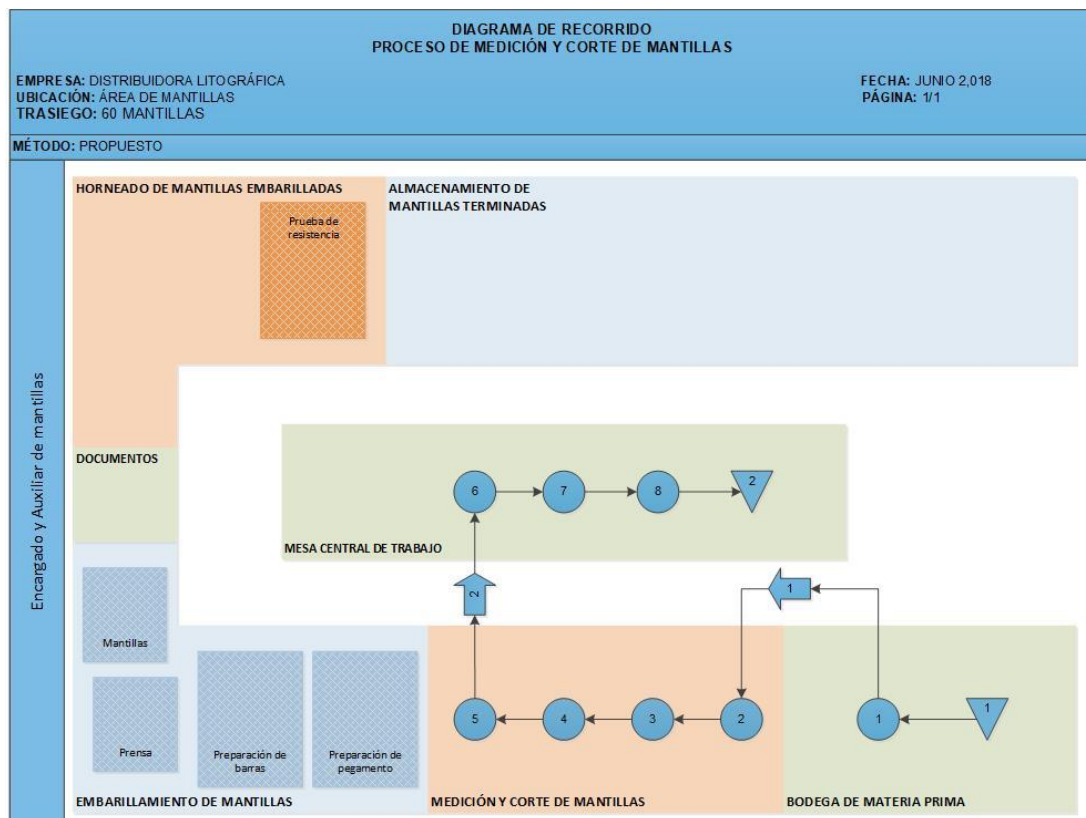
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Se redujo el tiempo del proceso de flujo de 467,06 minutos a 400,79 minutos. Una diferencia de 66,27 minutos.

4.1.3. Diagrama de recorrido

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 31. Diagrama de recorrido propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

4.1.4. Diagrama de bimanual

A continuación, se muestra el diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas.

Figura 32. Diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de medición y corte de mantillas

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 1/2				
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Buscar rollo a transformar	●	□	←	▷	▽	1.00	1.00	▽	▷	←	□	●	Buscar rollo a transformar
	Sostener caja	○	□	←	▷	▽	2.00	2.30	▽	▷	←	□	●	Tomar rollo y sacarlo de caja
	Colocar caja a un costado de estanteria	●	□	←	▷	▽	0.25	0.25	▽	▷	←	□	○	Sostener rollo
	Mover rollo	○	□	←	▷	▽	0.055	0.055	▽	▷	←	□	○	Mover rollo
	Tomar burro metálico	●	□	←	▷	▽	1.00	1.15	▽	▷	←	□	●	Preposicionar rollo
	Extender mantilla sobre mesa de trabajo	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	●	Extender mantilla sobre mesa de trabajo
	Tomar regla	●	□	←	▷	▽	0.25	-	▽	▷	←	□	○	Esperar a que mano izquierda se desocupe
	Medir mantilla	●	□	←	▷	▽	21.20	21.20	▽	▷	←	□	●	Medir mantilla
	Tomar cuchilla y cortar	●	□	←	▷	▽	15.00	15.00	▽	▷	←	□	○	Sostener regla sobre mantilla
	Tomar mantillas y enrollar	●	□	←	▷	▽	1.00	1.00	▽	▷	←	□	●	Tomar mantilla y enrollar
	Sotar mantilla	●	□	←	▷	▽	0.10	0.25	▽	▷	←	□	●	Preposicionar mantilla para siguiente proceso
	Tomar herramientas de limpieza y limpiar	●	□	←	▷	▽	2.25	2.25	▽	▷	←	□	●	Tomar herramientas de limpieza y limpiar
	Esperar a que mano derecha se desocupe	○	□	←	▷	▽	-	1.00	▽	▷	←	□	●	Tomar mantilla cortada anteriormente
Tomar regla	●	□	←	▷	▽	0.25	-	▽	▷	←	□	○	Esperar que se desocupe mano izquierda	

Continuación de la figura 32.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS						FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 2/2								
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Medir mantilla por la mitad	●	□	←	D	▽	9.50	9.50	▽	D	←	□	●	Medir mantilla por la mitad
	Tomar cuchilla y cortar mantilla por la mitad	●	□	←	D	▽	6.50	6.25	▽	D	←	□	○	Sostener regla sobre mantilla
	Medir mantilla según formato específico	●	□	←	D	▽	65.00	65.00	▽	D	←	□	●	Medir mantilla según formato específico
	Tomar cuchilla y cortar mantilla	●	□	←	D	▽	30.63	30.63	▽	D	←	□	○	Sostener regla sobre mantilla
	Tomar mantilla y colocar sobre mesa central	●	□	←	D	▽	4.12	4.12	▽	D	←	□	●	Tomar mantilla y colocar sobre mesa central
	Tomar sellos	●	□	←	D	▽	1.12	1.11	▽	D	←	□	●	Tomar tinta
	Colocar guía de referencia en la parte trasera de mantilla	●	□	←	D	▽	15.00	15.00	▽	D	←	□	●	Colocar guía de referencia en la parte trasera de mantilla
	Colocar sello	●	□	←	D	▽	7.75	7.75	▽	D	←	□	○	Sostener mantilla
	Soltar sello	●	□	←	D	▽	0.25	0.50	▽	D	←	□	●	Soltar mantilla y tomar lapicero
	Sostener mantilla	○	□	←	D	▽	15.00	15.00	▽	D	←	□	●	Colocar información
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	D	▽	-	0.25	▽	D	←	□	●	Soltar lapicero
	20	0	1	2	2	199.725	201.065	5	2	1	0	17		

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

4.2. Proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

En el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas se observaron nueve operaciones que podían ser eliminados, cambiados o combinados.

Se empezó colocando la herramienta por utilizar en cada área de trabajo evitando el traslado al área de herramienta y equipo. Se agregó la operación de colocar las mantillas sobre burro metálico posteriormente de ser limpiadas las orillas de las mantillas en la mesa central para luego ser trasladadas al área de

envarillamiento. Se eliminó la operación de limpiar ranuras de las barras metálicas/aluminio considerando que esta operación deberá ser efectuadas en tiempo de ocio de los operarios para empaquetar según cantidad de lotes por fabricar y tener disponibilidad al envarillar.

El encargado de mantillas ya no deberá limpiar orillas de mantillas luego de ser envarilladas, en cambio deberá pasar inmediatamente al auxiliar para que sea este operario quien realice dicha actividad. Este cambio se realizó ya que se perdía bastante tiempo en limpiar las orillas de mantillas para retirar exceso de pegamento (las mantillas se limpiaban un total de tres veces).

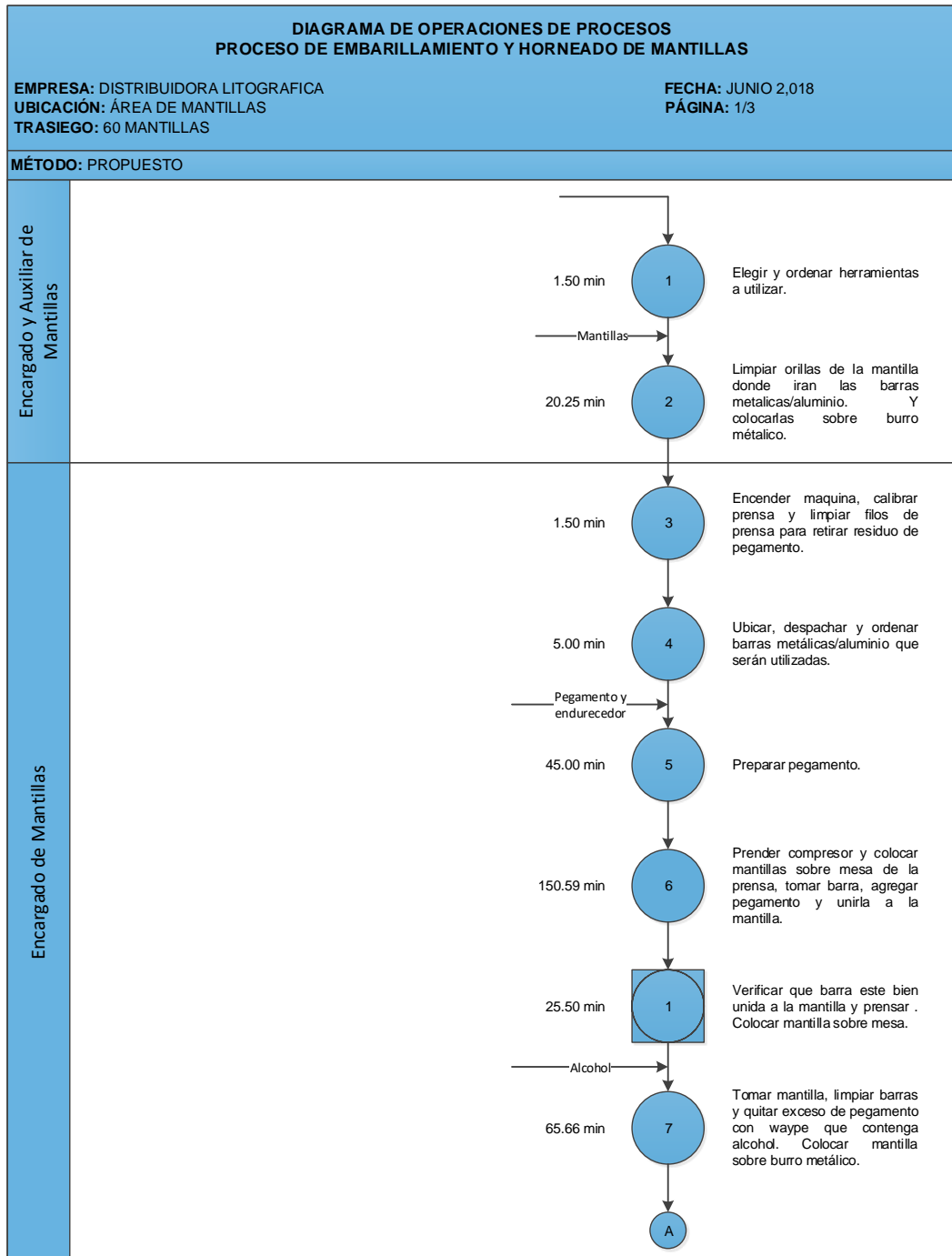
Se eliminó la demora de esperar que mantillas se enfriaran sobre el burro metálico, ahora se deben colocar las mantillas en la mesa central a manera de que estas se enfríen en menor tiempo posible.

Se eliminaron las operaciones de limpiar mantillas y agregar DB-15 del proceso de envarillamiento debido a que se realizará de primero la prueba de resistencia para determinar si las mantillas cumplen con el nivel de calidad, reduciendo tiempo y operaciones innecesarias al momento de que las mantillas no cumplan con la calidad requerida. Con estas mejoras los diagramas de operaciones, flujo, de recorrido y bimanual quedaron de la siguiente manera:

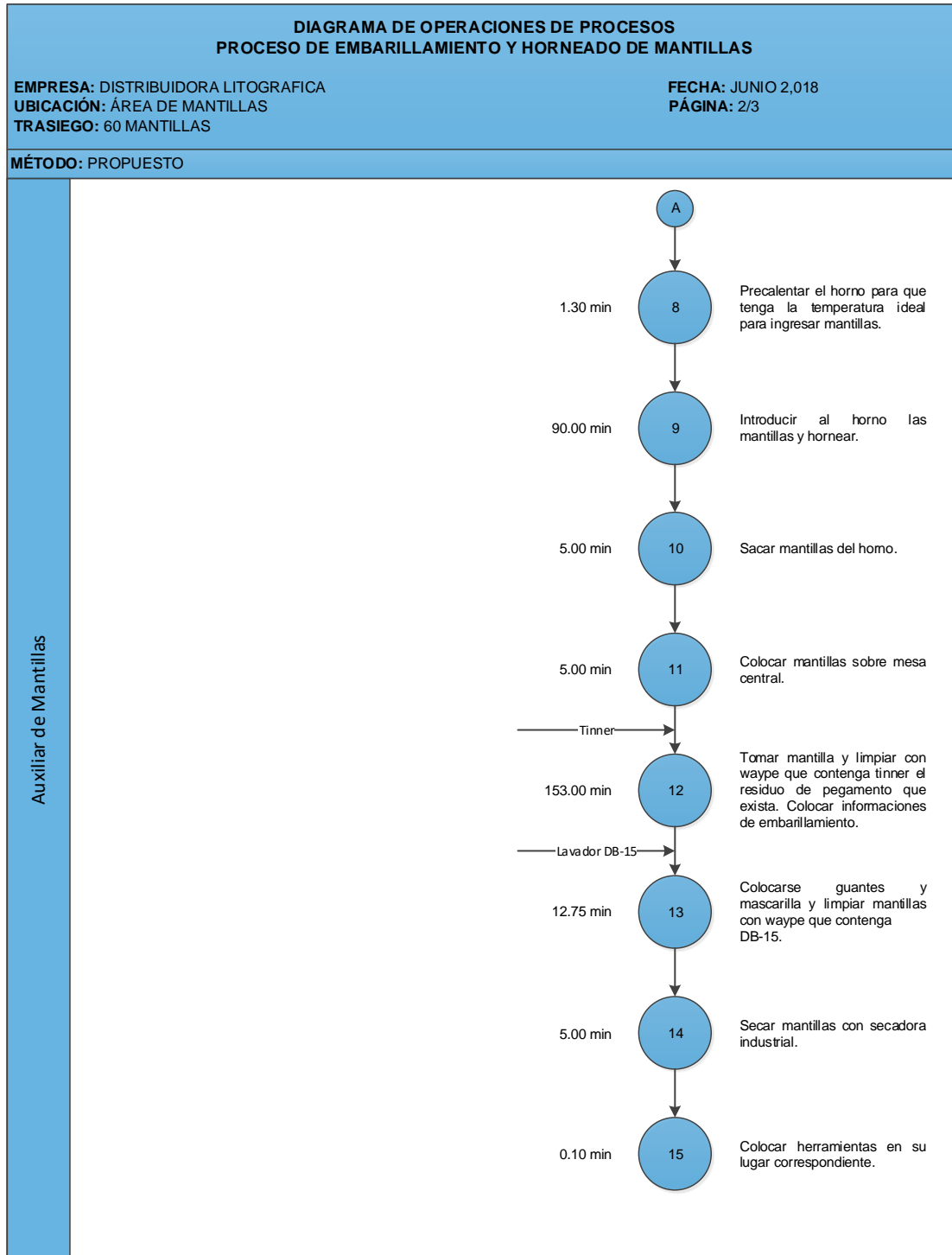
4.2.1. Diagrama de operaciones

A continuación, se muestra el diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.




Figura 33. Diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas



Continuación de la figura 33.



Continuación de la figura 33.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS					
PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS					
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA			FECHA: JUNIO 2,018		
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS			PÁGINA: 3/3		
TRASIEGO: 60 MANTILLAS					
MÉTODO: PROPUESTO					
Resumen	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	SIMBOLO	MEDICIÓN Y CORTE DE MANTILLAS		
			No.	TIEMPO	DISTANCIA
	Operación		15	390.80 min	-
	Inspección		0	-	-
	Combinada		1	25.50 min	-
TOTAL		16	416.30 min	-	

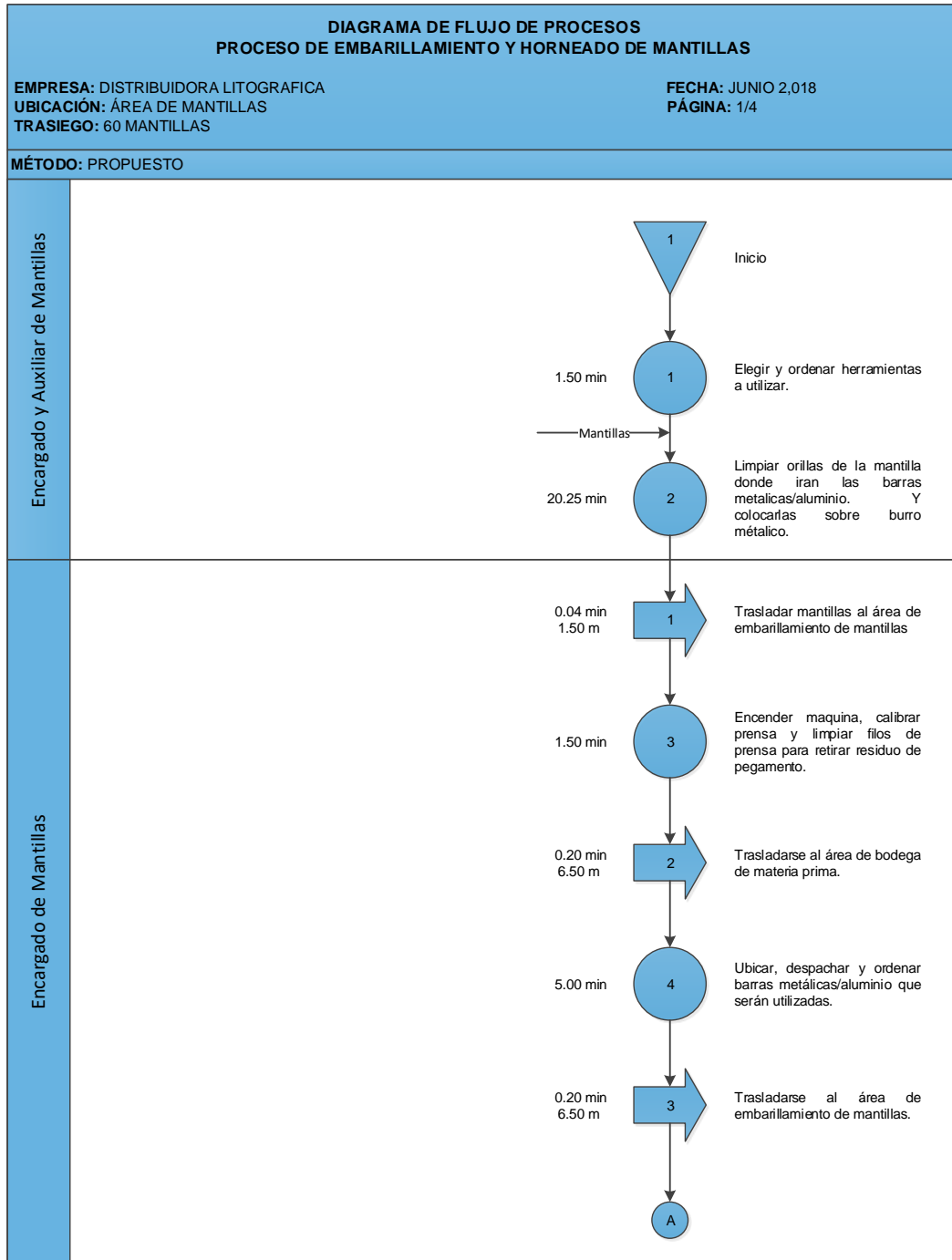
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Se redujo el tiempo del proceso de operación de 655,80 minutos a 416,30 minutos. Una diferencia de 239,50 minutos.

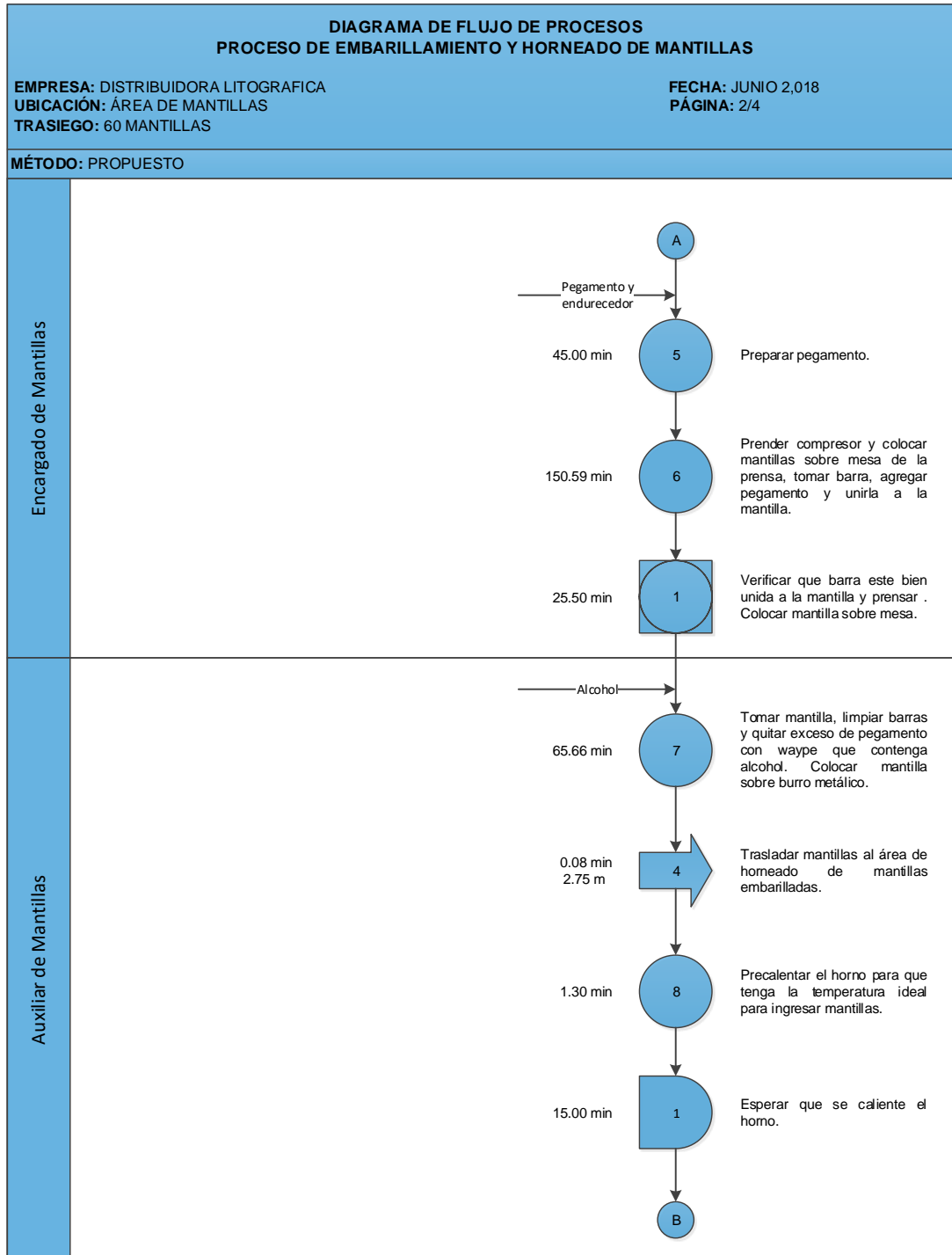
4.2.2. Diagrama de flujo

A continuación, se muestra el diagrama de procesos propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

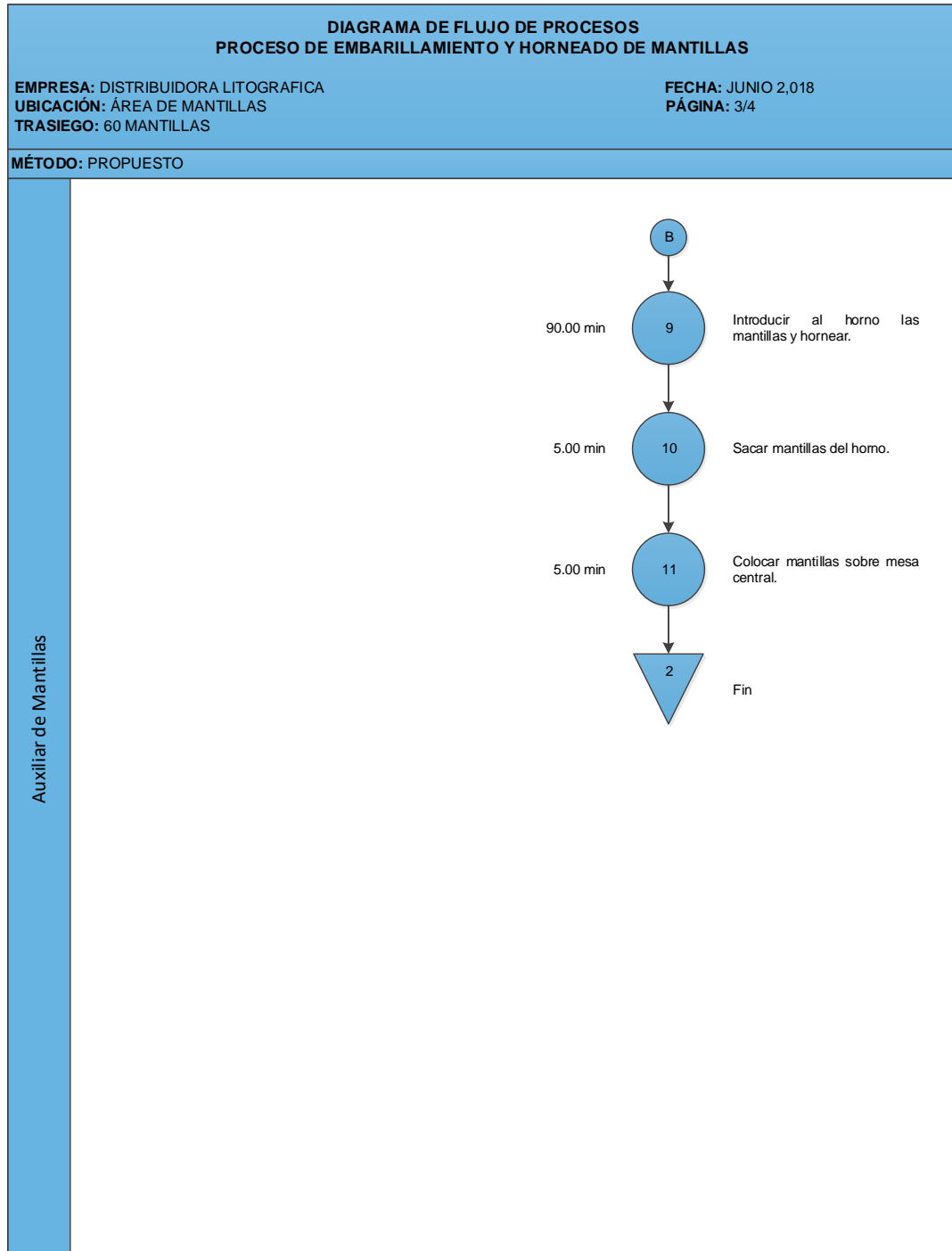
Figura 34. Diagrama de flujo de procesos propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas









Continuación de la figura 34.



Continuación de la figura 34.



Continuación de la figura 34.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS					
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS			FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 4/4		
MÉTODO: PROPUESTO					
Resumen	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	SIMBOLO	EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS		
			No.	TIEMPO	DISTANCIA
	Operación		11	390.80 min	-
	Inspección		0	-	-
	Demora		1	15.00 min	-
	Transporte		4	0.52 min	17.25 m
	Almacenar		2	-	-
	Combinada		1	25.50 min	-
TOTAL		19	431.82 min	17.25 m	

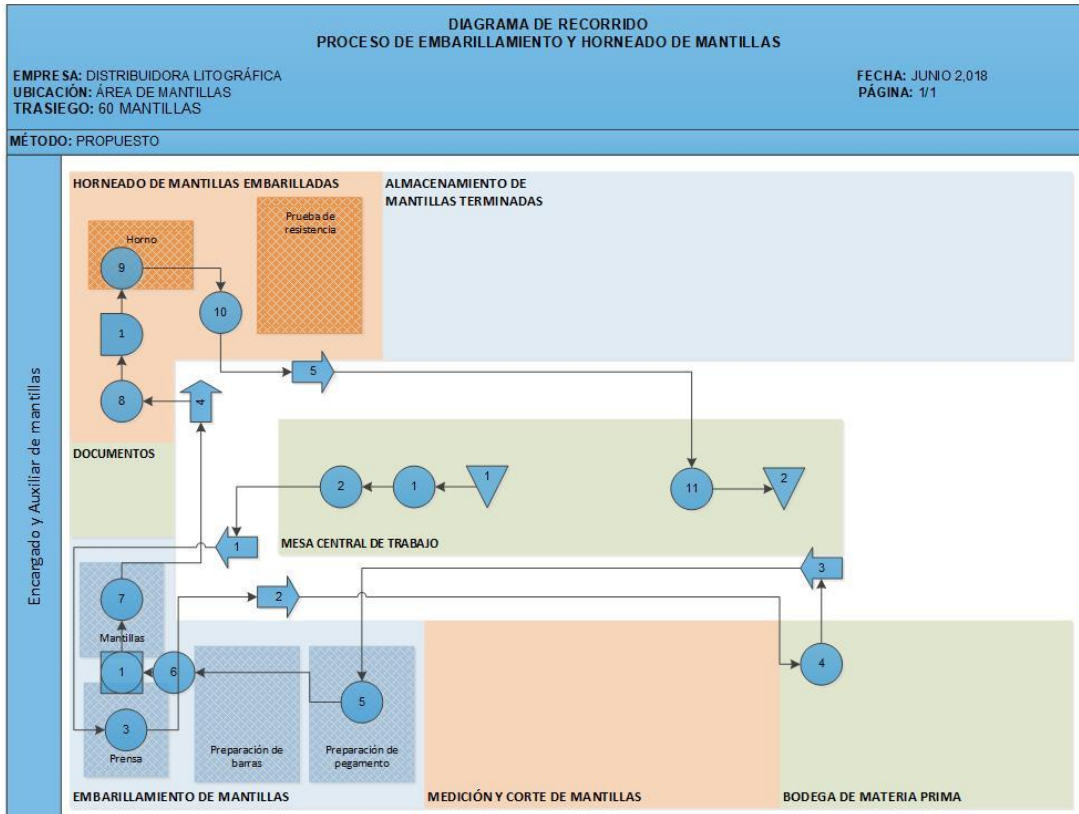
Fuente. elaboración propia, empleando Visio Professional.

Se redujo el tiempo del proceso de flujo de 692,11 minutos a 431,82 minutos. Una diferencia de 260,29 minutos.

4.2.3. Diagrama de recorrido

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

Figura 35. Diagrama de recorrido propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

4.2.4. Diagrama de bimanual

A continuación, se muestra el diagrama de bimanual propuesto e impuesto del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

Figura 36. Diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 1/3				
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Tomar herramientas	●	□	←	D	▽	0.75	0.75	▽	D	←	□	●	Tomar herramientas
	Tomar mantilla	●	□	←	D	▽	4.00	4.00	▽	D	←	□	●	Tomar waype
	Sostener mantilla	○	□	←	D	▽	1.00	1.00	▽	D	←	□	●	Limpiar orilla de mantilla
	Colocar mantilla sobre burro metálico	●	□	←	D	▽	5.12	5.13	▽	D	←	□	●	Colocar mantilla sobre burro metálico
	Trasladar mantillas al área de embarillamiento	○	□	←	D	▽	0.02	0.02	▽	D	←	□	○	Trasladar mantillas al área de embarillamiento
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	D	▽	-	0.05	▽	D	←	□	●	Presionar botón de encendido de máquina
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	D	▽	-	1.00	▽	D	←	□	●	Tomar vernier y calibrar
	Soltar vernier	●	□	←	D	▽	0.05	0.05	▽	D	←	□	●	Soltar vernier
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	D	▽	-	0.35	▽	D	←	□	●	Tomar waype y limpiar fillos de máquina prensadora
	Tomar barras metálicas/aluminio	●	□	←	D	▽	1.25	1.25	▽	D	←	□	●	Tomar barras metálicas/aluminio
	Mover barras metálicas/aluminio	○	□	←	D	▽	0.20	0.20	▽	D	←	□	○	Mover barras metálicas/aluminio
	Soltar barras metálicas/aluminio	●	□	←	D	▽	1.25	1.25	▽	D	←	□	●	Soltar barras metálicas/aluminio
	Tomar tapa de pegamento	●	□	←	D	▽	0.10	0.10	▽	D	←	□	●	Tomar pegamento
Abrir pegamento	●	□	←	D	▽	0.50	0.50	▽	D	←	□	○	Sostener pegamento	

Continuación de la figura 36.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS						FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 2/3								
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda				Tiempo (min)		Mano Derecha							
	Tomar pegamento necesario con paleta						8.00	8.00						Sostener pegamento
	Sostener paleta con pegamento necesario						3.00	3.00						Soltar pegamento y tomar recipiente
	Introducir pegamento en recipiente						9.90	9.90						Sostener recipiente
	Ajustar recipiente en compresor						1.00	1.00						Ajustar recipiente a compresor
	Esperar a que se desocupe mano derecha						-	0.50						Presionar botón de encendido máquina
	Tomar mantilla						10.00	10.00						Tomar recipiente con pegamento
	Sostener mantilla						15.00	15.00						Agregar pegamento a orilla de la mantilla
	Sostener mantilla						6.00	6.00						Tomar barra metálica/aluminio
	Ensamblar mantilla con barra y verificar						56.79	56.79						Ensamblar mantilla con barra y verificar
	Sostener mantilla						32.83	32.83						Tomar waype y limpiar orilla de mantilla
	Mover mantillas área de homeado						0.04	0.04						Mover mantillas área de homeado
	Soltar mantilla						2.00	3.00						Preposicionar mantilla
Esperar a que mano derecha se desocupe						-	1.30						Presionar botón de encendido de máquina	
Tomar mantilla e introducir al horno						5.00	5.00						Tomar mantilla e introducir al horno	

Continuación de la figura 36.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE EMBARILLAMIENTO Y HORNEADO DE MANTILLAS													
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA UBICACION: AREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: JUNIO 2,018 PAGINA: 3/3			
MÉTODO: PROPUESTO													
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha					
	Descansar manos mientras hornea	○	□	←	⬇	45.00	45.00	⬇	⬇	←	□	○	Descansar manos mientras hornea
	Sacar mantillas del horno	●	□	←	⬇	2.50	2.50	⬇	⬇	←	□	●	Sacar mantillas del horno
	Colocar mantillas sobre mesa central	●	□	←	⬇	2.50	2.50	⬇	⬇	←	□	●	Colocar mantillas sobre mesa central
						213.80	218.02						

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

4.3. Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

En el proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas se observaron cinco operaciones que podían ser eliminados, cambiados o combinados.

Se empezó colocando la herramienta por utilizar en cada área de trabajo evitando el traslado al área de herramienta y equipo. Se eliminó la operación de colocar la máquina probadora de tensión sujeta con la prensa tipo C, ya que

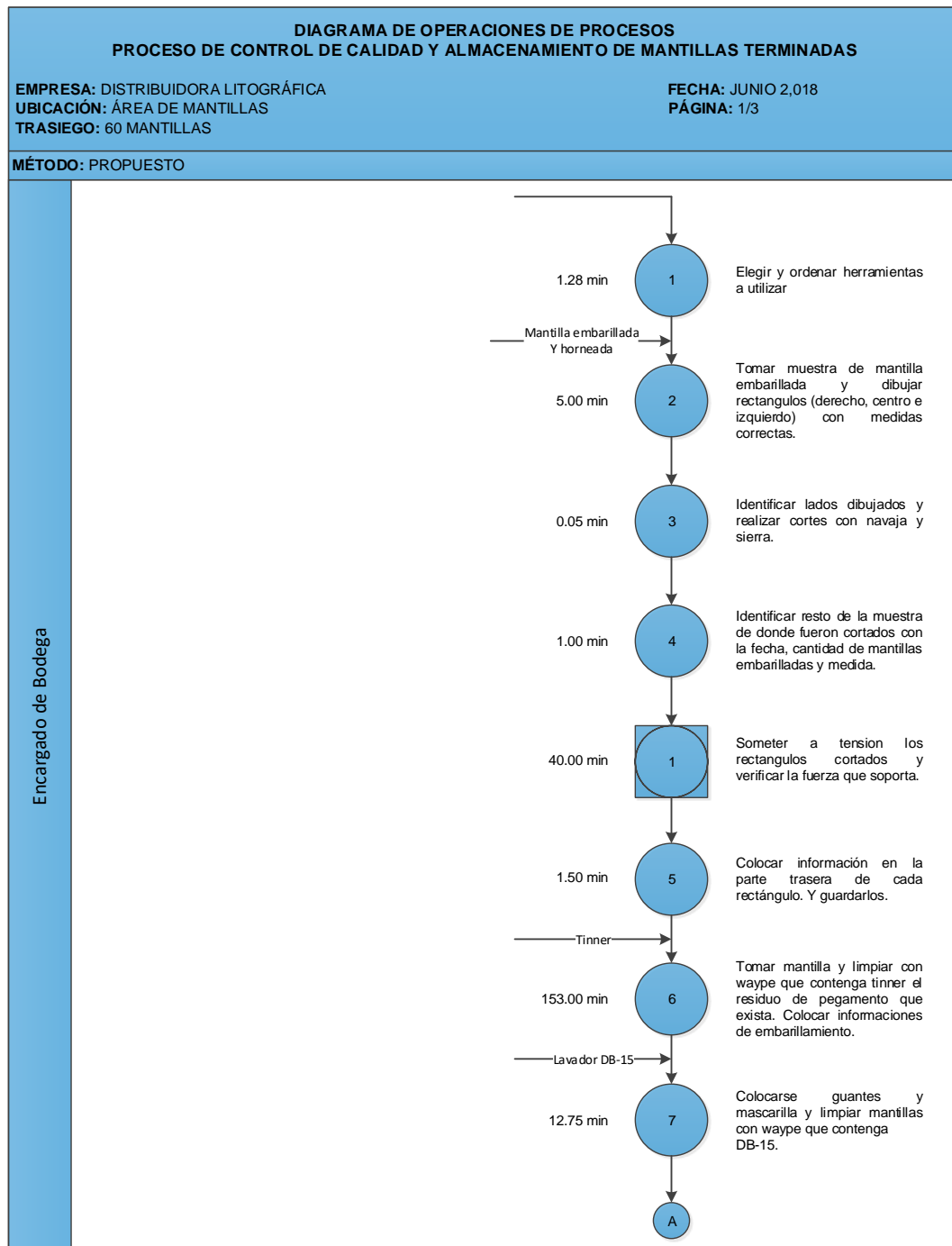
se asignó un área específica para efectuar esta operación. Se agregaron las operaciones que pertenecían al proceso de envarillamiento y horneado, esto con la finalidad de no realizar ninguna operación hasta no haber superado la prueba de tensión como garantía de calidad de la mantilla envarillada. Estas operaciones corresponden a la limpieza de las mantillas con tiner para eliminar completamente el residuo del pegamento seco y posteriormente limpiarlas con lavador de mantillas DB-15. Se implementó una secadora industrial que permitiera el secado de las mantillas en menor tiempo.

Los pedazos de cinta adhesiva que se colocaban en las esquinas de las mantillas las cuales evitaban que las barras metálicas/aluminio dañaran el caucho fueron cambiadas por esquineras de hule para que fueran más fáciles de colocar y, a la vez, fueran reutilizables para los demás lotes fabricados. Con estas mejoras los diagramas de operaciones, flujo, de recorrido y bimanual quedaron de la siguiente manera:

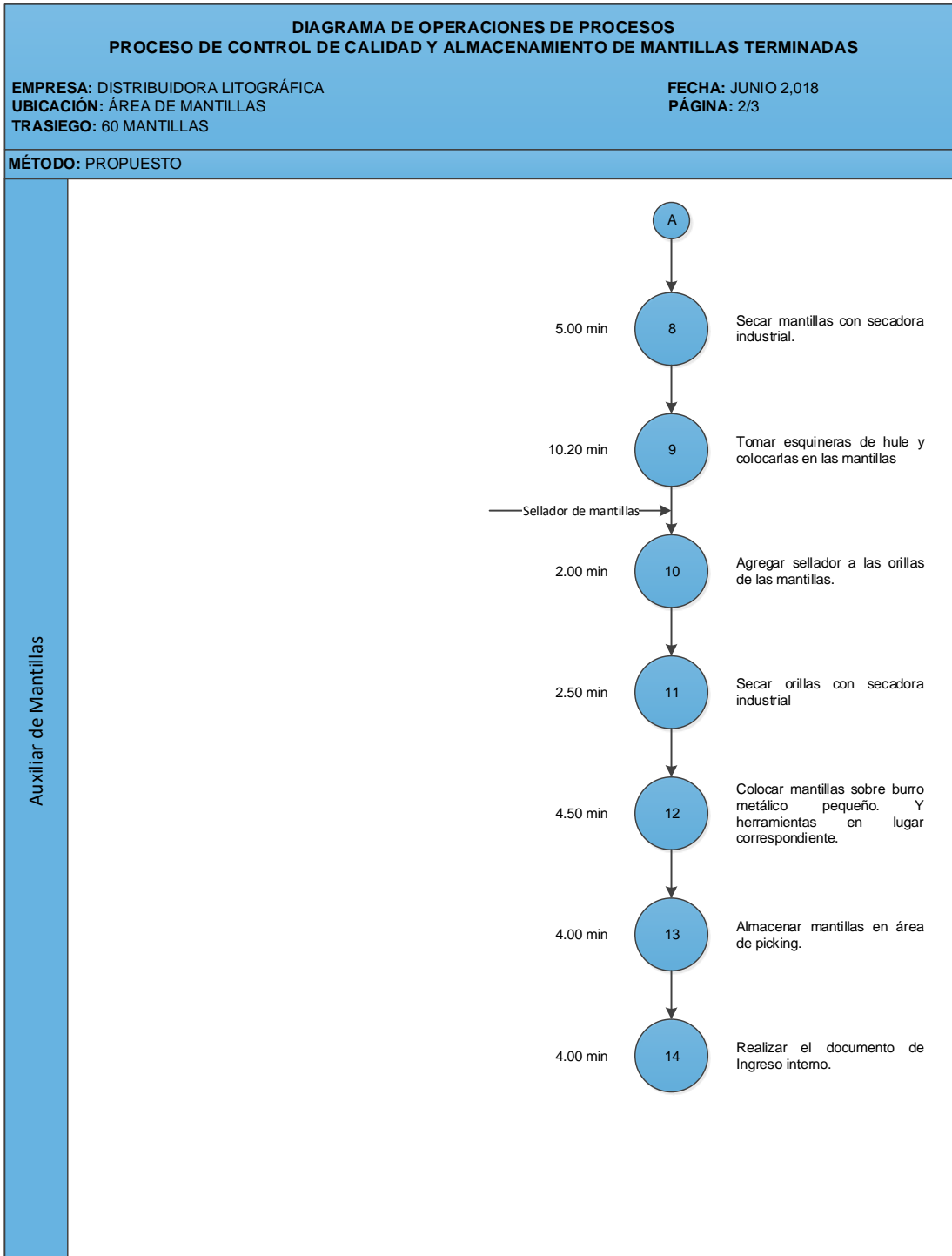
4.3.1. Diagrama de operaciones

A continuación, se muestra un diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas.




Figura 37. Diagrama de operaciones de procesos propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas



Continuación de la figura 37.



Continuación de la figura 37.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS					
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS					
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA			FECHA: JUNIO 2,018		
UBICACION: AREA DE MATILLAS			PAGINA: 3/3		
TRASIEGO: 60 MANTILLAS					
METODO: PROPUESTO					
Resumen	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	SIMBOLO	CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO		
			No.	TIEMPO	DISTANCIA
	Operación		13	204.78 min	-
	Inspección		0	-	-
	Combinada		1	40.00 min	-
TOTAL		14	244.78 min	-	

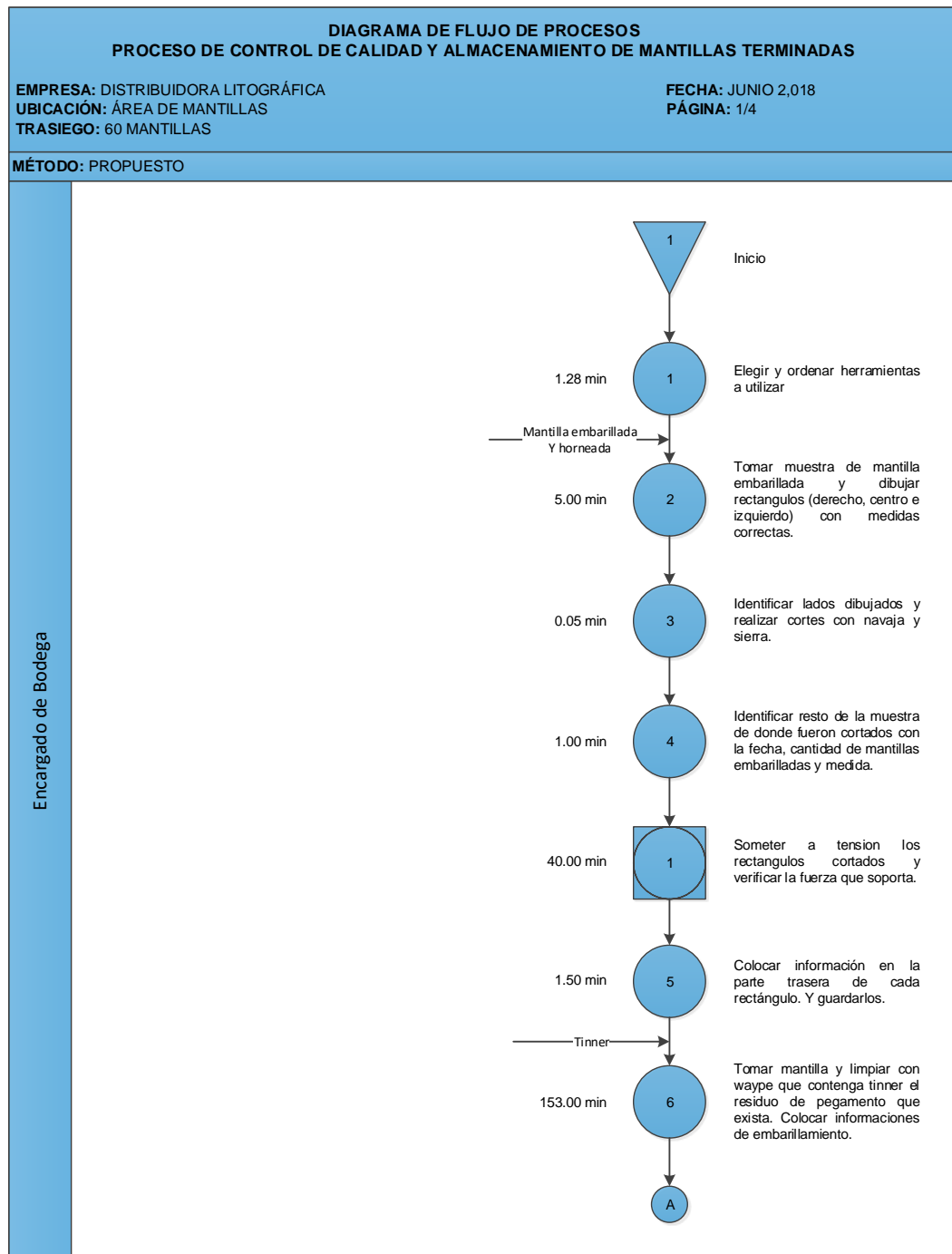
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Se aumentó el tiempo del proceso de operación de 78,20 minutos a 244,78 minutos. Un aumento de 166,58 minutos es justificado por los procesos agregados correspondientes del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

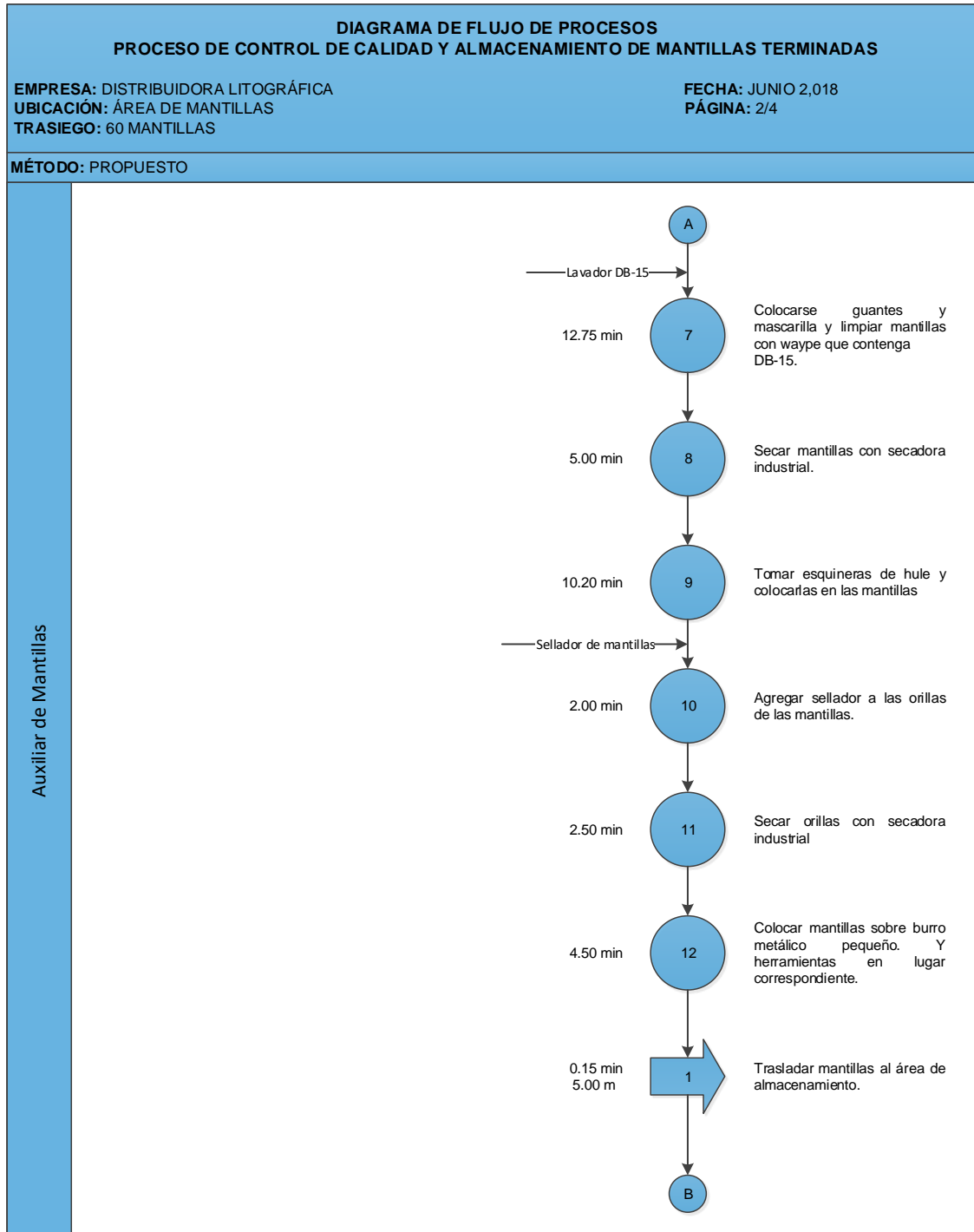
4.3.2. Diagrama de flujo

A continuación, se muestra un diagrama de operaciones propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas.

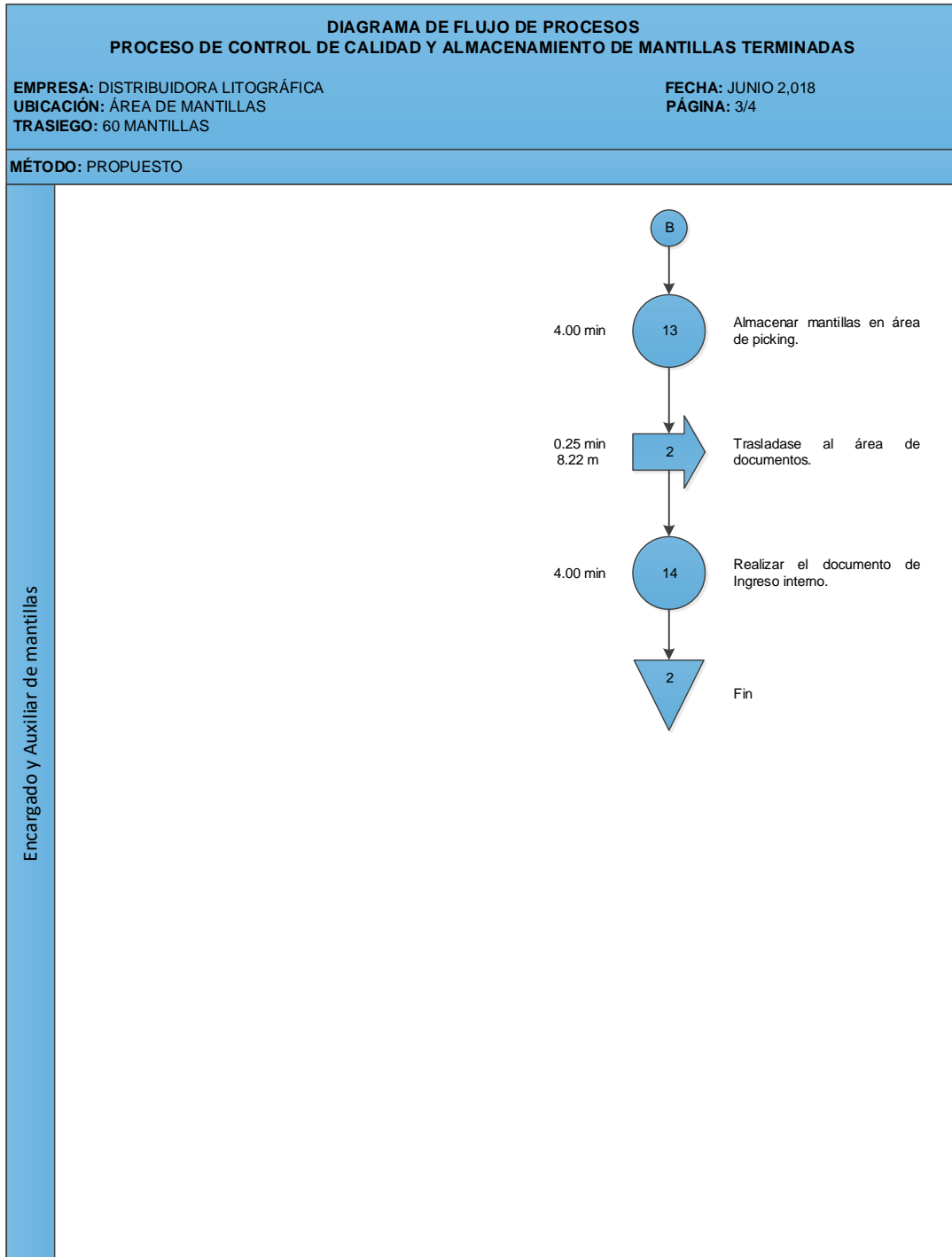
Figura 38. Diagrama de flujo de operaciones propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas









Continuación de la figura 38.



Continuación de la figura 38.



Continuación de la figura 38.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS					
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS					
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRAFICA			FECHA: JUNIO 2,018		
UBICACIÓN: ÁREA DE MATILLAS			PÁGINA: 4/4		
TRASIEGO: 60 MANTILLAS					
MÉTODO: PROPUESTO					
Resumen	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	SIMBOLO	CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO		
			No.	TIEMPO	DISTANCIA
	Operación		13	206.78 min	-
	Inspección		0	-	-
	Demora		0	-	-
	Transporte		2	0.40 min	13.22 m
	Almacenar		2	-	-
Combinada		1	40.00 min	-	
TOTAL			18	247.18 min	13.22 m

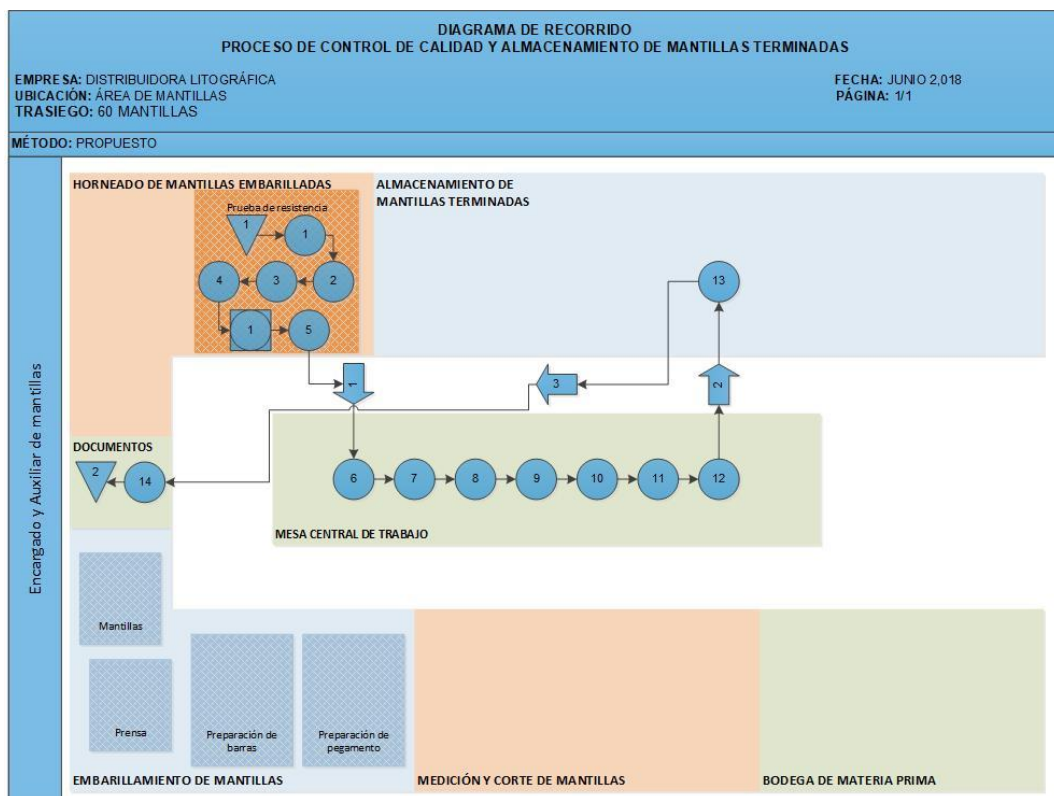
Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Se aumentó el tiempo del proceso de flujo de 84,03 minutos a 247,18 minutos. Un aumento de 163,15 minutos es justificado por los procesos agregados correspondientes del proceso de envarillamiento y horneado de mantillas.

4.3.3. Diagrama de recorrido

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas.

Figura 39. **Diagrama de recorrido del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

4.3.4. Diagrama de bimanual

A continuación, se muestra el diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas.

Figura 40. Diagrama bimanual propuesto e implementado del proceso de control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA						FECHA: JUNIO 2,018								
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS						PÁGINA: 1/4								
TRASIEGO: 60 MANTILLAS														
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.28	▽	▷	←	□	○	Buscar herramientas
	Tomar herramientas	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	●	Tomar herramientas
	Tomar muestra de mantilla	●	□	←	▷	▽	0.25	0.25	▽	▷	←	□	●	Tomar muestra de mantilla
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.10	0.10	▽	▷	←	□	○	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	2.15	2.15	▽	▷	←	□	○	Dibujar rectángulos sobre muestra de mantilla
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.01	0.01	▽	▷	←	□	○	Soltar lapicero y tomar navaja
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.01	0.01	▽	▷	←	□	○	Soltar navaja y tomar sierra
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.01	0.01	▽	▷	←	□	○	Cortar barras metálicas/aluminio
	Soltar restos de mantilla y tomar muestra de mantilla	●	□	←	▷	▽	0.05	0.05	▽	▷	←	□	●	Soltar sierra y tomar muestra de mantilla
	Soltar muestra de mantilla y tomar restos de mantilla	●	□	←	▷	▽	0.20	0.20	▽	▷	←	□	●	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.25	0.25	▽	▷	←	□	○	Colocar información de lote fabricado y soltar lapicero
	Tomar muestra de mantilla No.1	●	□	←	▷	▽	0.20	0.20	▽	▷	←	□	●	Tomar muestra de mantilla No. 1
	Sujetar muestra de mantilla No. 1 a máquina	○	□	←	▷	▽	1.50	1.50	▽	▷	←	□	○	Sujetar muestra de mantilla No. 1 a máquina
	Soltar muestra de mantilla No. 1 y sujetar máquina probadora de tensión	●	□	←	▷	▽	0.40	8.08	▽	▷	←	□	●	Soltar muestra de mantilla No.1 y someter muestra a tensión

Continuación de la figura 40.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 2/4				
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Soltar máquina probadora de tensión	●	□	←	▷	▽	0.05	0.50	▽	▷	←	□	●	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.20	▽	▷	←	□	●	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.50	▽	▷	←	□	●	Verificar en máquina, la tensión soportada
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.28	▽	▷	←	□	●	Colocar información de tensión soportada y soltar lapicero
	Tomar muestra de mantilla No. 2	●	□	←	▷	▽	0.20	0.70	▽	▷	←	□	○	Mover muestra de mantilla No. 1 a caja almacenadora
	Sujetar muestra de mantilla No. 2 a máquina	○	□	←	▷	▽	1.50	1.50	▽	▷	←	□	○	Sujetar muestra de mantilla No. 2 a máquina
	Sujetar máquina probadora de tensión	●	□	←	▷	▽	0.40	8.03	▽	▷	←	□	●	Someter muestra de mantilla No.2 a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	●	□	←	▷	▽	0.05	0.50	▽	▷	←	□	●	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.20	▽	▷	←	□	●	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.78	▽	▷	←	□	○	Verificar en máquina, la tensión soportada colocar información y soltar lapicero
	Tomar muestra de mantilla No. 3	●	□	←	▷	▽	0.20	0.70	▽	▷	←	□	○	Mover muestra de mantilla No. 2 a caja almacenadora
	Soltar muestra de mantilla No. 3	●	□	←	▷	▽	0.05	0.20	▽	▷	←	□	●	Tomar muestra de mantilla No. 3
	Sujetar muestra de mantilla No. 3 a máquina	○	□	←	▷	▽	1.20	1.20	▽	▷	←	□	○	Sujetar muestra de mantilla No. 3 a máquina
	Soltar muestra de mantilla No. 3	●	□	←	▷	▽	0.11	0.10	▽	▷	←	□	●	Soltar muestra de mantilla No. 3

Continuación de la figura 40.

DIAGRAMA BIMANUAL														
PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA										FECHA: JUNIO 2, 018				
UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS										PÁGINA: 3/4				
TRASIEGO: 60 MANTILLAS														
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Sujetar máquina probadora de tensión	○	□	←	▷	▽	0.40	8.03	▽	▷	←	□	●	Someter muestra de mantilla No. 3 a tensión
	Soltar máquina probadora de tensión	●	□	←	▷	▽	0.05	0.45	▽	▷	←	□	●	Desatornillar para liberar muestra de mantilla
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.20	▽	▷	←	□	●	Soltar muestra de mantilla y tomar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.78	▽	▷	←	□	○	Verificar en máquina, la tensión soportada, colocar información y soltar lapicero
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	0.60	▽	▷	←	□	○	Mover muestra de mantilla No. 3 a caja almacenadora
	Tomar mantilla con barra	●	□	←	▷	▽	5.00	3.00	▽	▷	←	□	●	Tomar waype que tenga tinner
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	60.50	60.50	▽	▷	←	□	●	Limpiar exceso de pegamento seco
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	10.00	10.00	▽	▷	←	□	●	Colocar información de embaillamiento y horneado
	Soltar mantilla con barra	●	□	←	▷	▽	2.00	2.00	▽	▷	←	□	●	Soltar mantilla con barra
	Tomar y colocarse guantes	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	●	Tomar y colocarse guantes
	Tomar DB-15	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	●	Tomar waype
	Tomar mantilla	○	□	←	▷	▽	5.00	5.75	▽	▷	←	□	●	Limpiar mantilla con waype
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	●	Soltar mantilla y tomar secadora
Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	1.50	1.50	▽	▷	←	□	●	Secar mantilla con secadora industrial	

Continuación de la figura 40.

DIAGRAMA BIMANUAL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD Y ALMACENAMIENTO DE MANTILLAS TERMINADAS														
EMPRESA: DISTRIBUIDORA LITOGRÁFICA UBICACIÓN: ÁREA DE MANTILLAS TRASIEGO: 60 MANTILLAS										FECHA: JUNIO 2,018 PÁGINA: 4/4				
MÉTODO: PROPUESTO														
Encargado y Auxiliar de mantillas	Mano Izquierda					Tiempo (min)		Mano Derecha						
	Soltar mantilla	●	□	←	▷	▽	0.50	0.50	▽	▷	←	□	●	Soltar secadora
	Esperar a que se desocupe mano derecha	○	□	←	▷	▽	-	2.20	▽	▷	←	□	●	Tomar esquinas de hule
	Tomar mantilla	●	□	←	▷	▽	5.00	5.00	▽	▷	←	□	●	Colocar esquinas de hule en mantillas
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.25	0.25	▽	▷	←	□	●	Tomar sellador de mantillas
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.75	0.75	▽	▷	←	□	●	Agregar selladora de mantillas en las orillas
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.30	0.30	▽	▷	←	□	●	Soltar sellador y tomar secadora industrial
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.65	0.65	▽	▷	←	□	●	Secar orillas de mantillas
	Sostener mantilla	○	□	←	▷	▽	0.30	0.30	▽	▷	←	□	●	Soltar secadora industrial y tomar mantilla
	Colocar mantillas sobre burro metálico	●	□	←	▷	▽	1.65	1.65	▽	▷	←	□	●	Colocar mantillas sobre burro metálico
	Tomar herramientas y colocarlas en lugar correspondiente	●	□	←	▷	▽	0.30	0.30	▽	▷	←	□	●	Tomar herramientas y colocarlas en lugar correspondiente
	Mover mantillas al área de almacenamiento de producto terminado	○	□	←	▷	▽	0.075	0.075	▽	▷	←	□	○	Mover mantillas al área de almacenamiento de producto terminado
	Tomar mantilla, preposicionar y soltar en estantería	●	□	←	▷	▽	1.80	1.80	▽	▷	←	□	●	Tomar mantilla, preposicionar y soltar en estantería
	Tomar talonario de documentos de ingresos	●	□	←	▷	▽	2.13	2.12	▽	▷	←	□	●	Tomar lapicero y realizar ingreso interno de lote de mantillas
	24	-	1	10	20	108.045	139.135	3	-	4	3	45		

Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

4.4. Balance de líneas

Para que el balance de líneas fuera más claro, se calculó el tiempo estándar por unidad y esto no es más que el tiempo estándar del lote dividido dentro de 60 que es el número de lote que se fabrica.

Datos:

- Tiempo disponible por jornada laboral: 480 minutos

- Producción requerida: 60 mantillas
- Eficiencia planeada: 90 %

Cálculo índice de producción

$$IP = \frac{\text{Unidades por producir}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

$$IP = \frac{60 \text{ mantillas}}{480 \text{ minutos}} = 0,13 \text{ mantillas/min}$$

Cálculo de número de operarios teórico

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

Donde:

NO = número de operarios

TE= tiempo estándar de la pieza

IP= índice de producción

E = eficiencia planeada

Cálculo de tiempo asignado

$$TE * NO$$

Donde: NO = número de operarios

TE= tiempo estándar de la pieza

En la tabla XXX se muestra el tiempo estándar del lote de 60 unidades, tiempo estándar por unidad, unidades por minuto, número de operarios teóricos, número de operarios reales y el tiempo asignado para cada elemento.

Tabla XXX. **Balance de línea del proceso de transformación de mantillas con barras**

Act.	Actividades	Tiempo Estándar (min/ 60unid)	Tiempo estandar (min/unid)	Unidades/ minuto	Número de operarios teóricos	Número de opearios reales	Tiempo estándar asignado
Medición y corte de mantillas	1 Preparar rollo y medir y cortar mantillas a lo ancho	122.56	2.04	0.49	0.28	1	2.04
	2 Medir y cortar mantillas según formato específico	191.25	3.19	0.31	0.44	1	3.19
Embarillamiento y horneado de mantillas	1 Colocar sellos de información y preparar orillas de mantillas	110.27	1.84	0.54	0.26	1	1.84
	2 Preparar barras metálicas/aluminio y preparar pegamento	50.40	0.84	1.19	0.12	1	0.84
	3 Embarillar mantillas	176.09	2.93	0.34	0.41	1	2.93
	4 Verificar mantillas y preparar horno	92.04	1.53	0.65	0.21	1	1.53
	5 Horneear mantillas:	90.00	1.50	0.67	0.21	1	1.50
Control de calidad y almacenamiento de mantillas terminadas	1 Identificar muestras y someter a tensión	48.83	0.81	1.23	0.11	1	0.81
	2 Remover pegamento seco y limpiar mantillas	153.00	2.55	0.39	0.35	1	2.55
	3 Agregar lavador DB-15 de mantillas, alistar mantillas y almacenarlas	45.35	0.76	1.32	0.10	1	0.76
		1079.79	18.00			9.00	

Fuente: elaboración propia.

Se determina que se necesitan nueve operarios en total para balancear la línea de producción, tomando en cuenta que en el proceso de horneear mantillas se coloca un operario, pero en realidad no se necesita de ninguna persona ya

que este proceso es mediante una máquina de horno. Y se muestra que la medición y corte de mantillas en el formato específico es la operación más tardía, por lo tanto, este será el tiempo dictador.

4.5. Eficiencia teórica

Cálculo de la eficiencia teórica

$$E = \frac{\Sigma \text{Minutos estándar por operación}}{\text{Minutos estándar asignados X Número de operarios total}} \times 100$$

$$E = \frac{18 \text{ minutos}}{3,19 \text{ minutos} \times 9 \text{ operarios}} \times 100$$

$$E = 62,73 \%$$

La eficiencia teórica aumento de un 38 % a un 62,73 %.

4.6. Producción y productividad teórica que se debe alcanzar

La producción teórica por jornada es:

$$\text{Producción diaria teórica} = \frac{\text{No de la operación más lenta X tiempo disponible del un operador}}{\text{TE de la operación más lenta}}$$

$$\text{Producción diaria teórica} = \frac{1 \text{ operario X } 480 \text{ minutos}}{3,19 \text{ minutos}}$$

$$\text{Producción diaria actual} = 150,59 \text{ mantillas}$$

La producción mensual teórica es:

$$\text{Producción mensual} = 150,59 \text{ mantillas} \times 22 \text{ días} = 3\,310 \text{ mantillas}$$

La producción mensual aumento significativamente 2 801 mantillas.

Para determinar la productividad teórica se establece el rendimiento por hora y esto no es más que las unidades mínimas que se fabrican por hora en el proceso de medición y corte de mantillas según formato específico, ya que esta es la operación con el tiempo controlado.

La productividad teórica es:

$$\text{Productividad teórica} = \text{rendimiento por hora} \times \Sigma NO$$

$$\text{Productividad teórica} = \left(0,31 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} \right) * 9 \text{ operarios}$$

$$\text{Productividad actual} = 2,09 \text{ mantilla/hora hombre}$$

La productividad teórica disminuyó un 0,81 mantillas/hora hombre pero se debe tomar en cuenta que ahora en lugar de un solo operario, serán nueve operarios que estén fabricando esta cantidad de mantillas por hora.

4.7. Costo total de mano de obra

En el cálculo de mano de obra se determinan las horas que cada personal empleará en el proceso, tomando en cuenta que deben ser supervisados por el jefe de producción, el cual dedicará una tercera parte de su tiempo en el área de mantillas. El encargado de mantillas empleará su tiempo total en el proceso

al igual que los otros nueve operarios, creando una producción en línea ininterrumpida. A continuación, se muestra el costo de mano de obra propuesto del proceso de transformación de mantillas con barras.

Tabla XXXI. **Costo de mano de obra propuesto**

Costos de mano de obra propuesto												
Puesto desempeñado	Salario Base	Bono	Total	Costo/Hr	Número de personal	Horas requeridas por fabricación de lote*	Costo de mano de obra por lote	Número de lotes fabricados al mes	Costo de mano de obra mensual	Produccion mensual de mantillas	Costo de mano de obra por mantilla	
Jefe de operaciones	Q7,000.00	Q250.00	Q7,250.00	Q30.21	1	1.06	Q 32.12	55.17	Q 1,772.22	3310	Q6.67	
Encargado de Mantillas	Q3,500.00	Q250.00	Q3,750.00	Q15.63	1	3.19	Q 49.84		Q 2,750.00			
Auxiliar de Mantillas	Q2,742.37	Q250.00	Q2,992.37	Q12.47	8	3.19	Q 318.19		Q 17,555.24			
* Las horas requeridas por fabricación de lote del jefe de operaciones es dividido entre tres porque debe distribuir sus horas totales de trabajo dentro de las áreas de bodega, mantillas y laboratorio.												

Fuente: elaboración propia.

Se pagaría una cantidad mensual de veintidós mil, setenta y siete con cuarenta y seis centavos (Q 22 077,46) por la fabricación total mensual de 3 310 mantillas divididas en 55,17 lotes de 60 mantillas cada lote.

El costo de mano de obra aumenta significativamente, pero así también aumentan los ingresos por la cantidad de mantillas fabricadas mensualmente.

4.8. **Mantenimiento de maquinaria y herramientas**

A continuación, se muestra el mantenimiento de maquinaria y herramientas.

4.8.1. Mantenimiento preventivo

El objetivo del mantenimiento preventivo es disminuir los paros de producción ocasionado por las fallas de la maquinaria o herramientas por algún desperfecto mecánico o técnico y alargar, a su vez, su vida. Al realizar estos mantenimientos se tendrán máquinas o herramientas con un porcentaje alto de confiabilidad que permitirán cumplir con la demanda de la transformación de mantillas y evitar grandes gastos en reparaciones.

Es importante tomar en cuenta que se debe ser comprometido con estos mantenimientos, cumplir con un plan de trabajo establecido en donde se especifiquen los procedimientos por seguir (paso a paso), respetando fechas y tiempos programados.

Los mantenimientos preventivos para la maquinaria y/o herramientas en la transformación de mantillas con barras son:

- Limpiar con guaipe que contenga alcohol o tiner las reglas metálicas con las que son medidas las mantillas, cada vez de finalizada la tarea en la que sea utilizada.
- Verificar cada mes que las reglas metálicas estén perfectamente derechas, asegurándose que no tenga ningún desgaste, de lo contrario, cambiarla.
- Revisar que la cuchilla de la navaja tenga filo, esté bien asegurada y no tenga la punta quebrada, sino está en buenas condiciones deberá ser cambiada inmediatamente para el perfecto funcionamiento del siguiente proceso.

- Limpiar las mesas de trabajo cada vez que se finalice alguna actividad, para que esté disponible para la siguiente tarea.
- A cada dos semanas dar mantenimiento a la secadora industrial, limpiando el filtro, inspeccionando que el orificio de ventilación no esté obstruido, y asegurándose de que no existan pérdidas de calor.
- Para la prensa tipo C, dar mantenimiento a la llave giratoria, engrasar el tornillo con aceite y verificar que esté bien sujeto a la mesa para efectuar la prueba de tensión.
- Revisar las sierras para reemplazar las hojas que ya no tengan dientes afilados.
- Limpiar vernier, cada vez que sea utilizado, con guaipe que contenga alcohol o tiner para eliminar el tacto de las manos. Y cada seis meses deberán ser desmontados sus componentes para revisión y limpieza profunda.
- Para la prensa hidráulica se deberá
 - Cada vez que se utilice: desconectar la máquina y con guaipe que contenga tiner se retirará los residuos de pegamento seco en los filos.
 - Comprobar el nivel, aspecto y temperatura del aceite de la prensa hidráulica. Verificar las líneas hidráulicas para garantizar que no halla fugas.

- Mensualmente: verificar que los filtros estén limpios de lo contrario eliminar residuos para que no existan obstrucciones. Comprobar la alineación de los filos para garantizar la calidad del prensado entre las mantillas y las barras metálicas/aluminio.
- Anualmente: cambiar el aceite y hacer los anteriores chequeos para garantizar la eficiencia de la máquina.
- Para el compresor de aire utilizado para agregar pegamento a la mantilla se dará mantenimiento al filtro de aire, extrayéndolo y limpiándolo para remover la suciedad acumulada. También será necesario verificar el nivel de aceite cada vez que se utilice y agregar si es necesario.
- Debe agregarse tiner al recipiente que guarda el pegamento para evitar que se seque y obstaculice su funcionamiento.
- Calibrar, limpiar y cuidar la balanza a diario, esto permitirá su correcto funcionamiento.
- Dar mantenimiento general al horno a cada año, este mantenimiento deberá brindarlo personal capacitado.
- Verificar que las bandas de las mascarillas no estén rotas y mantengan su elasticidad. Verificar que filtros estén limpios y que exista un sellado correcto.
- Reemplazar los guantes cada 3 meses.

4.8.2. Mantenimiento correctivo

Los mantenimientos preventivos permiten disminuir los mantenimientos correctivos, debido a que la maquinaria y herramientas deben estar en óptimas condiciones cada vez que sean transformadas las mantillas con barras.

Sin embargo, se puede presentar una emergencia en la cual sea necesario parar la producción para darle solución inmediata a dicha problemática, pero se tendrá la ventaja de que el personal estará capacitado para dar una mejor respuesta debido al mantenimiento constante que se le dará a la maquinaria o herramientas.

5. MEJORA CONTINUA

Para que la mejora continua exista en una organización se necesita integrar todo el personal de la empresa, el cual esté comprometido no solo a cumplir las funciones asignadas sino, a su vez, aportar una mejora constante en el proceso o actividad que realice en su día a día.

El objetivo de la mejora continua es proporcionar un producto de calidad al cliente final, manteniendo las eficiencias propuestas anteriormente y creando un ambiente laboral en el que los colaboradores se sientan empoderados. Por lo que la mejora continua debe empezar por la administración y posteriormente el personal técnico de la línea de producción.

5.1. Aspectos administrativos y de organización

La administración tendrá la responsabilidad de implementar, revisar, evaluar y mejorar el nuevo sistema. Este sistema de mejora continua debe tener fluidez y precisión de información entre los departamentos (administrativos y operativos) siendo indispensable que dicha información sea ordenada y transmitida dentro de los tiempos oportunos para lograr cumplir el objetivo deseado.

Los resultados serán inspeccionados con auditorías periódicas y medidas con indicadores de desempeño, los cuales proporcionarán información acerca de las eficiencias de los procesos.

La administración deberá definir las especificaciones de las salidas de los procesos enfocándose en lo que se va a entregar a los clientes, a partir de esto se buscarán las mejoras constantes en los procesos tanto administrativos como operativos. Además, se debe fomentar la cultura de la mejora continua y la participación activa de todos los colaboradores de la empresa, desechando el pensamiento de cumplir solo con lo que se le pide.

Se debe crear un ambiente confiable en el cual el personal pierda el miedo a opinar y salga de su zona de confort, para que pueda aportar ideas, las cuales puedan ser evaluadas y probadas con la finalidad de saber si funcionan para documentarlo e implementarlo.

El personal es el mejor medio en el cual se pueden encontrar soluciones a las problemáticas que puedan darse en los procesos debido a que son ellos quienes están en contacto directo día a día. Por lo que es importante empoderarlos y capacitarlos para desarrollar mejores ideas y, a la vez, tener personal calificado en cada área de trabajo de la empresa.

5.2. Aspectos técnicos y físicos en la línea de producción

Estos aspectos comprenden toda aquella actividad que permita mantener el área de trabajo en buenas condiciones, manteniendo el orden de las herramientas por utilizar en cada uno de los procesos que conforman la transformación de mantillas con barras. Pero más importante aún es el buen funcionamiento de la maquinaria, ya que de esto depende la calidad con la que serán transformadas dichas mantillas. Por lo que los operarios deben velar por llevar a cabo los mantenimientos preventivos programados en el capítulo 4, respetando las fechas y cada uno de los pasos que conforman el mantenimiento.

Los operarios deben estar preparados para dar respuesta inmediata y efectiva a los mantenimientos correctivos, mientras la problemática se encuentre dentro del campo de su conocimiento, de lo contrario se deberá llamar a personal externo capacitado.

Por último, es indispensable que se cuente con personal que tenga iniciativa para encontrar mejoras constantes en los procesos que realizan para que se pueda trabajar con un mismo objetivo el cual es brindar un producto con calidad, manteniendo las eficiencias propuestas.

5.3. Control de calidad

En el control de calidad que se debe llevar para el proceso de fabricación de mantillas con barras se establece que se deberá someterse a prueba de tensión o desgarrado las mantillas una vez que salgan del horno, si esta prueba es satisfactoria deberán proseguir con el proceso, ya que actualmente se realiza la prueba de tensión o desgarrado una vez finalizado todo el proceso, siendo esto de poca confiabilidad debido a que si en su caso llegara a fallar, ya se habrían empleado horas hombre innecesarios en la preparación final de las mantillas para ser almacenadas.

Así mismo, se deberá almacenar las pruebas de tensión o desgarrado realizado con fecha, número de *batch* y tensión soportada, para tener respaldo por cualquier reclamo de calidad.

5.4. Análisis de mejora continua

Existen diversas herramientas para implementar la mejora continua en los procesos que conforman la transformación de mantillas con barras, sin

embargo, estas fueron consideradas las más importantes, permitiendo que los procesos sean lo más eficiente posible.

- Manufactura esbelta

Es de vital importancia desechar todo aquel proceso o actividad que genera atascos, tiempos de espera o altos inventarios, teniendo como objetivo contar solamente con actividades que agreguen valor al producto.

- Sobreproducción: no hubo cambio alguno debido a que se fabrica por lote de 60 unidades, y no existe sobreproducción de mantillas con barras.
- Esperas: se lograron eliminar esperas ocasionadas por el horneado de mantillas, rediseñando el orden de las operaciones, el cual permitiera llevar a cabo la actividad de limpiar ranuras de barras metálicas para el próximo lote de transformación. También se eliminó la espera de enfriado y secado de mantillas, ya que se implementó una secadora industrial que agiliza dichas operaciones.
- Transportación: se eliminaron traslados innecesarios de los operarios, los cuales debían dirigirse a un área general para seleccionar las herramientas por utilizar y luego de ser usadas debían volver a colocarlas en el lugar correspondiente. Esto fue sustituido con la colocación de las herramientas necesarias en cada área de trabajo, señalizadas y ordenadas.
- Sobreprocesamiento: se eliminó el que existía al limpiar las orillas de las mantillas para retirar el excedente de pegamento posteriormente

a la operación de envarillado. Dejando dicha actividad solamente al auxiliar de mantillas y realizándolo solamente una vez en todo el proceso.

- Inventarios: se implementó una mejor señalización de los rollos de mantillas por utilizar a manera de respetar el sistema de inventario PEPS (primero en entrar, primero en salir), ya que existía la problemática que en algunas ocasiones se transformaban los rollos de recién ingreso.
- Movimientos: hubo bastantes eliminaciones de actividades en las cuales existía movimientos innecesarios, empezando por la manipulación excesiva de las mantillas. Las cuales colocaban sobre burros metálicos solamente para ser trasportados a otras áreas para realizar las siguientes operaciones. En cambio, se implementó una mesa central en la cual fueran colocadas todas las mantillas y en la misma posición se podrían efectuar las actividades correspondientes.
- Retrabajo: se eliminó la operación en la cual se media y cortaba la mantilla tres veces, reduciendo a solamente dos; una para medir y cortar mantilla a lo ancho y la otra para medir y cortar mantilla inmediatamente en la medida específica.

- 5'S

Esta herramienta es muy importante para implementar la disciplina constante y crear ambientes de trabajo agradables tanto para el personal que pasa el mayor tiempo en el área como para el personal que se dirige ocasionalmente al lugar. A pesar de la resistencia al cambio por parte de los

operarios, la herramienta de las 5'S brinda un ambiente seguro, limpio y ordenado de trabajo el cual se ve reflejado al tener una mayor productividad.

Se seleccionó todo aquello que era necesario como maquinaria, herramientas y papelería utilizada en los procesos de transformación de mantillas con barras y todo lo demás como herramientas en mal estado, desperdicios deteriorados de mantillas, producto no perteneciente al área, mantillas en mal estado, inventario viejo y discontinuado, papelería innecesaria y repuestos de la maquinaria que no fue utilizado. Se desechó para que no ocupara más espacio en el área de mantillas.

Posteriormente, fue ordenada toda aquella maquinaria, herramienta y papelería, según la necesidad de utilidad, evaluando si se usaba cada año, mes, semana, día u hora y colocándolo a la mayor proximidad y disposición del personal. Establecido esto se realizaron reglamentos internos, señalizaciones de la maquinaria y herramienta, y estandarización de los procesos mediante los diagramas de operaciones, flujo y recorrido.

Una vez ordenadas las áreas de trabajo se procedió a la limpieza general del área de mantillas y se calendarizaron las actividades de limpieza incluyendo al personal responsable. Fomentando la limpieza rápida luego de cada operación realizada y limpieza general una vez terminado el proceso de transformación de mantillas con barras. Este aspecto de limpieza debe mantenerse ya que se genera mucho desperdicio o sobrado de mantillas luego de ser medidas y cortadas.

Se asignará una persona por estación de trabajo que vele por el cumplimiento del reglamento interno, motivando al personal a mantener las áreas limpias y ordenadas como lo establecido en las primeras 3'S. Las áreas

de trabajo deberán permanecer limpias y ordenadas ya que se consideran estos tiempos dentro de los diagramas de operaciones, flujo y recorrido, por lo que no existirán excusas para no hacerlo. Una vez estandarizados los procesos se formará un hábito diario.

Y, finalmente, se realizarán controles periódicos y visitas sorpresas en donde se determinará si el personal está cumpliendo y aportando una mejora continua a cada una de las actividades que realizan día a día. De lo contrario deberá haber sanciones o llamadas de atención para que puedan ser disciplinados con lo establecido.

- Mantenimiento totalmente productivo: para implementar este sistema se programaron los mantenimientos preventivos a la maquinaria y herramienta que es utilizada en el proceso de transformación de mantillas con barras y se pretende capacitar aún más al personal para tener respuesta rápida, eficaz y positiva, en los mantenimientos correctivos. Sin duda se ha de mejorar cada una de las categorías en la que se basa este sistema: disponibilidad, desempeño y calidad.

Sin duda alguna la participación del personal es primordial en esta mejora continua, debido a que son ellos los que tienen conocimiento del funcionamiento y estado de su maquinaria y herramientas. Por lo que se empezó por detectar cuáles eran las principales deficiencias y en base a esto se empezó a corregir. Sin embargo, falta mejorar por parte de la administración el apoyo a este sistema debido a que no adoptan al ciento por ciento a idea de que el mantenimiento preventivo no es un gasto sino una herramienta indispensable para mejorar las utilidades y la calidad de producto.

6. IMPACTO AMBIENTAL

Hoy día se fabrican diversos productos de consumo diario (básicos, complementarios, sustitutos), todos ellos, producidos con recursos naturales y artificiales, por lo que afectan grandemente el ambiente. En las empresas, cualquiera que sea el producto, existen residuos de la materia prima utilizada y de servicios de mantenimiento por ello debe existir un plan de desecho que contribuya a reducir el impacto ambiental.

6.1. Generación de residuos

En la distribuidora litográfica se genera cierta cantidad de residuos que deben desecharse. En el proceso de medición y corte de mantillas los residuos existentes son: las tiras de mantillas las cuales son sobrantes de las mantillas que son cortadas a la medida específica, cuchillas de las navajas con las que son cortadas las mantillas (estas se desechan porque se quiebran las puntas o pierden el filo), el cartón en forma de rollo que sirve como base de las mantillas y el plástico que cubre la mantilla.

En el proceso de envarillamiento y horneado de mantillas los residuos son: las almohadillas de sellos, guaype utilizado en diversas operaciones para limpiar o adherir algún líquido a las mantillas con barras, los galones sobrantes al utilizar el alcohol, tiner o lavador DB-15, retazos de tela utilizados para limpieza de ranuras de barras metálicas/aluminio, restos de barras metálicas/aluminio al ser cortadas a la medida de la mantilla y aceite utilizado para el mantenimiento de la prensa y horno. En el proceso de control de calidad

y almacenamiento de mantillas los residuos son: los guantes de látex y mascarillas utilizadas para aplicar diversos líquidos a las mantillas.

6.1.1. Costos de generación de residuos

Estos costos son los necesarios para llevar a cabo el retiro de los residuos generados en el proceso de transformación de mantillas, a su destino final. Es importante tomar en cuenta todos los factores que se generan al tener residuos de los procesos y por esto se debe velar por la reducción de residuos en cada actividad. Actualmente, los costos generados para la disposición final de los residuos son menores, ya que la mayoría son desechados en el contenedor de basura y los demás son transportados por los vehículos repartidores de la empresa lo cuales se encargan de llevarlos a una recicladora.

Por tanto, solo se aporta el porcentaje del sueldo del tiempo invertido por el operario encargado de desechar los residuos dentro de la empresa el cual corresponde a quince minutos por tres veces a la semana por cuatro semanas del mes. El porcentaje del sueldo del tiempo de la persona encargada de la limpieza que realiza el embolsado final de los residuos, de igual manera, es de quince minutos por tres veces a la semana por cuatro semanas del mes y el porcentaje de la cuota del contenedor de basura que es la cuota total dividida en tres. A esto se le resta lo adquirido de la venta de los residuos reciclables. Y finalmente se muestran los costos reales en la siguiente tabla:

Tabla XXXII. **Costos generados por la disposición final de residuos del proceso de transformación de mantillas con barras**

	Costo/ hora	Costo/ 15min	Costo/ semana	Costo/ mensual
Auxiliar de Mantillas	Q 12,47	Q 3,12	Q 9,35	Q 37,40
Personal de limpieza	Q 12,47	Q 3,12	Q 9,35	Q 37,40
Mantenimiento de basura	-	-	-	Q 33,33
Venta de material reciclado	-	-	-	-Q 100,00
Total del costo				Q 8,14

Fuente: elaboración propia.

6.2. Disposición final de residuos

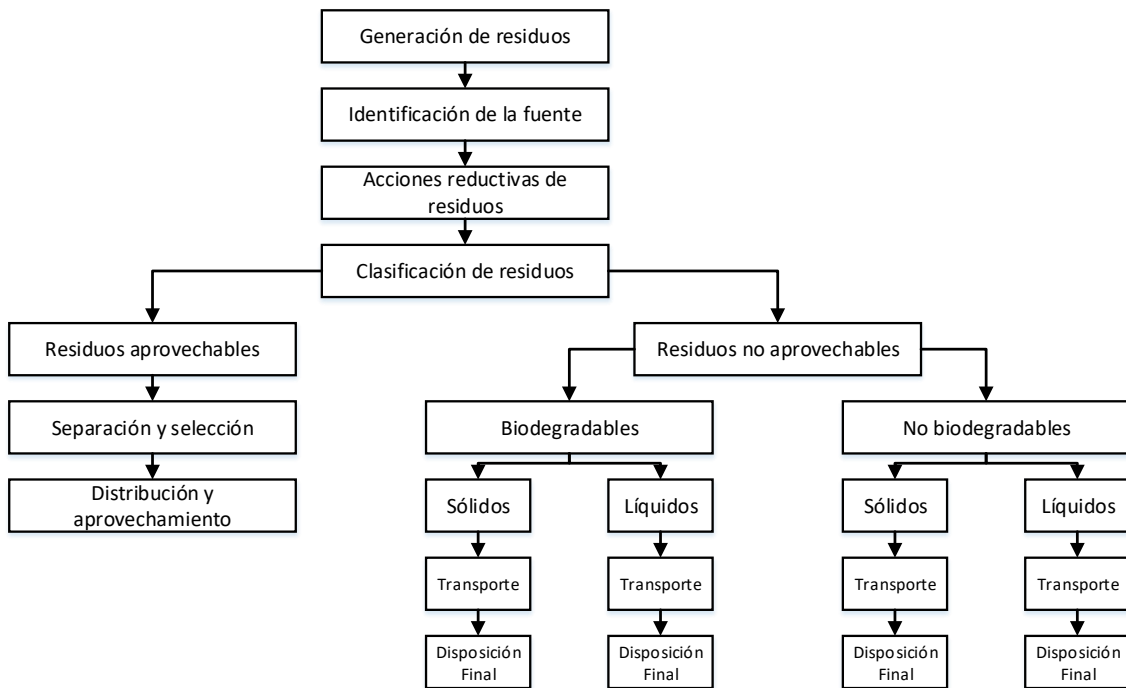
Para establecer una disposición final de los residuos se debe identificar primero la fuente de la que proviene y posteriormente buscar como mejora continua la manera de reducir estos residuos generados en el proceso de transformación de mantillas con barras, pero esto va en relación con los procesos productivos del mismo. Ya identificado lo anterior se deberá clasificar en residuos aprovechables y no aprovechables. Si son aprovechables podrán ser separados y seleccionados para luego ser distribuidos a las áreas en donde lo necesiten.

Si no son aprovechables deberán ser almacenados en un lugar apropiado para ser clasificados nuevamente, pero esta vez en biodegradables o no biodegradables para determinar cuáles son de impacto negativo o positivo para el ambiente. Los residuos biodegradables serán depositados en los

contenedores de basura normal mientras que lo no biodegradables se debe establecer un proceso y lugar específico para su desecho.

Además, deben separar los residuos sólidos de los líquidos. Y entre los residuos sólidos están: restos de mantillas, cartón, plástico, cuchillas, almohadillas, guaipe, retazos de tela, restos de barras metálicas/aluminio, guantes y mascarillas. Y los residuos líquidos son: aceite. Los residuos sólidos conforman el 95 por ciento y el otro 5 por ciento son los residuos líquidos. A continuación, se presenta el esquema de la disposición final de residuos.

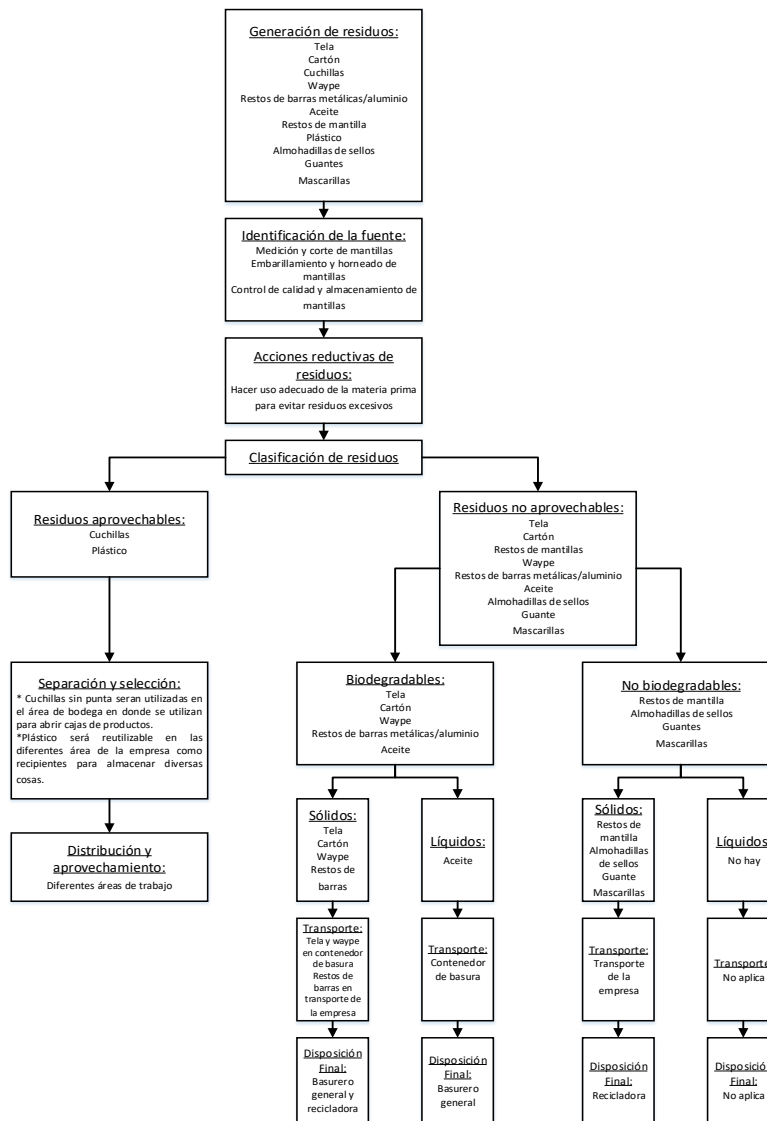
Figura 41. **Esquema de disposición final de residuos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

Luego de determinar la generación de residuos, clasificarlos y disponer en donde se desecharán, el esquema queda como se muestra a continuación:

Figura 42. Disposición final de residuos generados en distribuidora litográfica en el proceso de transformación de mantillas con barras



Fuente: elaboración propia, empleando Visio Professional.

6.3. Control de riesgo

Este debe ser un procedimiento que se tiene que establecer e implementar, para que todo producto o material resultante de las operaciones de transformación de mantillas sea procesado y desechado de manera que no afecte el medio ambiente. Es importante considerar los siguientes aspectos:

- Estudiar los procesos productivos para identificar el origen de los desechos y determinar si es posible disminuir la cantidad de desechos.
- Clasificar el desecho en aprovechable, no aprovechable, biodegradable, no biodegradable, sólidos y líquidos.
- Determinar si los desechos clasificados tienen un impacto negativo o positivo en el ambiente.
- Definir la manera en la que se retirarán los desechos del área y lugar de trabajo, sin afectar a nadie.

Para agilizar el desecho de los residuos se deberá asignar un lugar específico y ergonómico que permita al operario desechar de manera fácil, sin perder tanto tiempo y sin afectar al personal a su alrededor.

CONCLUSIONES

1. Se optimizaron los tiempos de duración del proceso de transformación de mantillas en 17,53 horas, así como la reducción de costo de mano de obra en Q 1,49 por mantilla.
2. Se analizó la situación actual mediante la descripción de los procesos. Se conoció la materia prima y maquinaria o herramientas utilizadas. Se observaron los tiempos estándares actuales con ayuda de los diagramas de operaciones, flujo y recorrido. Así como la eficiencia actual, la cual es del 38 %, la productividad de 2,90 mantillas/hora hombre, producción mensual de 509 mantillas y costo de mano de obra actual de Q 8,16/mantilla.
3. Se identificaron movimientos y traslados improductivos en los procesos, como cortar mantillas y colocarlas sobre burro metálico varias veces, limpiar orillas de mantillas envarilladas para quitar exceso de pegamento cinco veces, pérdidas de tiempo para seleccionar la herramienta por utilizar y para hacer espacio para secado de mantillas y demoras para el secado de mantillas
4. Entre las operaciones propuestas para el aumento de productividad y reducción de tiempo están: un mejor almacenaje y señalización de los rollos de caucho para facilitar la ubicación y despacho al empezar el proceso de transformación, combinación de operaciones de medición y corte de mantillas, implementación de una mesa central en la que se puedan colocar las mantillas y puedan ser manipuladas de manera más

fácil y rápida, limpieza de ranuras de barras en el tiempo de horneado, implementación de secadora industrial para secado de mantillas en menor tiempo y colocación de herramientas en sus áreas de trabajo.

5. Se establecieron tiempos estándares propuestos mediante la observación de tiempos cronometrados en pruebas piloto, considerando la valoración de los operarios con la ayuda de las tablas de *Westinghouse* y agregando las tolerancias o suplementos de acuerdo con la operación realizada. Con estos tiempos se realizaron los diagramas propuestos de operaciones, flujo, recorrido y bimanual.
6. Se cuantificó el costo de mano de obra actual el cual es de Q 8,16/mantilla y se comparó con el costo de mano de obra del método propuesto, el cual disminuye a Q 6,67/mantilla, teniendo una disminución de Q 1,49/mantilla.
7. La eficiencia, producción y productividad teóricas se podrán alcanzar y mantener en la medida en la que se tenga disciplina de cumplir con las mejoras propuestas y la aportación de mejora constante para cada una de las operaciones que conforman el proceso de transformación de mantillas con barras.

RECOMENDACIONES

1. Seguir evaluando las operaciones para encontrar cuáles pueden ser mejoradas y así reducir más el tiempo de duración del proceso y el costo de mano de obra por mantilla fabricada.
2. Se debe implementar un nuevo horno el cual permita fabricar un lote de mantillas con barras más grande, ya que esto es lo que hace que los lotes sean solamente de 60 unidades. Y se debe mejorar el proceso de medición y corte de mantillas con una guillotina que tenga las medidas exactas del formato solicitado para reducir el tiempo empleado en esta operación ya que este es el tiempo más tardío actualmente. Con esto se aumentará la eficiencia, productividad, producción y se reducirá el costo de mano de obra por mantilla.
3. Señalizar los sitios donde van colocadas las herramientas para mantener el orden que permita su mejor manipulación al ser utilizadas en las operaciones del proceso de transformación de mantillas con barras. Buscar una mejor distribución de planta en un espacio más amplio dentro de la empresa.
4. Encontrar más operaciones que puedan ser combinadas, delimitar un área más grande para el almacenaje de los rollos de cauchos y solicitar a los proveedores que las barras sean enviadas selladas para evitar el proceso de limpiarlas al ser utilizadas.

5. Capacitar a los operarios para que puedan dominar las operaciones propuestas a manera de mejorar la valorización y suplementos otorgados en la prueba piloto, estableciendo esto como una mejora continua.
6. Establecer el costo de mano de obra como un indicador de eficiencia, sin perder calidad en el producto y los tiempos de entrega.
7. Tomar en cuenta las opiniones de los operarios, en cuanto a las mejoras que pueden existir en las operaciones que realizan día a día, debido a que es el personal quien tiene mayor conocimiento de las necesidades de mejoras tanto para la ergonomía como para una mayor eficiencia del proceso. Esto generará una mejora en la productividad y producción de mantillas con barras.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert.; AQUILANO, Nicholas J. *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 776 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 458 p.
3. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 363 p.
4. NIEBEL & Freival. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño de trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 745 p.
5. REYES AGUILAR, Primitivo. *Manufactura delgada (lean) y seis sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2002. 20 p.

