



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

ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS

Cristina María Mollinedo Paiz

Asesorado por el Ing. Juan Carlos González Fuentes

Guatemala, septiembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CRISTINA MARÍA MOLLINEDO PAIZ

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ FUENTES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2022

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. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Godínez Orozco
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:

ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 17 de marzo de 2022.

Cristina María Mollinedo Paiz

Guatemala, 17 de marzo de 2022

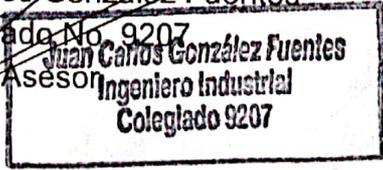
Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería - USAC

Por este medio atentamente le informo que, como asesor de la estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Industrial, **Cristina María Mollinedo Paiz**, con carné: **201503380**, procedí a revisar el trabajo de graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANALISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS.**

Al respecto quiero indicarle que luego de efectuadas las revisiones y correcciones del caso, encuentro satisfactorio el trabajo, por lo que proceso aprobarlo y remitirlo a usted para su trámite correspondiente.

Atentamente,


Ing. Juan Carlos González Fuentes
Colegiado No. 9207

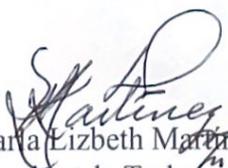

Juan Carlos González Fuentes
Asesor Ingeniero Industrial
Colegiado 9207



REF.REV.EMI.048.022

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por la estudiante universitaria **Cristina María Mollinedo Paiz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Ingeniera Industrial
Cédula No. 5,706

Guatemala, agosto de 2022.

/mgp



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

LNG.DIRECTOR.185.EMI.2022

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 Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por: **Cristina María Mollinedo Paiz**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



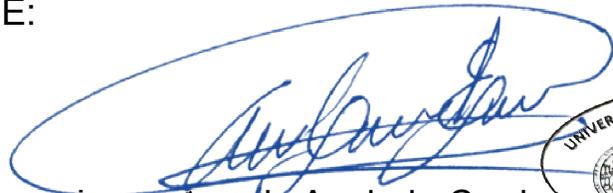
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2022.

LNG.DECANATO.OI.640.2022

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: **ESTANDARIZACIÓN EN UNA LÍNEA DE MANUFACTURA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES, EN UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por: **Cristina María Mollinedo Paiz**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, septiembre de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, por brindarme la salud y fuerza necesaria para lograr esta meta.
La Virgen María	Por ser intercesora para que cada una de mis peticiones llegarán a Dios.
Mi abuelita	Cristina Paiz de Paz. Por ser la motivación principal para lograr esta meta. Mi ángel.
Mis padres	Cristina Paiz y Edgar Mollinedo. Por ser los pilares en mi vida, por su apoyo en todo momento, su esfuerzo y amor.
Mis hermanos	Manuel y Leonel Mollinedo. Por su apoyo y por ser fuente de inspiración a lo largo de mi vida.
Mi Bayley, Raisa y Toña	Por ser mi compañía en las noches de desvelo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi <i>alma máter</i> que me brindó la oportunidad de estudio.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional y brindarme las herramientas necesarias para ser un profesional de éxito.
Área de Producción	Especialmente al área de panadería que me brindaron su apoyo en todo momento para poder desarrollar mi trabajo de graduación
Empresa distribuidora de productos perecederos	Por abrirme las puertas para poder realizar mi trabajo de graduación.
Ing. Juan Carlos González	Por su asesoramiento en mi trabajo de graduación y brindarme de su tiempo.
Mis amigas	Rocío Paredes, Gabriela González, Piey García, Paola Escobar. Por aconsejarme y apoyarme en todo momento, por compartir momentos de alegría, tristeza, frustración, enojos.

Mi familia

Por su amor y apoyo.

Mis Amigos

A todos los que forman parte de mi vida y me apoyan incondicionalmente.

1.6.1.	Medición del trabajo como factor de eficiencia	11
1.6.1.1.	Estudio de tiempos	12
1.7.	Estudio de movimientos.....	17
1.7.1.	Movimientos Básicos	17
1.7.2.	Estudio de Macro movimientos.....	19
1.7.2.1.	Diagrama de Flujo	20
1.7.2.2.	Diagrama de Operaciones	21
1.7.2.3.	Diagrama de Recorrido.....	22
1.7.2.4.	Diagrama Hombre-Máquina.....	23
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE MANUFACTURA.....	25
2.1.	Análisis del departamento de producción	25
2.1.1.	Recepción de materia prima	25
2.1.2.	Almacenamiento	27
2.1.3.	Despacho de materia prima.....	28
2.1.4.	Manejo de inventario	28
2.2.	Análisis de la línea de manufactura de alimentos perecederos.....	28
2.2.1.	Descripción del producto	29
2.2.1.1.	Descripción general del proceso para cada producto.....	30
2.2.1.2.	Descripción y división de los elementos que intervienen en el proceso.....	32
2.2.2.	Mano de Obra.....	34
2.2.2.1.	Personal Requerido.....	34
2.2.2.2.	Turnos de trabajo.....	34
2.2.3.	Maquinaria.....	35
2.2.3.1.	Estado actual de la maquinaria.....	36

	2.2.3.2.	Mantenimiento de la maquinaria.....	41
2.2.4.		Estudio de tiempos	42
	2.2.4.1.	Tiempo observado.....	42
	2.2.4.2.	Tiempo normal.....	42
	2.2.4.3.	Tiempo estándar.....	43
2.2.5.		Estudio de movimientos.....	43
	2.2.5.1.	Diagrama actual del flujo del proceso DFP	43
		2.2.5.1.1. Técnicas de trabajo utilizadas	43
	2.2.5.2.	Diagrama actual de operaciones del proceso DOP	44
	2.2.5.3.	Diagrama actual del recorrido del proceso DRP	44
		2.2.5.3.1. Deficiencias de la distribución en planta....	44
	2.2.5.4.	Diagrama actual hombre-máquina.....	45
		2.2.5.4.1. Tiempos productivos e improductivos	45
		2.2.5.4.2. Tiempos de carga y descarga de máquinas.....	46
2.2.6.		Análisis de los métodos actuales de trabajo.....	46
3.		PROPUESTA DE LA NORMALIZACIÓN DEL PROCESO	49
3.1.		Estudio de Tiempos.....	49
	3.1.1.	Tiempos de observación.....	49
		3.1.1.1. División de las operaciones en elementos	50

	3.1.1.2.	Ciclos a Evaluar.....	55
	3.1.1.3.	Factor de actuación de los operadores.....	55
	3.1.1.4.	Determinación de las tolerancias.....	59
	3.1.1.5.	Tabular los datos	62
	3.1.1.6.	Resultados.....	66
3.2.		Estudio de Movimientos.....	69
	3.2.1.	Diagrama propuesto de operaciones del proceso DOP	69
	3.2.2.	Diagrama propuesto de flujo del proceso DFP	76
		3.2.2.1. Operaciones y actividades innecesarias.....	86
		3.2.2.2. Modificaciones de la estación de trabajo.....	86
	3.2.3.	Diagrama propuesto de recorrido del proceso DRP	87
		3.2.3.1. Recorrido del producto	91
		3.2.3.2. Técnicas de manipulación de materiales	91
	3.2.4.	Diagrama propuesto hombre-máquina	92
		3.2.4.1. Incremento en la productividad de máquinas	96
		3.2.4.2. Mantenimientos programados	97
3.3.		Métodos mejorados de trabajo	98
	3.3.1.	Aspecto ergonómico	98
	3.3.2.	Aspecto de Seguridad e higiene.....	99
	3.3.3.	Seguridad e higiene.....	99

4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	103
4.1.	Mejora de los procesos.....	103
4.1.1.	Determinación de los indicadores de desempeño	103
4.2.	Control del rendimiento de los métodos implementados	104
4.2.1.	Eficiencia de producción	104
4.2.2.	Productividad de la mano de obra	105
4.2.3.	Productividad de equipo	106
4.3.	Indicadores de producción.....	106
4.3.1.	Productividad	106
4.3.2.	Porcentaje de desperdicio	107
4.3.3.	Disponibilidad de equipos	108
4.4.	Balanceo de línea.....	109
4.5.	Mejora en el área de trabajo.....	113
4.5.1.	Iluminación.....	114
4.5.2.	Ventilación	116
4.5.3.	Señalización	117
4.6.	Análisis económico de la implementación de la propuesta....	124
4.6.1.	Relación beneficio costo	124
4.6.1.1.	Costo de la implementación.....	124
4.6.1.2.	Costo de no implementar los métodos mejorados	126
4.6.1.2.1.	Costo por desperdicio y reproceso.....	126
4.7.	Establecimiento de un comité.....	127
4.7.1.	Funciones y responsabilidades de los integrantes.....	128
4.7.2.	Capacitación de los integrantes.....	128

5.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	133
5.1.	Muestreo aleatorio de las nuevas técnicas de trabajo	133
5.2.	Correcciones y ajustes de los métodos implementados	135
5.3.	Capacitación de personal	135
5.4.	Auditorías de calidad	136
5.5.	Planificación de auditoría interna.....	136
5.5.1.	Programa anual de auditorías internas.....	137
5.5.2.	Selección del equipo auditor.....	137
5.5.3.	Definir alcance de la auditoría	138
5.5.4.	Preparación de la auditoría.....	138
5.6.	Desarrollo de la auditoría.....	138
5.6.1.	Reunión de inicio	138
5.6.2.	Recopilación de información.....	139
5.7.	Finalización de la auditoría	140
5.7.1.	Reunión de cierre	140
5.7.2.	Revisión de la auditoría	140
5.7.3.	Identificar y registrar no conformidades y observaciones.....	141
5.7.4.	Informe	141
	CONCLUSIONES	143
	RECOMENDACIONES.....	147
	BIBLIOGRAFÍA.....	149
	ANEXOS.....	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso de Control	5
2.	Cronómetro decimal de minutos (0,01 min)	14
3.	Cronómetro para decimales de minutos	14
4.	Cronómetro decimal de hora (0,0001 de hora)	15
5.	Cronómetro electrónico	16
6.	Ejemplo Diagrama de Flujo.....	20
7.	Ejemplo Diagrama de Operaciones	21
8.	Ejemplo Diagrama de Recorrido	22
9.	Ejemplo Diagrama Hombre máquina.....	23
10.	Área de Recepción de proveedores	26
11.	Bodega de harinas.....	26
12.	Elevador.....	27
13.	Batidora Industrial.....	37
14.	Fermentador	38
15.	Horno	39
16.	Laminadora.....	40
17.	Diagrama propuesto de operaciones del proceso para el producto tipo I	70
18.	Diagrama propuesto de operaciones del proceso para el producto tipo II	72
19.	Diagrama propuesto de operaciones del proceso para el producto tipo III	74

20.	Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo I, Hoja 1	76
21.	Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo I, Hoja 2	78
22.	Diagrama propuesto de flujo de operaciones para el producto tipo II, Hoja 1.....	80
23.	Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo II, Hoja 2	82
24.	Diagrama propuesto de flujo de operaciones para el producto tipo III, Hoja 1.....	83
25.	Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo III, Hoja 2	85
26.	Diagrama propuesto de recorrido del proceso para el producto tipo I.....	88
27.	Diagrama propuesto del recorrido del proceso para el producto tipo II.....	89
28.	Diagrama propuesto del recorrido del proceso para el producto tipo III.....	90
29.	Diagrama propuesto hombre-máquina para el producto tipo I.....	92
30.	Diagrama Propuesto hombre-máquina para producto tipo II	94
31.	Diagrama propuesto hombre-máquina para el producto tipo III.....	95
32.	Precedente por tarea	110
33.	Diagrama de redes	110
34.	Colores de Seguridad	118
35.	Colores de contraste.....	118
36.	Relación entre el tipo de señal, su forma geométrica y el color utilizado.....	119
37.	Señales de advertencia	120
38.	Señales de prohibición	121

39.	Señales de obligación.....	122
40.	Señales de socorro.....	123
41.	Señales contra incendios.....	124

TABLAS

I.	Therbligs efectivos.	18
II.	Therbligs no efectivos.	19
III.	Factor de actuación del amasador	57
IV.	Factor de actuación del cortador	57
V.	Factor de actuación del moldeador	58
VI.	Factor de actuación del decorador	58
VII.	Factor de actuación del empacador	59
VIII.	Elementos extraños de estudio	61
IX.	Toma de tiempos para el producto tipo I	63
X.	Toma de tiempos para el producto tipo II	64
XI.	Toma de tiempos para el producto tipo III	65
XII.	Resultados producto tipo I	66
XIII.	Resultados producto tipo II	67
XIV.	Resultados producto tipo III	68
XV.	Disponibilidad de equipos	109
XVI.	Balanceo de línea de producción	111
XVII.	Resumen de costos	125
XVIII.	Modelo de Capacitación	130
XIX.	Observaciones del método mejorado	134

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo

Significado



Almacenamiento: Indica el almacenaje de un objeto bajo vigilancia en un almacén a largo plazo.



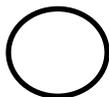
Combinada: Indica la ejecución de actividades simultáneas de operación e inspección.



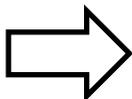
Demora: Indica un retraso entre dos operaciones, impidiendo el flujo continuo entre una estación y otra.



Inspección: Verifica la calidad del producto y la cantidad. Utilizado comúnmente para trabajo de control de calidad.



Operación: Indica la ejecución de un trabajo como agregar, modificar, mezclar, entre otros.



Transporte: Indica el traslado de un objeto de un lugar a otro o movimiento de personal.

GLOSARIO

<i>Batch</i>	Es un conjunto de registros que garantizan la integridad de los datos y la trazabilidad en los procesos productivos.
Brioche	Bollo esponjoso de forma redondeada.
Carros Clavijeros	Carrito de movilización de bandejas, para panadería o pastelería.
Condiciones de trabajo	Conjunto de factores que determinan la situación en la cual el trabajador/a realiza sus tareas.
Desperdicios	Es toda mal utilización de los recursos o posibilidades de las empresas.
Eficiencia	Razón entre producción real obtenida y producción estándar esperada, la forma en que se utilizan los recursos. Producir justo en el tiempo establecido y con la calidad requerida.
Factor de actuación	Técnica que se emplea para determinar de manera clara y real el tiempo requerido para que un operario normal realice una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

Falla	Evento que hace cesar la funcionalidad requerida.
Fatiga	Cansancio que se experimenta después de un intenso y continuado esfuerzo físico o mental.
PEPS	Modelo de inventario que se refiere al movimiento de materiales primero en entrar primero en salir.
Perol	Recipiente de meta, redondo, de poco fondo y con dos asas, que sirve para cocinar.
Stock de seguridad	Es el inventario extra que se tiene en el almacén para hacer frente a imprevistos relacionados con cambios en la demanda o retrasos de los proveedores.
Suplementos	Se considera el tiempo que se le concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que se presentan en una tarea o proceso.
Transpaletas	Es una carretilla de pequeño recorrido de elevación, trasladable a brazo, equipada con una horquilla formada por dos brazos paralelos horizontales unidos sólidamente a un cabezal vertical provisto de ruedas en tres puntos de apoyo sobre el suelo y que puede levantar y transportar paletas o recipientes especialmente concebidos para este uso.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación tiene como propósito la estandarización en una línea de manufactura a través del análisis de operaciones, por medio de la toma de tiempos de las actividades de tres productos dentro de la empresa (por confidencialidad de la empresa se utilizará la descripción producto tipo I, producto tipo II y producto tipo III).

El informe se compone de cinco capítulos en los cuales se incluyen los siguientes puntos:

Capítulo uno, incluye el fundamento teórico para el desarrollo de la propuesta y de esta forma mejorar la comprensión del proyecto.

Capítulo dos, describe el análisis de la situación actual de la línea de manufactura, el análisis del funcionamiento del departamento de producción, la descripción de los productos, la mano de obra que interviene en el proceso, la maquinaria y su estado actual. Además, se visualizan los diagramas de flujo del proceso, de operaciones, de recorrido y el diagrama de hombre-máquina.

Capítulo tres, presenta la propuesta de normalización o estandarización del proceso, se presentan los registros de la toma de tiempos, se realiza el cálculo del tiempo estándar para los productos tipo I, II y III. Además, se proponen los diagramas de flujo del proceso, diagrama de operaciones, diagrama de recorrido y el diagrama hombre máquina.

Capítulo cuatro, desarrolla la propuesta verificando el rendimiento de los métodos implementados, proponiendo mejoras en el área de trabajo y además se realiza un análisis económico de la implementación.

Capítulo cinco, presenta el resultado del seguimiento de los métodos implementados, así como, la corrección y ajustes de los mismos. Se planifican auditorías de calidad, para la continuidad de los métodos y su cumplimiento.

OBJETIVOS

General

Estandarizar una línea de manufactura a través del análisis de operaciones en una empresa de distribución de productos perecederos.

Específicos

1. Analizar las principales causas de los retrasos en las operaciones dentro de la línea de manufactura.
2. Evaluar el área de trabajo y proponer mejoras técnicas para realizar las tareas de una forma eficiente.
3. Determinar las condiciones de cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo dentro de la línea de manufactura de alimentos perecederos.
4. Determinar los tiempos y movimientos improductivos de las máquinas y operadores para reducirlos y permitir el desarrollo óptimo de las operaciones.
5. Identificar los puntos críticos que afectan el flujo del proceso para evitar demoras.
6. Analizar la relación costo-beneficio de la implementación de la propuesta.

7. Capacitar al personal para lograr mejores resultados con los métodos propuestos.

INTRODUCCIÓN

Desde hace 43 años, debido al legado cultural y herencia gastronómica de una familia originaria del norte de Italia, se emprendió el camino para compartir con los guatemaltecos los sabores de Italia, dando como resultado la formación de una empresa manufacturera y distribuidora de sabores italianos, convirtiéndose en los más famosos de Guatemala.

La empresa distribuidora de productos perecederos cubre una gran parte del mercado guatemalteco concentrado en las personas de clase media alta, media y baja o trabajadora, gracias a sus precios accesibles.

Actualmente se especializa en la manufactura de productos de calidad, elaborados con las mejores materias primas, distribuyendo a importantes cadenas de restaurantes, hoteles, supermercados, banquetes, cafés, gasolineras y otros.

La visión empresarial propone crecimiento de su capacidad productiva y exportación de sus productos a diferentes países del mundo, creando la necesidad de mejorar su productividad para ser competente a este reto. Una de las principales herramientas disponibles en la ingeniería de métodos para la mejora de la productividad, es el estudio de tiempos y movimientos.

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta que pretende mejorar el rendimiento de los procesos para aumentar la productividad y eficiencia. Existen variables relacionadas con el equipo humano, clima organizacional, las instalaciones, la fabricación de productos y las tecnologías

utilizadas que pueden afectar negativamente los resultados esperados. Identificar estas fuentes de ineficiencias y desperdicios con el fin de corregirlos, estandarizarlos y medirlos es el punto clave para contribuir con el progreso empresarial.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. La Industria

La primera industria importante que se estableció en Guatemala fue la fábrica de hilados y tejidos Cantel, en 1880. Luego la Cervecería Centroamericana, en 1886; la Empresa Eléctrica de Guatemala, en 1894 y la fábrica de Cementos Novella, en 1897.

Simultáneamente emergían muchas otras pequeñas y medianas industrias que juntas contribuyeron al desarrollo de la economía y a la comodidad de los usuarios y consumidores. En 1920, tras la caída del dictador Manuel Estrada Cabrera, el gobierno de Carlos Herrera estableció el Ministerio de Agricultura y surgieron la Asociación General de Agricultores (AGA) y la Cámara de Comercio de Guatemala (CCG). En 1929, un grupo de industriales fundó la Asociación de Industriales de Guatemala (AIG), que se mantuvo hasta 1931 por la depresión mundial que sobrevino tras la caída de la Bolsa de Valores de Nueva York en 1929.

Para contrarrestar la crisis económica, en 1932 el presidente Jorge Ubico formó el Comité para el Fomento de la Industria. Dos años después se fusionaron la AIG y la CCG y surgió la Cámara de Comercio e Industria de Guatemala (CCIG), que participó en las ferias nacionales de Ubico, alentando a los industriales a exhibir sus productos.

Al caer la dictadura ubiquista en 1944, las clases medias se vieron favorecidas con mejores oportunidades de trabajo y salario. La industria se pudo expandir y en 1948, se fundó la Asociación General de Industriales de Guatemala (AGIG). Sin embargo, las experiencias negativas vividas por algunos industriales y por el sector empresarial a organizarse en asociaciones y cámaras para la defensa de sus intereses.

Así surgió el Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras (CACIF), la Asociación de Azucareros de Guatemala (Asazgua) y la Asociación Nacional del Café (ANACAFE).¹

¹ Cámara de Industria de Guatemala. *Nuestra Historia*.
<https://cig.industriaguatemala.com/institucional/historia/>. Consulta: 3 de noviembre de 2020.

1.1.1. Industria de alimentos

El sector de alimentos y bebidas es incluido dentro del sector industrial o actividad económica de industrias manufactureras, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), que es la clasificación sistemática de todas las actividades económicas utilizada por las Naciones Unidas.

La CIIU permite que los países compilen sus datos estadísticos en categorías que permitan la comparabilidad a nivel internacional. Naturalmente, cada país tiene una clasificación industrial propia, que corresponde a sus necesidades particulares de acuerdo con la estructura de su producción y su grado de desarrollo. En Guatemala, el Sistema de Cuentas Nacionales se basa en al CIIU Revisión 3. Que fue aprobada en 1989, y es aplicada en el país desde el año 2007.

El nivel superior de la CIIU Rev. 3 incluye 17 categorías económicas, de las cuales el inciso D corresponde a las Industrias Manufactureras. La CIIU define la Industria Manufacturera como la que consiste en la transformación física y química de materiales y componentes en productos nuevos, ya sea que el trabajo se efectuó con máquinas o a mano, en la fábrica o en el domicilio, o que los productos se vendan al por mayor o al por menor.

La actividad de industrias manufactureras se desagrega en 23 Divisiones, de las cuales la numero 15 corresponde a la elaboración de productos alimenticios y bebidas y la 16 a la elaboración de productos de tabaco. La División 15 se subdivide a la vez en los siguientes grupos:

- 151- Producción, procesamiento y conservación de carne, pescado, frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas
- 152 - Elaboración de productos lácteos
- 153 - Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón, y de alimentos preparados para animales
- 154 - Elaboración de otros productos alimenticios
- 155 - Elaboración de bebidas

La División 16 incluye un solo grupo: elaboración de productos de tabaco.

En el caso de Guatemala se incluyen dentro del sector de las Industrias Manufactureras un total de siete actividades económicas, que son las siguientes:

- Elaboración de productos alimenticios, bebidas y tabaco;
- Fabricación de textiles y prendas de vestir, cuero y calzado;
- Producción de madera y fabricación de productos de madera, excepto muebles; fabricación de papel y productos de papel;
- Fabricación de coque, productos de la refinación de petróleo y sustancias y productos químicos;
- Fabricación de productos de caucho y plástico y otros minerales no metálicos;
- Fabricación de metales comunes, productos elaborados de metal, maquinaria y equipo;

- Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras y reciclamiento.²

A un nivel más desagregado, en la Nomenclatura de Actividades Económicas de Guatemala (NAEG), se reconocen las siguientes actividades económicas que conformarían específicamente la actividad denominada Elaboración de productos alimenticios, bebidas y tabaco:

- Producción, procesamiento y conservación de la carne y productos cárnicos;
- Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado;
- Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas;
- Elaboración de productos de molinería;
- Elaboración de alimentos preparados para animales;
- Elaboración de productos de panadería;
- Elaboración de azúcar;
- Elaboración de macarrones, fideos y productos farináceos similares;
- Elaboración de otros productos alimenticios;
- Elaboración de bebidas alcohólicas;
- Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales; y,
- Elaboración de productos de tabaco.

Es importante hacer notar que la clasificación tradicional del CIU Rev. 3 no incluye los productos del tabaco dentro del renglón de alimentos y bebidas, pero si se hace así en el caso de Guatemala, por lo que para el análisis del sector de Alimentos y Bebidas del país es necesario tomar estos productos en cuenta en la medida que el sistema de cuentas nacionales no los separa.³

1.1.1.1. Historia de la cultura culinaria italiana en Guatemala

En tiempos del presidente Justo Rufino Barrios llegó a Guatemala la primera emigración italiana, Barrios hizo un viaje a Europa y se interesó grandemente por traer al país familias italianas, entre otras: Bocaletti, Garzaro, Bonnato, Masselli, Comparini y otras, las que se dedicaron principalmente a la agricultura.

La segunda emigración fue propiciada por José María Reyna Barrios. Fue un gobernante culto, viajado por Europa y Estados Unidos y, ante todo, fue un gran visionario. Reyna quería instalar industrias, modernizar la agricultura, darle altura a las artes y profundidad a las ciencias. Había, pues, deseos de que el país adelantara y, por consiguiente, vinieron a Guatemala numerosas familias italianas, cuyos jefes de familia eran mecánicos, ebanistas, carpinteros, horticultores, industria hotelera, en cuyo ramo se operó una completa evolución en el arte del buen comer y del buen servir; construcción de ferrocarriles, edificios y bulevares.⁴

² Superintendencia de Bancos. *Sector Alimentos y Bebidas*. p. 4.

³ *Ibíd.* p. 5.

⁴ BRAN AZMITIA, Rigoberto. *Historia de la Influencia Italiana en Guatemala*. <http://cultura.muniguate.com/index.php/section-blog/86-laloba/538-influenciaitaliana>. Consulta: 3 de noviembre de 2020.

1.2. Control de la producción

Según GUANDALINI ESTUPINIÁN, Cristopher Geovanni en su Tesis. *Programa de planeamiento, programación y control de la producción intermitente y planificación de contingencias en el departamento de IDM de la planta de manufactura PINCASA, Grupo SOLID, S.A.* El Control de la producción se define como la toma de decisiones, responsabilidades y acciones necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de modo que garantice que el desempeño de la empresa esté de acuerdo con lo planeado.

Dentro del departamento se tienen que establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores; proveedores, la situación de capital, la capacidad productiva, la demanda del cliente, mano de obra, máquinas. entre otras. Esta evaluación debe tomar en cuenta, no solo el estado actual de estos factores, sino también proyectarlos hacia el futuro.

Para lograr el objetivo en el control de la producción, se debe estar supervisando el rendimiento óptimo y continuo de las tareas a realizar, el tiempo y la cantidad producida, así como de modificar los planes establecidos, respondiendo a situaciones cambiantes.

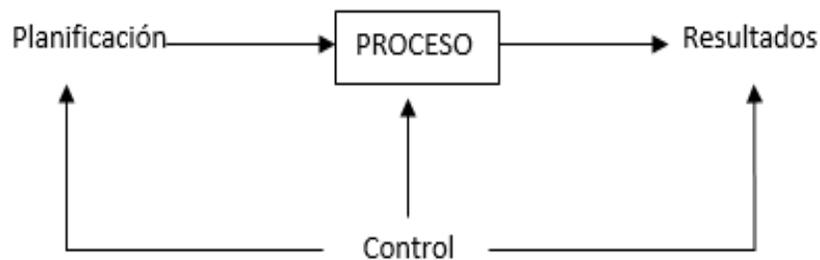
“Algunas de las preguntas básicas que permiten formular un correcto control de la producción son:

- ¿Qué es lo que se va a hacer?
- ¿Quién ha de hacerlo?

- ¿Cómo, dónde y cuándo se va a cumplir?”.⁵

Gráficamente el control debería ser así:

Figura 1. **Proceso de Control**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

1.3. **Planeación de la producción**

Son los planes de trabajo que permitirán determinar de forma anticipada los objetivos o escenarios que una organización quiere alcanzar y lo que hará para conseguirlo. Distribuyendo sus medios de tal modo que se fabrique el producto deseado en las cantidades necesarias y al menor costo posible.⁶

1.4. **Programa de producción**

SY CORVO, Helmut, en *Programa de Producción* dice que el programa de producción es la herramienta que consiste en identificar los recursos que se utilizan para la producción; ya sea la materia prima, mano de obra, equipo o

⁵ GUANDALINI ESTUPINIÁN, Cristopher Geovanni. *Programa de planeamiento, programación y control de la producción intermitente y planificación de contingencias en el departamento de IDM de la planta de manufactura PINCASA, Grupo SOLID, S.A.* p. 42.

⁶ Ingenio Empresa. *Planeación de la producción*. <https://ingenioempresa.com/planeacion-de-la-produccion/>. Consulta: 3 de noviembre de 2020.

cualquier otra actividad, y definir de acuerdo con los plazos y prioridades, las fechas de inicio y finalización.

El objetivo principal del programa de producciones es mantener el flujo de las operaciones, ajustando la fuerza de trabajo y de esta forma obtener un uso adecuado de los recursos.

Tradicionalmente se realizaba de forma manual, utilizando papel. Actualmente existen diferentes medios en los cuales se pueden realizar los programas de producción, entre los cuales se pueden mencionar:

- Hoja en Excel donde se muestra la programación diaria, las horas de inicio y finalización estimados, tiempos de mantenimientos programados, saneamiento, producción, entre otros.
- Gráfica de Gantt

1.4.1. Criterios de programación

Una técnica de programación correcta depende de múltiples factores, entre los que se destacan la naturaleza del proceso, la flexibilidad de los centros de trabajo, el volumen de los requerimientos y la consideración de los siguientes criterios por parte de la organización, la importancia que se le dé a cada criterio depende en gran medida de las ventajas competitivas consignadas en el plan estratégico.

- Maximizar la utilización: Consiste en el uso que la técnica empleada haga de la capacidad instalada
- Minimizar el tiempo medio de terminación: Consiste en la capacidad que tiene la técnica para efectuar entregas de pedidos
- Minimizar la media de trabajo en proceso: Consiste en reducir el número de trabajos que permanecen en el sistema.
Minimizar los retrasos de los pedidos: Consiste en reducir el tiempo medio de espera de los clientes, teniendo en cuenta las fechas de entrega.

Es necesario aclarar que estos criterios no son técnicas de programación, ellos son indicadores de desempeño de las reglas de programación y secuenciación.⁷

1.4.2. Importancia de la programación a corto plazo

La influencia de la programación a corto plazo en los resultados de la compañía es determinante, ya que de ella depende el cumplimiento de los plazos de entrega, factor crítico en la búsqueda de una ventaja competitiva basada en el tiempo.

Esta etapa consiste en ajustar tareas u operaciones particulares a personas y máquinas específicas. Su horizonte de tiempo está dado en días, horas y minutos; razón por la cual requiere del profesional que la desarrolle, pericia, dinamismo y practicidad en su ejecución.

Su principal objetivo es cumplir con las metas de demanda de acuerdo con la capacidad disponible; una programación a corto plazo puede efectuarse de muchas maneras, el tipo de programación que se utilice para asignar las cargas depende en gran medida del enfoque del sistema productivo, y la secuencia depende de los criterios de programación que primen teniendo en cuenta los factores que afecten el proceso.

- Técnicas de programación a corto plazo

Estas técnicas se pueden clasificar en:

- Programación hacia adelante: Esta programación se inicia tan pronto como se conocen los requerimientos de producción, utilizarla implica en gran medida de considerar la fecha de entrega, y es utilizada usualmente en procesos que trabajan sobre pedido, en los que la entrega se requiere lo antes posible, por ejemplo, en restaurantes, centros de belleza, hospitales, talleres satélites dedicados a la maquila, entre otros.
- Programación hacia atrás: Esta programación inicia con la fecha de entrega del pedido, su principal consideración es cumplir con los plazos de entrega pactados o establecer plazos alcanzables. La dinámica de esta programación consiste en programar en primer lugar la operación final, y sucesivamente las operaciones que la anteceden en orden inverso.⁸

⁷ SALAZAR LÓPEZ, Bryan. *Programa a corto plazo*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/programacion-a-corto-plazo/#:~:text=Criterios%20de%20programaci%C3%B3n%20a%20corto%20plazo&text=Minimizar%20el%20tiempo%20medio%20de,de%20dinero%20de%20la%20empresa>. Consulta: 4 de noviembre de 2020.

⁸ *Ibíd.*

1.5. Estudio de métodos

Es una herramienta que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es usar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos a través de una serie de técnicas que permiten aumentar la producción de trabajo eliminando los desperdicios de materia prima, tiempo y esfuerzo humano, buscando ser más eficientes y de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.⁹

1.5.1. Factores que intervienen en su aplicación

A continuación, se presentan los factores que intervienen en el estudio de métodos.

1.5.1.1. Productividad

“La productividad es definida como la relación entre la producción, ya sea de un producto o servicio, de una organización, y los recursos necesarios para la cantidad producida, en un espacio de tiempo determinado”.¹⁰

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos\ utilizados}$$

⁹ SALAZAR LÓPEZ, Bryan. *Ingeniería de Métodos*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>. Consulta: 4 de noviembre de 2020.

¹⁰ PERALTA MANIVIESA. *¿Qué es la Productividad?* <https://www.pymerang.com/direccion-de-negocios/definicion-de-negocio/modelo-de-negocios/competitividad/362-que-es-la-productividad>. Consulta: 4 de noviembre de 2020.

1.5.1.2. Eficiencia

SALAZAR ARAOZ, JORGE. En *Gestión* define que la eficiencia se determina como la relación entre los recursos utilizados para un producto o servicio y los logros conseguidos con el mismo. Se da cuando se logra el objetivo planteado aprovechando, al máximo, los recursos proporcionados.

1.5.1.3. Condiciones de trabajo

Según PEREZ PORTO, Julián y MERINO, María. En su documento condición de trabajo define que está vinculado al estado del entorno laboral. El concepto refiere a la calidad, la seguridad y la limpieza de la infraestructura, entre otros factores que inciden en el bienestar y la salud del trabajador.

“Deben crearse condiciones de trabajo que permitan a los colaboradores ejecutar sus tareas sin fatiga ya que las malas condiciones de trabajo es sinónimo de tiempo improductivo”.¹¹

1.5.2. Uso de un estudio de métodos

Debido a que el objetivo principal es aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes para mayor número de personas.

Algunos de los beneficios de la aplicación del Estudio de métodos son:

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Conservar los recursos y minimizan los costos especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.

¹¹ RODRÍGUEZ CALITO, Byron Estuardo. *Optimización de los procesos y procedimientos de una planta de producción a través de un estudio de métodos*. p. 2.

- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es confiable y de alta calidad.
- Maximizar la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados o trabajadores.
- Realizar la producción considerando cada vez más la protección necesaria de las condiciones ambientales.
- Aplicar un programa de administración según un alto nivel humano.¹²

1.5.3. Pasos para realizar un estudio de métodos

El estudio de métodos posee un algoritmo sistemático que contribuye a la consecución del procedimiento básico del Estudio del Trabajo. El cual consta de siete etapas fundamentales:

- Seleccionar el trabajo al cual se hará el estudio.
- Registrar toda la información referente al método actual.
- Examinar críticamente lo registrado.
- Idear el método propuesto.
- Definir el nuevo método.
- Implantar el nuevo método.
- Mantener en uso el nuevo método.¹³

1.6. Medición del trabajo

RODRÍGUEZ CALITO, Byron Estuardo en su tesis *Optimización de los procesos y procedimientos de una planta de producción a través de un estudio de métodos* define la medición del trabajo como la aplicación de distintas técnicas que permiten evaluar el contenido de una tarea definida, fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

La medición del trabajo permite investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo en el cual no se genera valor agregado.

¹² SALAZAR LÓPEZ, Byron. *Ingeniería de métodos*.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>. Consulta: 4 de noviembre de 2020.

¹³ *Ibíd.*

Determina el resultado del esfuerzo físico utilizado en función del tiempo permitido a un operario para finalizar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.

1.6.1. Medición del trabajo como factor de eficiencia

RODRÍGUEZ CALITO, Byron Estuardo en su tesis *Optimización de los procesos y procedimientos de una planta de producción a través de un estudio de métodos* indica que la eficiencia para este fin es el grado de rendimiento en que se realiza un trabajo con respecto a una norma preestablecida (tiempo tipo o estándar).

Existen dos factores importantes:

- El método
- La velocidad de los movimientos:
 - Habilidad,
 - Esfuerzo,
 - Condiciones de trabajo

Para el procedimiento existen dos premisas que se deben tomar en cuenta, las medidas deben hacerse con la mayor exactitud y justicia (ser imparcial al tomar las medidas).

Existen diferentes técnicas que se utilizan para llevar a cabo la medición del trabajo, las cuales son:

- Por datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronometro.

- Tiempos predeterminados.
- Métodos de observaciones instantáneas.
- Datos estándares y fórmulas de tiempo.

1.6.1.1. Estudio de tiempos

Es una técnica que permite determinar con la mayor exactitud posible un estándar de tiempo permisible para llevar a cabo una tarea determinada, partiendo de un número de observaciones con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

KRICK, Easton. En su libro *Ingeniería de métodos* menciona que el estudio de tiempos es un procedimiento separado y en cierta forma especializado, debido a la importancia que tiene el estándar de tiempo para la gerencia de una empresa de manufactura.

En cambio, NIEBEL, Benjamin y FREIVALDS, Andris en su libro *Ingeniería Industrial* dicen que el estudio de tiempos es una técnica para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con los debidos suplementos de fatiga y por retrasos personales inevitables.

Existen dos métodos básicos para realizar un estudio de tiempos:

- El método continuo, se deja correr el cronometro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronometro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronometro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.

- El método de regresos a cero, el cronometro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronometro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronometro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, así sucesivamente durante todo el estudio.

Para realizar un estudio de tiempos adecuado es necesario contar con el equipo necesario. Según NIEBEL, Benjamin en su libro *Ingeniería Industrial*, el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos incluye un cronometro, una tabla, las formas para el estudio, una calculadora de bolsillo y también puede ser útil un equipo de grabación con el cual se pueda dar fe de las operaciones que se llevan a cabo y ver movimientos se realizan.

En la actualidad existen diferentes tipos de cronómetros:

El cronómetro decimal de minutos (0,01 min). Posee 100 divisiones en la cara, y cada división es igual a 0,01 minutos, es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El círculo pequeño de la cara del cronometro tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto.

Este cronómetro tiende a ser el más utilizado por los analistas de tiempos debido a la facilidad con que se lee y registra.

Figura 2. **Cronómetro decimal de minutos (0,01 min)**



Fuente: RODRÍGUEZ CORONADO, Javier. *Determinación del tiempo estandar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera.* p. 10.

El cronómetro para decimales de minuto (0,001 min). Proporciona una resolución de 0,001 segundos y tiene una exactitud de $\pm 0,002\%$. Permite tomar el tiempo de cualquier número de elementos individuales, mientras sigue contando el tiempo total transcurrido. Proporciona tanto tiempos continuos como regresos a cero. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0,01 de minuto. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves con el fin de obtener datos estándares.

Figura 3. **Cronómetro para decimales de minutos**



Fuente: RODRÍGUEZ CORONADO, Javier. *Determinación del tiempo estandar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera.* p. 10.

Cronómetro decimal de hora (0,0001 de hora). Posee una caratula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0,0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcara, por lo tanto, un centésimo (0,01 de hora), es decir, 0,6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y unan revolución completa de la aguja menor marcara 18 min, es decir, 0,30 de hora. En este cronómetro las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma forma que en el cronómetro decimal de minutos (0,01 min).

Figura 4. **Cronómetro decimal de hora (0,0001 de hora)**



Fuente: RODRÍGUEZ CORONADO, Javier. *Determinación del tiempo estandar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera*. p. 11

Cronómetro Electrónico, permite estudios acumulativos y de regreso rápido; en ambos casos puede ser registrada una lectura digital detenida. Cuando está en el modo acumulativo, el cronómetro acumula el tiempo y muestra el tiempo transcurrido desde el comienzo del primer evento. Al terminar cada suceso, se puede presionar el botón de lectura y este proporcionara una lectura numérica mientras el instrumento continúa acumulando el tiempo.¹⁴

¹⁴ RODRÍGUEZ CORONADO, Javier. *Determinación del tiempo estandar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera*. p. 11.

Figura 5. **Cronómetro electrónico**



Fuente: *Cronómetro electrónico, resistencia al agua, ZSD-009.*

<https://www.supedido.eu/cronometro-electronico-resistencia-al-agua-zsd-009.html>. Consulta: 15 de agosto de 2022.

Para la realización de un estudio de tiempos existen una serie de pasos básicos, los cuales permitirán una planeación adecuada para el análisis.

- Preparación: consiste en la selección de la operación a evaluar y la selección del operador. Se debe tener una actitud adecuada frente al operador que permita hacer un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Análisis a realizar: se debe tomar en cuenta la tolerancia, especificaciones, el proceso de manufactura, preparación de herramientas, patrones y las condiciones de trabajo.
- Manejo de materiales: la distribución de máquinas y equipos, así como, el principio de economía de movimientos.

1.7. Estudio de movimientos

Es el análisis cuidadoso de los diferentes movimientos que realiza el cuerpo humano al hacer un trabajo. El propósito principal es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar o acelerar los movimientos efectivos. A través del estudio de movimientos, el trabajo se realiza con mayor comodidad y permite una tasa de producción más alta.

Existe el estudio visual de los movimientos, el cual se aplica frecuentemente por la simplicidad de este y por su bajo costo. El estudio de micro movimientos el cual resulta factible cuando se deben analizar labores de muchas actividades, cuya duración y repetición son elevadas.¹⁵

1.7.1. Movimientos Básicos

Los Gilberth definieron una serie de movimientos fundamentales a los cuales denominaron Therbligs. Son 17 movimientos básicos que pueden ser efectivos o inefectivos. Los therbligs efectivos son un avance en el progreso del trabajo, se pueden acortar mas no eliminar por completo.

Los therbligs inefectivos no benefician el progreso del trabajo y deben eliminarse mediante la aplicación de los principios de economía de movimientos.¹⁶

¹⁵ NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial, Métodos Estándares y Diseño del Trabajo*. p. 114.

¹⁶ NIEBEL, Op.Cit., 117.

Tabla I. **Therbligs efectivos.**

THERBLIGS EFECTIVOS		
Therblig	Simbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar
Mover	M	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.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar; en general precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha, se detecta con facilidad al hacer que avance el trabajo.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas, suele ir precedido por posicionar o mover, y seguido de soltar.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.

Fuente: NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial*. p. 117.

Tabla II. **Therbligs no efectivos.**

THERBLIGS NO EFECTIVOS		
Therblig	Simbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un articulo entre varios; por lo común sigue a buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento
Retraso inevitable	RI	Mas 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.
Retraso evitable	RE	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial*. p. 117.

1.7.2. Estudio de Macro movimientos

El estudio de macro movimientos, también conocido como vista panorámica, corresponde a los aspectos generales y las operaciones de una planta o de una línea de productos, como operaciones, inspecciones, transporte, retrasos o demoras y almacenamientos, así como las relaciones entre estas diversas funciones. Se realizan primero estudios de macro movimientos, debido a que con este se pueden eliminar ciertos trabajos que representarían un gasto si primero se realiza el estudio de micro movimientos.¹⁷

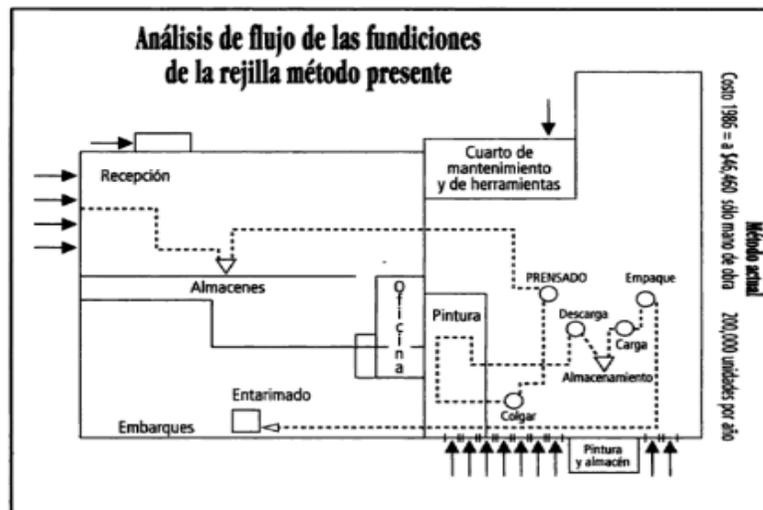
¹⁷ RIVERA VILLEGAR, Erick Wilfredo. *Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá*. p. 27.

Existen cuatro técnicas que nos ayudan a estudiar el flujo general de una planta o un producto:

1.7.2.1. Diagrama de Flujo

“Es la representación gráfica de un proceso. Muestra el camino recorrido por un componente de la recepción, a los almacenes, la fabricación, el subensamble, el ensamble final, el empaque final, el almacén y el embarque”.¹⁸

Figura 6. Ejemplo Diagrama de Flujo



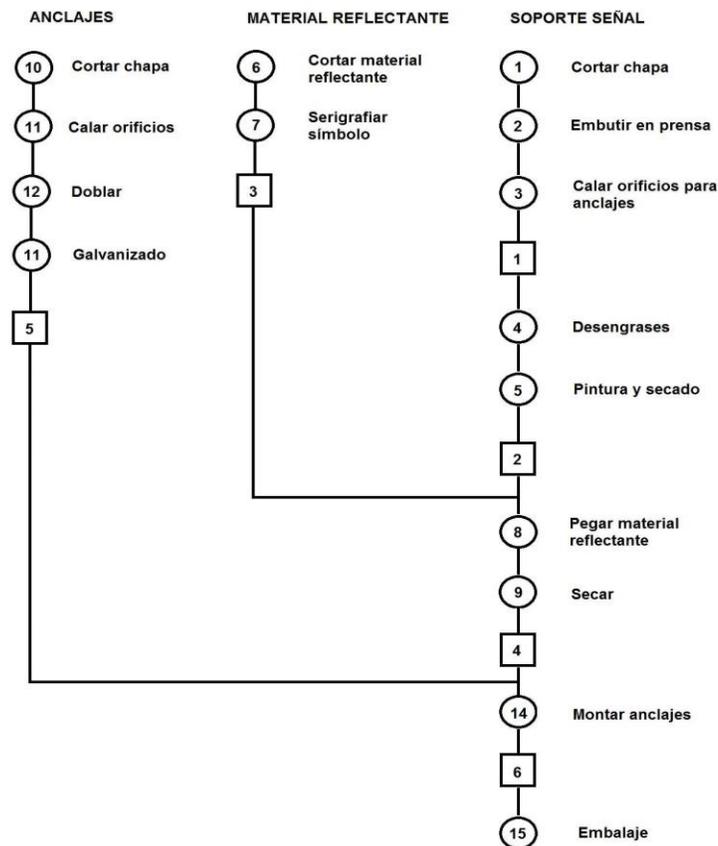
Fuente: NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial*. p. 30.

¹⁸ MEYERS, FRED. *Estudio de tiempos y movimientos: para la manufactura*. p. 49.

1.7.2.2. Diagrama de Operaciones

El diagrama de operaciones tiene un círculo por cada operación requerida para la fabricación de cada componente que conforma el producto, tiene incluidos todos los pasos de la producción, todas las tareas y los componentes. Este diagrama nos muestra la introducción de las materias primas en la parte superior sobre una línea horizontal.¹⁹

Figura 7. Ejemplo Diagrama de Operaciones



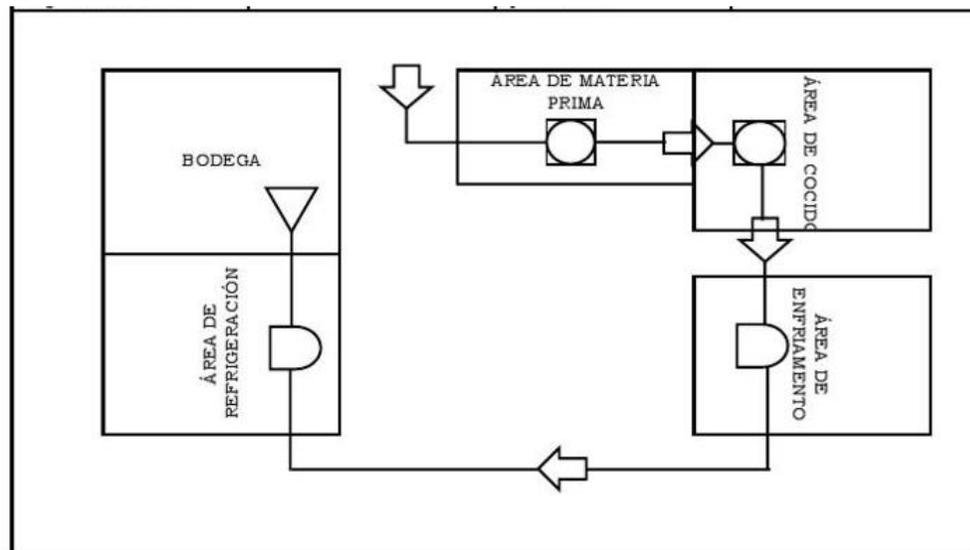
Fuente: YEPES PIQUERAS, Víctor. *Diagramas de proceso de operaciones como herramienta en el estudio de métodos*. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/07/diagramas-de-proceso/> Consulta: 10 de junio de 2022.

¹⁹ MEYER. *Estudio de tiempos y movimientos: para la manufactura*. p. 52.

1.7.2.3. Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido presenta, en forma de matriz, datos cuantitativos de los movimientos que se presentan entre dos estaciones de trabajo. Por lo general las unidades son el peso o la cantidad transportada y la frecuencia con que se realizan los viajes. Es utilizado para el trabajo de distribución y el manejo de materiales.²⁰

Figura 8. Ejemplo Diagrama de Recorrido



Fuente: *Diagrama de Recorrido*. <https://es.scribd.com/document/425121187/Diagrama-de-Recorrido>. Consulta: 10 junio de 2022.

²⁰ ROJAS CANCINOS, Omar Alejandro. *Citas textuales. Estandarización de tiempos, estudio de costos y diseño de un programa de mantenimiento preventivo en el área de impresión litográfica, comercializadora de calidad, S.A.* p. 17.

1.7.2.4. Diagrama Hombre-Máquina

El diagrama hombre-máquina representa gráficamente la relación exacta en tiempo entre el trabajo del hombre y la operación de una máquina, se emplea para estudiar, analizar y mejorar solo una estación de trabajo cada vez.²¹

Figura 9. Ejemplo Diagrama Hombre máquina

Operario	Tiempo	Inyector 1	Tiempo	Ensambladora	Tiempo	Inyector 2	Tiempo	
Desc. Iny. -1	2	Descarga	2					
Arranca I-1	1	Arranca	1					
Rebabeado manual	3	Inyección	10					
Desc. Ens.	2			Descarga	2			
Carga ens.	1			carga	1			
Desc. Iny. 2	2						Descarga	2
Arranca I-2	1					Ensamblar	4	Arranca
Rebabeado manual	3			Tiempo muerto	2			
Desc. Ens.	2	Tiempo muerto	5	Descarga	2	Inyección	10	
Carga ens.	1			carga	1			

Fuente: Monografías. *Ingeniería de Métodos*. <https://www.monografias.com/trabajos102/ingenieria-metodos/ingenieria-metodos>. Consulta: 12 junio de 2022.

²¹ Solo Industriales. *Diagramas Hombre – Máquina*. <https://soloindustriales.com/diagramas-hombre-maquina/>. Consulta: 5 de noviembre de 2020.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE MANUFACTURA

2.1. Análisis del departamento de producción

En la situación actual de la línea de manufactura se inicia analizando el departamento de producción por medio de sus diferentes áreas de trabajo.

2.1.1. Recepción de materia prima

La materia prima ingresa a la planta por el área de recepción de proveedores (figura 10) la cual se encuentra en la parte frontal de la planta. En este lugar los camiones de los distintos proveedores descargan los diferentes materiales los cuales son transportados por medio de transpaletas o “mulas”, las cuales lo transportan ya sea directamente al almacén, o como es el caso de las harinas, se transportan a un espacio destinado en el área de producción llamado Bodega de Harinas (figura 11).

El departamento de producción realiza una planificación semanal de la producción, luego con la información necesaria se hace la solicitud de los materiales al área de almacén para verificar que se cuente con lo necesario y de esta forma abastecer a las líneas de producción. El almacén se encuentra en el segundo nivel de la planta de producción por lo que es necesario utilizar un elevador para transportar la materia prima hasta el área de producción (figura 12). Luego de ser llevado al primer nivel se transporta a las diferentes áreas de trabajo.

Figura 10. **Área de Recepción de proveedores**



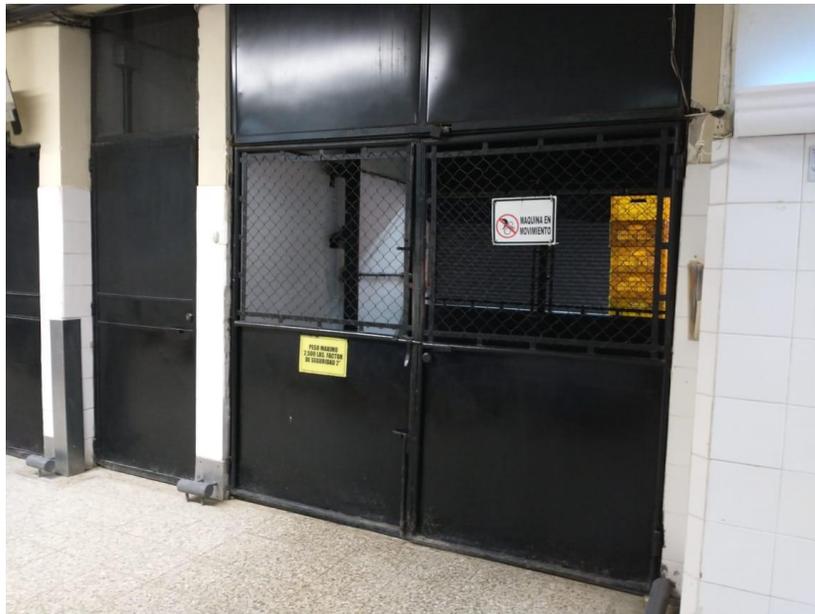
Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

Figura 11. **Bodega de harinas**



Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

Figura 12. Elevador



Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

2.1.2. Almacenamiento

La mayoría de la materia prima es almacenada en el área de almacén a excepción de las harinas y algunas especies que son almacenadas en la Bodega de Harinas.

En el área de almacén se distribuyen las materias primas según su clasificación, ya sean frías o secas. Lo que es seco se coloca en estanterías, los cuales son distribuidos según la necesidad y el peso. Los materiales fríos son llevados a los refrigeradores y estos son distribuidos según la temperatura que ameriten.

2.1.3. Despacho de materia prima

El despacho de materia prima es un proceso sencillo porque se solicita lo necesario a el área de almacén, verifican y separan lo que será transportado a el área de producción y se coloca en el elevador, el cual lo transporta al primer nivel y enseguida por medio de la transpaleta es distribuido para las diferentes líneas de producción.

2.1.4. Manejo de inventario

El manejo de inventarios es un proceso clave para la gestión estratégica de la empresa. Poseen un método de control de inventarios PEPS, el cual consiste en realizar las salidas de productos en el orden de Primeras entradas, primeras salidas. Es decir, las unidades de mercaderías que llevan más tiempo en el almacén van a ser las primeras en salir para su utilización respectiva. Este método es utilizado ya que la empresa se basa en productos perecederos.

Además, poseen un *stock* de seguridad el cual les permite tener un nivel extra de existencias que se mantienen en almacén para cualquier tipo de variación en la demanda, suministro o producción.

2.2. Análisis de la línea de manufactura de alimentos perecederos

Se realiza un análisis de la línea de manufactura de alimentos perecederos partiendo de los tres productos a evaluar.

2.2.1. Descripción del producto

- **Producto TIPO I**

Consiste en un rollo de masa briochada con canela y mezcla de azúcar, rociado sobre una delgada capa de mantequilla. La masa es enrollada y cortada en porciones individuales.

Ingredientes: Harina dura, sal, azúcar, margarina, leche, levadura fresca, huevo, canela y mantequilla.

- **Producto TIPO II**

Consiste en una variedad de pan que se caracteriza por emplear harina de trigo, por ser mucho más largo que ancho y por su corteza crujiente.

Ingredientes: Harina dura, huevo, levadura y agua.

- **Producto TIPO III**

Consiste en un pan de sabor dulce con consistencia tostada, de forma alargada, cubierto de azúcar.

Ingredientes: Harina, mantequilla, azúcar, polvo de hornear.

2.2.1.1. Descripción general del proceso para cada producto

- Para empezar, se realiza la masa la cual es elaborada con harina, huevos, mantequilla, entre otros.

Como primer paso se mezcla el azúcar con la mantequilla hasta formar una crema color amarillenta y cremosa.

Luego se añade el huevo y se mezcla hasta que se incorpore por completo, entonces se añade poco a poco la harina y se continúa mezclando hasta formar una masa homogénea y suave.

Se traslada hacia la mesa de trabajo la cual fue enharinada previamente y se procede a amasar manualmente, se estira la masa hasta tener el grosor deseado y luego se le coloca la canela con azúcar. Se enrolla la masa y se va cortando.

Previamente los moldes fueron engrasados para colocar la masa ya cortada, luego encima se le esparce una capa de clara de huevo a la masa.

Por último, se lleva a fermentar y luego al horno para su respectiva cocción. Se le coloca la tapadera al molde listo para su almacenamiento.

- Se elabora la masa con los ingredientes descritos; harina, agua, levadura y huevo.

Se traslada a una superficie plana, la cual se enharina previamente y se estira la masa, se amasa para darle la forma correspondiente y el largo acorde a los moldes.

Previamente fueron engrasados los moldes en los cuales se coloca la masa ya moldeada.

Por último, se lleva a fermentar ya en los moldes colocados y luego al horno para su respectiva cocción. Se desmolda y se empaca.

- Para el producto Tipo III se realiza la masa la cual es elaborada con harina, mantequilla, polvo de hornear, entre otros.

Como primer paso se mezclan los ingredientes sin la harina hasta que se complementen entre ellos.

Luego se añade la harina hasta que se incorporen por completo los ingredientes y se forme una masa homogénea y suave.

Se traslada hacia la mesa de trabajo en la cual se proceden a pesar las bolitas y se procede a amasar la masa hasta estirla del largo deseado, luego se le coloca el azúcar por encima.

Previamente los moldes fueron engrasados para poder colocar el producto.

Por último, se lleva al horno para su respectiva cocción. Se empacan en bolsas de 5 unidades.

2.2.1.2. Descripción y división de los elementos que intervienen en el proceso

La división de la operación en elementos se refiere a identificar cada uno de los elementos que intervienen en el proceso. Es necesario tomar en cuenta tres reglas:

- Los elementos deben ser de fácil identificación,
- Deben ser breves,
- Separar elementos de máquina y manuales.

Tomando en cuenta lo antes descrito se procede a describir los elementos que intervienen en el proceso de manufactura de alimentos perecederos.

- Mezclado

Consiste en preparar la masa dependiendo del producto a elaborar, es la primera parte del proceso de producción. Se utiliza una batidora industrial la cual se llena con la ayuda de un perol y se cambia el aspa dependiendo de la consistencia que se necesita para la masa.

- Fermentación

En el fermentador se coloca la masa ya amasada y cortada dependiendo del producto, se deja el tiempo necesario para que la masa se fermente y tenga la consistencia necesaria. Luego de esto se puede dar paso a su cocción.

- Laminado

Esta operación se realiza previo a amasar la masa, ya que de esta forma se estira la masa para que sea más cómoda su manipulación al momento de estirar con rodillo.

- Formado

Esta operación se realiza luego de obtener la mezcla o masa deseada. Y, consiste en formar la masa y estirla dependiendo del producto que se esté elaborando. Se utiliza un rodillo para realizar esta acción.

- Cortar

Consiste en cortar ya sea el bizcocho o a la masa para los roles de canela, entre otros. Siempre dependiendo del producto que se esté elaborando, este proceso también es manual.

- Decoración

Existen diferentes productos los cuales necesitan de una decoración previo a su empaque.

- Carga de carros clavijeros para horno

Consiste en ir colocando los productos en diferentes moldes y luego en bandejas, las cuales son transportadas en los carros clavijeros, los cuales son llevados al horno para su cocción.

- Operación del horno

Consiste en prender el horno para que inicie el proceso de cocción de los productos, el cual se detiene cuando el producto cumple su tiempo de cocción.

2.2.2. Mano de Obra

La mano de obra está conformada por los colaboradores que realizan el esfuerzo físico y mental para la fabricación de un bien.

2.2.2.1. Personal Requerido

En la línea de manufactura de alimentos perecederos cuentan con un personal de 8 operadores, los cuales elaboran diferentes productos adentro de la línea de producción, se rotan dependiendo del producto que se esté realizando debido a la experiencia de cada uno, por la actividad que realizan se dividen de la siguiente forma:

- Amasador
- Cortadores
- Moldeadores
- Decoradores
- Encargado

2.2.2.2. Turnos de trabajo

En el departamento de producción específicamente en la línea de manufactura de alimentos perecederos existe un único turno de trabajo que puede extenderse según la demanda. El horario es el siguiente:

- Diurno de 6:00 a 17:00 horas

Como trabajan más de las 8 horas al día, según el código de trabajo deben recibir la remuneración correspondiente a la hora extraordinaria.

De igual forma poseen 20 minutos de desayuno y 30 minutos de almuerzo, poseen 1 día de descanso que se da el domingo.

2.2.3. Maquinaria

En la línea de producción de alimentos perecederos se cuenta con la siguiente maquinaria para la fabricación de los diferentes productos:

- Batidora Industrial

Se utiliza para mezclar las masas que serán utilizadas dentro de la línea de manufactura para elaborar los diferentes productos. Sustituye el trabajo manual a través de un sistema mecanizado que permite producir continuamente grandes cantidades de masa. Están compuestas por:

- Un perol que contiene los ingredientes
- Un elemento de batido o de amasadura
- Los motores que accionan los movimientos de la herramienta del planetario
- Correlación de procesos tecnológicos que permite a los operadores tener control en el proceso de batido y de otros trabajos como la programación de tiempos y velocidades.

- Fermentador

Este tipo de maquinaria es usada para la fermentación de la masa, es uno de los momentos más delicados en el proceso de elaboración de los diferentes productos ya que la masa necesita alcanzar condiciones específicas para posteriormente llevarla al horno.

El fermentador permite controlar el nivel de calor y humedad necesaria para cada producto logrando los resultados deseados.

- Horno

Este equipo es destinado específicamente para los trabajos térmicos de cocción. Posee una alta potencia y capacidad para tratar con una gran cantidad de productos, así como para operar por un largo periodo de tiempo en cocción de alimentos.

- Laminadora

Es un equipamiento industrial de panificación y pastelería diseñado para convertir la masa en una lámina más delgada.

2.2.3.1. Estado actual de la maquinaria

Actualmente el estado de la maquinaria que se encuentra dentro de la línea de manufactura de alimentos perecederos es el siguiente:

- Batidora Industrial

La batidora industrial dentro de la línea de manufactura, presenta fallos en los cambios de velocidades, paros continuos y no refina bien la masa debido a que no da el giro correspondiente para la incorporación de los ingredientes, además el cronometro no funciona, por lo tanto, hay que tomar el tiempo manualmente. La pintura se encuentra en mal estado, y además rechina al momento de funciona.

Figura 13. **Batidora Industrial**



Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

- Fermentador

El fermentador que se encuentra dentro de la línea de manufactura presenta fuga de agua, empaques de las puertas en mal estado, fallos en el panel de control de la temperatura y por lo tanto descontrol en la temperatura. Además, una de las puertas está caída y la luz que se encuentra dentro del fermentador está quemada.

Figura 14. **Fermentador**



Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

- Horno

El horno que se encuentra dentro de la línea de manufactura presenta fallos en la inyección de vapor, el gancho de soporte de los carritos clavijeros se encuentra en mal estado, la tapadera del panel de control está quebrada y no hornea uniformemente.

Figura 15. Horno



Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

- Laminadora

La laminadora que se encuentra en el área de manufactura no posee guarda de seguridad, no está nivelada, los rodillos y la pintura se encuentra en mal estado.

Figura 16. **Laminadora**



Fuente: elaboración propia, Empresa de distribución de productos perecederos, zona 5.

2.2.3.2. Mantenimiento de la maquinaria

El mantenimiento de la maquinaria y equipo permite la conservación del servicio. Tiene lugar debido a las constantes amenazas que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema, maquinaria o equipo.

El mantenimiento se debe a la necesidad de optimizar el rendimiento de las unidades y componentes industriales, los cuales son parte del proceso dentro de las instalaciones de la planta industrial.

El objetivo principal del mantenimiento es brindar instalaciones en óptimas condiciones que aseguren una disponibilidad total del sistema, en el cual existe una carencia de errores y fallas.

Existen diferentes tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, dentro de la empresa se maneja el siguiente mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo o también llamado mantenimiento planificado, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería. Se efectúa aun sin la existencia de algún error en el sistema.

Se programa la fecha en que será realizado, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa. Además, se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo tanto, se aprovecha las horas ociosas de la planta.

Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se especifica el procedimiento a seguir, las actividades a realizar, esto con el fin de contar con las herramientas y repuestos necesarios al momento de la realización.

2.2.4. Estudio de tiempos

Esta técnica permite establecer un estándar de tiempo aceptable para la realización de una tarea determinada, utilizando como referencia la medición del contenido de trabajo y con la debida consideración de la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables.

2.2.4.1. Tiempo observado

El tiempo observado es la recopilación de datos que el analista utiliza como base para la determinación del tiempo normal y estándar.

En este caso la empresa no cuenta con datos históricos para su utilización. Por lo que no se tiene un resultado de tiempo promedio para su uso respectivo en el tiempo normal y estándar.

2.2.4.2. Tiempo normal

El tiempo normal se define como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para la realización de una operación.

Su cálculo es el resultado de la multiplicación del tiempo promedio por el factor de actuación, debido a que no se cuenta con estos valores no es posible determinar un tiempo normal.

$$TN = TP * Fa$$

2.2.4.3. Tiempo estándar

El tiempo estándar se calcula mediante los tiempos cronometrados, estos son obtenidos por medio de las observaciones. Se toma el valor del tiempo cronometrado y se agrega el valor de las tolerancias y el factor de actuación los cuales son calculados con anterioridad.

El tiempo estándar utiliza como base el tiempo normal por lo que debido a la falta de un tiempo normal no existe tampoco un tiempo estándar dentro de la línea de manufactura de alimentos perecederos.

2.2.5. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es el análisis meticuloso de los movimientos que realiza un colaborador al realizar una tarea, con la finalidad de reducirlos.

2.2.5.1. Diagrama actual del flujo del proceso DFP

El diagrama de flujo de proceso o flujograma representa gráficamente un proceso, es decir cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa del proceso que se está desarrollando.

2.2.5.1.1. Técnicas de trabajo utilizadas

La línea de manufactura de alimentos perecederos en la que se lleva a cabo el estudio, requiere de operaciones que en su mayoría son manuales, a

continuación, se describe la manera en que se realizan algunas de las actividades relevantes que son parte de las técnicas actuales de trabajo y que también son parte importante del proceso.

2.2.5.2. Diagrama actual de operaciones del proceso DOP

Actualmente no se cuenta con un diagrama de operaciones del proceso en el cual especifique la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos y materiales que se utilizan dentro de la línea de manufactura de alimentos perecederos.

2.2.5.3. Diagrama actual del recorrido del proceso DRP

En la empresa no cuentan con un diagrama de recorrido el cual es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestran la ubicación de todas las actividades en el diagrama del flujo del proceso.

2.2.5.3.1. Deficiencias de la distribución en planta

El tipo de distribución de la planta es por área, ya que se elaboran diferentes productos los cuales requieren de máquinas y procesos distintos. Existe el área de salsas, panadería, pastas, además poseen una bodega de harinas en el área de producción y un área de medidas.

Las diversas áreas de trabajo se encuentran afectadas por el tipo de instalaciones, ya que el terreno es pequeño y todo ha sido acoplado al tamaño

de este. Debido al espacio reducido se puede originar pérdida de tiempo en los traslados de material y el manejo de los materiales dentro del área de trabajo.

Visualmente algunas de las deficiencias de la distribución en planta son las siguientes:

- Ubicación inadecuada de la maquinaria dentro de la línea de producción.
- Existencia de más de un área de almacenaje de materia prima.
- No existe una adecuada señalización que permita identificar el área de trabajo para cada tipo de producto.

2.2.5.4. Diagrama actual hombre-máquina

El diagrama de procesos hombre- máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo.

Actualmente la empresa no cuenta con un diagrama hombre- máquina el cual muestre la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina.

2.2.5.4.1. Tiempos productivos e improductivos

Debido a que el diagrama hombre - máquina determina los tiempos productivos e improductivos tanto de las máquinas como del operador y puesto que en la empresa no cuentan con este diagrama es imposible hacer una determinación de los tiempos productivos e improductivos.

2.2.5.4.2. Tiempos de carga y descarga de máquinas

Ya que no se cuenta con un diagrama hombre- máquina, no se poseen los datos de tiempo de carga y descarga de las máquinas.

2.2.6. Análisis de los métodos actuales de trabajo

A causa de la contingencia mundial de la pandemia Covid-19 se están trabajando producciones pequeñas, ya que muchos de los restaurantes a donde se distribuyen algunos de los productos están cerrados.

La programación de la producción para cada semana se basa en el orden de las requisiciones, esta programación es entregada al jefe de producción quien se encarga de la distribución y ejecución de la producción de cada una de las áreas. Es conveniente que se ordene la producción basándose en los productos y sabores de tal manera que si existe similitud entre un pedido y otro estos se trabajen consecutivamente con el objetivo de reducir los tiempos de limpieza ya que esta se tiene que realizar en cada cambio de salado a dulce.

En el área de panadería actualmente trabajan ocho personas quienes se encargan de realizar todas las tareas que en esta área se requieren. Realizando rotación de puestos constantemente.

Es de gran importancia tomar en cuenta el aspecto ergonómico ya que en toda el área de panadería se trabaja de pie y no se cuenta con una mesa adecuada donde puedan realizar cada una de las tareas. Además, se considera que el impacto provocado en el operador debido a la incomodidad del trabajo se ve reflejado en el rendimiento del mismo.

Las condiciones de seguridad e higiene bajo las cuales se realiza el proceso son consideradas inadecuadas por lo siguiente:

- Falta de señalización dentro de la planta y las exposiciones a peligros.
- El tipo de material con el cual se trabaja (harina), puede ser esparcido en el área de trabajo y provocar accidentes.
- En el área de trabajo no se realiza limpieza frecuente.
- Los carros de bandejas y los carros clavijeros para horno no tienen un espacio específico dentro del área de trabajo y estos pueden provocar accidentes.

3. PROPUESTA DE LA NORMALIZACIÓN DEL PROCESO

El estudio de tiempos se lleva a cabo en tiempo real, en la realización de 3 distintos productos dentro de una línea de manufactura de una empresa distribuidora de alimentos perecederos. Los tiempos fueron tomados a 8 colaboradores los cuales realizaron sus actividades de manera habitual, además se tomaron en cuenta los retrasos personales, de producción y desperfectos de las máquinas.

3.1. Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos como fue antes descrito es una técnica que permite determinar el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada, considerando la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables del operador.

3.1.1. Tiempos de observación

Con el propósito de conocer los tiempos exactos para la realización de las operaciones en el proceso de producción de productos perecederos, se procede a registrar tiempos, haciendo uso del equipo necesario como: cronometro, tabla de apoyo, lapicero, calculadora y hojas para el registro de los tiempos.

El estudio se realiza en las áreas de trabajo respectivas; a través de observaciones a una distancia considerable del área de trabajo, con el fin de visualizar todos los movimientos y procedimientos empleados en el método actual de trabajo.

3.1.1.1. División de las operaciones en elementos

El proceso de elaboración de los diferentes productos lleva una secuencia de operaciones y es necesario identificar tanto el inicio como el final de los mismos. Para lograr esto es necesario observar algunos ciclos y se busca que los elementos sean lo más breve posibles. A continuación, se presenta la división de operaciones en elementos, específicamente todas las operaciones que se efectúan en la línea de producción de productos perecederos.

Se presenta la división de operaciones con numeración debido a que están enlazadas con las tablas IX, X, XI, por motivos del estudio.

- División de operaciones en el proceso de elaboración del producto TIPO I:
 1. Transporte de materia prima: los ingredientes almacenados deben ser transportados desde el área de almacenaje hasta el área de producción, transportando lo necesario para la producción del día para el producto TIPO I. Se movilizan por medio de transpaletas o mulas.
 2. Engrasado de moldes: antes de iniciar con la preparación del producto se procede a engrasar los moldes que serán utilizados.
 3. Medición de ingredientes: Se dosifican las fórmulas con las medidas exactas del producto TIPO I.
 4. Dosificación de ingredientes para mezcla: los ingredientes utilizados y medidos previamente son depositados en la batidora industrial.
 5. Mezclado: este proceso es realizado por una batidora industrial.

6. Vaciado de batidora: luego de completado el proceso de mezclado de la formula, se procede a vaciar encima de una mesa de trabajo para proceder a su manipulación.
7. Corte y pesaje: La masa se procede a cortar y medir, se realiza manualmente con la ayuda de un cortador y una pesa de reloj para obtener el tamaño exacto, luego se amasa en forma de bola para su fácil manipulación en la laminadora. Este proceso lo realizan dos operarios.
8. Laminado: La masa en forma de bola se traslada a la laminadora y se pasa la bola por dos rodillos que aplastan la masa y se obtiene una lámina ovalada.
9. Amasado: Previamente laminada la masa se procede a estirla con un rodillo para obtener el tamaño deseado.
10. Elaboración de producto: Se procede a colocar el relleno y decoración al producto.
11. Corte: luego de realizado el producto, se procede a cortar en pequeños pedazos los cuales deben ser del mismo tamaño.
12. Colocación en bandejas: Se procede a colocar los pedazos en cada bandeja previamente engrasada.
13. Fermentación: Se transportan los carritos con las bandejas de producto para su fermentación.

14. Cocción: Los productos luego de su fermentación son transportados al horno para su cocción.
 15. Enfriamiento: el producto luego de su cocción es transportado a un área de enfriamiento previo a su empaque.
 16. Empaque: se procede a colocar la tapadera y etiqueta con las indicaciones respectivas del producto, luego se procede a colocarlo en cajas plásticas las cuales son transportadas a el área de almacenaje.
- División de operaciones en el proceso de elaboración de producto TIPO II:
 1. Transporte de materia prima: los ingredientes almacenados deben ser transportados desde el área de almacenaje hasta el área de producción, transportando lo necesario para la producción del día para el producto TIPO II. Se movilizan por medio de transpaletas o mulas.
 2. Engrasado de moldes: Previo a la realización del producto se engrasan las latas que serán utilizadas para colocar el producto a realizar.
 3. Medición de ingredientes: Se dosifican las fórmulas con las medidas exactas del producto TIPO II.
 4. Dosificación de ingredientes para mezcla: los ingredientes utilizados y medidos previamente son depositados en la batidora industrial.
 5. Mezclado: este proceso es realizado por una batidora industrial.

6. Vaciado de batidora: luego de completado el proceso de mezclado de la formula, se procede a vaciar encima de una mesa de trabajo para proceder a su manipulación.
 7. Corte y pesaje: La masa se procede a cortar y medir, se efectúa manualmente con la ayuda de un cortador y una pesa de reloj para obtener el tamaño exacto, luego se amasa en forma de bola para proceder su fácil manipulación. Este proceso lo realizan dos operarios.
 8. Amasado: Luego de pesada la masa los operarios proceden a darle la forma del producto manualmente y a colocarlo en las latas.
 9. Fermentación: Se transportan los carritos con las bandejas de producto para su fermentación.
 10. Cocción: Los productos luego de su fermentación son transportados al horno para su cocción.
 11. Enfriamiento: el producto luego de su cocción es transportado a un área de enfriamiento previo a su empaque.
 12. Empaque: se procede a cortar y empacar el producto, se coloca la etiqueta con las indicaciones respectivas del producto, luego se procede a colocarlo en cajas plásticas las cuales son transportadas a el área de almacenaje.
- División de operaciones en el proceso de elaboración de producto TIPO III:

1. Engrasado de moldes: antes de iniciar con la preparación del producto se procede a engrasar los moldes que serán utilizados
2. Medición de ingredientes: Se dosifican las fórmulas con las medidas exactas del producto TIPO III.
3. Dosificación de ingredientes para mezcla: los ingredientes utilizados y medidos previamente son depositados en la batidora industrial.
4. Mezclado: este proceso es realizado por una batidora industrial.
5. Vaciado de batidora: luego de completado el proceso de mezclado de la formula, se procede a vaciar encima de una mesa de trabajo para proceder a su manipulación. Este proceso lo realiza un operador.
6. Corte y pesaje: La masa se procede a cortar y medir, se efectúa manualmente con la ayuda de un cortador y una pesa de reloj para obtener el tamaño exacto.
7. Elaboración de producto: Se procede a amasar la masa en forma de bola y se estira hasta obtener la forma deseada. Luego se le coloca azúcar únicamente por un lado del producto.
8. Cocción: Luego de colocarlos en los moldes se transportan al horno para su cocción.
9. Enfriamiento: el producto luego de su cocción es transportado a un área de enfriamiento previo a su empaque.

10. Empaque: se procede a colocar 5 unidades en una bolsa plástica la cual luego será sellada. Luego se procede a colocarlo en cajas plásticas las cuales son transportadas a el área de almacenaje.

3.1.1.2. Ciclos a Evaluar

Debido a que la planta no cuenta con registros de datos históricos y no es posible utilizar un método estadístico para determinar el número de ciclos, ya que se necesita tener un muestreo de tiempos para determinar la media y la desviación estándar. Es por esto que se utiliza el método de la *Westinghouse Electric Company* (ver anexo 1).

Puesto que el tiempo de ciclo es mayor a 60 min para cada producto y asumiendo que los ciclos realizados por año están por arriba de los 10 000, el número de ciclos a estudiar debe ser de 6.

3.1.1.3. Factor de actuación de los operadores

El factor de actuación de los operadores es una herramienta para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea. Uno de los métodos de calificación más utilizados es el desarrollado por la *Westinghouse Electric Company* (ver anexo 2), en donde se toman en cuenta cuatro factores, los cuales son: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La habilidad se determina por su experiencia, aptitud inherente como coordinación natural y ritmo de trabajo. Existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que presentan una evaluación de pericia aceptable. (Ver anexo 2).

El esfuerzo es la voluntad para trabajar con eficiencia. Se considera que este siempre bajo control del operario, el cual puede variar dependiendo de la oscilación hasta el exceso. Al igual que la habilidad posee sus seis grados para su evaluación. (Ver anexo 2).

Las condiciones son aquellas que afectan al operario y no a la operación, estas condiciones se pueden denominar ideas, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficiente, dependiendo de la actuación del operario. (Ver anexo 2).

La consistencia debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Cuando los valores elementales del tiempo se repiten constantemente indican una consistencia en el sistema para lo cual tenemos seis tipos de consistencias fundamentales. (Ver anexo 2).

Para obtener el valor deseado de actuación del operador, de acuerdo con el sistema Westinghouse (ver anexo 2), se toman los valores de la tabla en donde se determinan los porcentajes relacionados con la calificación de actuación y la fórmula para calcular el factor de actuación.

Se asignan los siguientes factores de actuación:

Tabla III. **Factor de actuación del amasador**

Máquina 1

Factores considerados	%	Criterio	Asignación
Condiciones de trabajo	-0,07	Deficientes	F
Consistencia	-0,02	Aceptable	E
Destreza o habilidad	0,03	Buena	C2
Esfuerzo o empeño	0,05	Bueno	C1
% TOTAL	-0,01		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Factor de calificación del operador = $1 + (-0,01) \%$

$F_c = 0,99$ o 99%

Tabla IV. **Factor de actuación del cortador**

Factores considerados	%	Criterio	Asignación
Condiciones de trabajo	-0,07	Deficientes	F
Consistencia	-0,02	Aceptable	C
Destreza o habilidad	0,08	Excelente	B2
Esfuerzo o empeño	0,02	Bueno	C2
% TOTAL	0,01		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Factor de calificación del operador = $1 + (0,01) \%$

$F_c = 1,01$ o 101%

Tabla V. **Factor de actuación del moldeador**

Máquina 2

Factores considerados	%	Criterio	Asignación
Condiciones de trabajo	-0,07	Deficientes	F
Consistencia	0,01	Buena	C
Destreza o habilidad	0,08	Excelente	B2
Esfuerzo o empeño	0,05	Bueno	C1
% TOTAL	0,07		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Factor de calificación del operador = $1 + (0,07) \%$

$F_c = 1,07$ o 107%

Tabla VI. **Factor de actuación del decorador**

Factores considerados	%	Criterio	Asignación
Condiciones de trabajo	-0,07	Deficientes	F
Consistencia	0,01	Buena	C
Destreza o habilidad	0,08	Excelente	B2
Esfuerzo o empeño	0,02	Bueno	C2
% TOTAL	0,04		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Factor de calificación del operador = $1 + (0,04) \%$

$F_c = 1,04$ o 104%

Tabla VII. **Factor de actuación del empacador**

Factores considerados	%	Criterio	Asignación
Condiciones de trabajo	-0,07	Deficientes	F
Consistencia	-0,02	Aceptable	E
Destreza o habilidad	0,06	Buena	C1
Esfuerzo o empeño	0,05	Bueno	C1
% TOTAL	0,02		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Factor de calificación del operador = $1 + (0,02) \%$

$F_c = 1,02$ o 102%

3.1.1.4. Determinación de las tolerancias

Para determinar la magnitud de las tolerancias las cuales permitirán el cálculo del tiempo normal se realiza una observación directa donde se analizan los siguientes aspectos:

Fatiga:

En el caso del cálculo del porcentaje de tolerancia asignable para los retrasos debido a fatiga se utiliza el porcentaje de los tiempos normales (ver anexo 3). Del cual se obtiene el valor de 4% de suplementos base por fatiga. Además, en el numeral dos, suplementos variables, describe elementos que crean retrasos por fatiga los cuales se analizan de acuerdo con las circunstancias atribuidas a las condiciones de trabajo:

- Suplemento por trabajar de pie 2 %
- Suplemento por postura anormal,
Incomoda (inclinada) 2 %
- Uso de la fuerza o de la energía muscular
(Levantar, tirar o empujar)
El peso levantado por el operario es
de 23 kilogramos aproximadamente 11 %
- Concentración intensa trabajo de cierta
precisión
Trabajos de precisión o fatigosos 2 %
- Ruido
Intermitente y fuerte 2 %
- Monotonía
Trabajo bastante monótono 1 %

El total del porcentaje asignado a suplementos por fatiga es del 20 %

Retrasos personales:

En el caso del cálculo del porcentaje de tolerancia asignable para los retrasos personales se emplea el porcentaje de los tiempos normales (ver anexo 3). Del cual se obtiene el valor de 5 % de suplementos por necesidades personales para hombres.

Retrasos inevitables:

Estas se derivan principalmente; a situaciones como la limpieza de las máquinas; batidora, cortadora y laminadora, por cambio de fórmula, hora de comida y paros.

La tabla muestra la asignación de las tolerancias de las máquinas, estos elementos extras que no dejan que el proceso sea continuo, lo que afecta la eficiencia de la línea de producción cuando son persistentes en cada ciclo.

Se realiza un estudio de siete días, con una duración de 56 horas en total, en este periodo se analiza el porcentaje de tiempo productivo e improductivo.

Tabla VIII. **Elementos extraños de estudio**

Día	Horas de estudio/ día	Tiempo improductivo	% de tiempo improductivo
1	8,5	1,5	17,64 %
2	6	1,25	20,83 %
3	8,75	0,75	8,57 %
4	7,5	1,5	20 %
5	8	2,25	28,12 %
6	9	1,25	13,89 %
7	8,25	1,5	18,18 %
Total	54,75 horas	10	18,17 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Como se observa en el cuadro anterior de las 54,75 horas hay 10 horas que son improductivas lo cual equivale a un 18,45 % del tiempo de estudio.

El 80 % del tiempo improductivo de la máquina (8 horas) se debe a factores como cambio de producto.

Es importante recordar que el tiempo que se utiliza para la limpieza del área de trabajo en cada cambio de formula toma un promedio de 5 minutos, aunque este tiempo no es considerado para la asignación de las tolerancias ya que es parte del proceso.

El 20 % restante del tiempo improductivo (2 horas) se debe a situaciones como errores de cálculo en la materia prima o falta de personal.

Como efecto de estudio solo se tomará en cuenta el 20 % del tiempo improductivo el cual corresponde a 2 horas dentro del estudio, y se calcula de la siguiente forma:

$$TOL = \frac{\sum(\text{Tiempo improductivo})}{\text{Tiempo total de observacion}} * 100 \%$$

$$TOL = \frac{2 \text{ horas}}{54,75 \text{ horas}} * 100 \%$$

$$TOL = 3,65 \%$$

La tolerancia para las máquinas es de 3,65 %

3.1.1.5. Tabular los datos

Para establecer la información referente a la normalización del estudio de tiempos con cronometro se empleó el Método regresos a cero el cual proporciona una lectura directa del tiempo en que se lleva a cabo cada tarea. Una de las desventajas de este método es que se toma más tiempo debido a que solamente se puede observar una tarea a la vez.

La tabla muestra los datos obtenidos de las observaciones realizadas a cada uno de los elementos que intervienen en los procesos de los productos TIPO I, II y III.

Tabla IX. Toma de tiempos para el producto tipo I

FECHA DEL ESTUDIO	Hoja 1				HOJA DE ESTUDIO												Planta de Producción	
	Estudio No. 1																Método: Actual	
	No. De Personas: 8																Hora: 8:00 a 16:00	
ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Producto TIPO I	
AREA: Productos Perecederos	Transporte de materia prima	Engrasado de moldes	Medición de ingredientes	Dosificación de ingredientes	Mezclado	Vaciado de batidora	Corte y pesaje	Laminado	Amasado	Elaboración de producto	Corte	Colocación en bandejas	Fermentación	Cocción	Enfriamiento	Empaque		
Ciclo																		
1	2'31"	6'28"	1'20"	0'14"	12'00"	0'20"	3'17"	4'38"	3'26"	12'38"	7'46"	18'48"	120'	18'00"	30'	10'30"		
2	1'14"	5'01"	1'47"	0'15"	12'00"	0'16"	3'40"	3'16"	3'13"	16'09"	8'30"	14'55"	150'	18'00"	30'	13'50"		
3	1'30"	5'20"	1'42"	0'21"	12'00"	0'14"	3'37"	4'28"	3'14"	12'30"	9'52"	15'33"	150'	18'00"	60'	9'49"		
4	2'10"	5'08"	1'30"	0'25"	12'00"	0'19"	4'40"	4'52"	3'00"	13'54"	7'30"	13'21"	120'	18'00"	30'	10'15"		
5	1'40"	5'46"	1'38"	0'23"	12'00"	0'15"	3'30"	4'14"	2'39"	18'16"	8'23"	13'36"	120'	18'00"	60'	9'34"		
6	1'52"	5'49"	1'34"	0'28"	12'00"	0'14"	4'07"	3'45"	2'19"	16'45"	9'34"	13'59"	120'	18'00"	30'	11'10"		
TOTAL	10,95"	33,53"	9,52"	2,10"	72,00"	1,63"	22,85"	25,22"	17,85"	90,17"	51,58"	90,20"	780	108	240	65,13"		
Observaciones	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Promedio	1,82"	5,59"	1,59"	0,35"	12,00"	0,27"	3,81"	4,20"	2,98"	15,03"	8,60"	15,03"	130	18	40	10,85"		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla X. Toma de tiempos para el producto tipo II

FECHA DEL ESTUDIO	Hoja 1				HOJA DE ESTUDIO								Planta de Producción
	Estudio No. 2												Método: Actual
No. De Personas: 8	Hora: 8:00 a 16:00												Analista: Cristina Mollinedo
ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
AREA: Productos Perecederos	Transporte de materia prima	Engrasado de moldes	Medición de ingredientes	Dosificación de ingredientes para mezcla	Mezclado	Vaciado de batidora	Corte y pesaje	Amasado	Fermentación	Cocción	Enfriamiento	Empaque	Producto: TIPO II
Ciclo													
1	2'31"	5'27"	1'00"	0'21"	10'00"	0'29"	8'48"	9'00"	133'	30'	30'	15'40"	
2	1'43"	5'30"	0'50"	0'25"	10'00"	0'26"	8'03"	10'58"	147'	30'	60'	13'38"	
3	2'15"	5'59"	0'48"	0'28"	10'00"	0'22"	5'18"	9'48"	142'	30'	45'	14'56"	
4	1'37"	4'46"	0'52"	0'29"	10'00"	0'27"	7'25"	7'50"	138'	30'	30'	13'42"	
5	1'48"	4'25"	1'02"	0'14"	10'00"	0'21"	6'34"	5'53"	135'	30'	50'	15'30"	
6	2'52"	5'18"	0'45"	0'15"	10'00"	0'18"	8'49"	8'04"	150'	30'	60'	14'32"	
TOTAL	12,73"	31,42"	5,28"	2,17"	60	2,38"	38,92"	49,55"	845	180	275	87,97"	
Observaciones	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Promedio	2,12"	5,23"	0,88"	0,36"	10,00"	0,39"	6,48"	8,26"	140,83"	30	45,83"	14,66"	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla XI. Toma de tiempos para el producto tipo III

FECHA DEL ESTUDIO	Hoja 1				HOJA DE ESTUDIO							Planta de Producción
	Estudio No. 1											Método: Actual
No. De Personas: 8	Hora: 8:00 a 16:00											Analista: Cristina Mollinedo
ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
AREA: Productos Perecederos	Transporte de materia prima	Engrasado de molinos	Medición de ingredientes	Dosificación de ingredientes para mezcla	Mezclado	Vaciado de batidora	Corte y pesaje	Elaboración del producto	Cocción	Enfriamiento	Empaque	Producto: TIPO III
Ciclo												
1	1'23"	3'06"	1'15"	0'34"	2'53"	0'10"	14'56"	12'13"	24'	30'	3'45"	
2	1'43"	3'00"	1'10"	0'40"	3'16"	0'14"	13'34"	12'20"	24'	22'	4'23"	
3	2'01"	3'09"	1'20"	0'21"	2'50"	0'11"	12'13"	9'51"	24'	30'	3'13"	
4	1'35"	3'08"	1'35"	0'18"	2'56"	0'07"	14'59"	8'08"	24'	24'	4'19"	
5	1'10"	2'59"	1'43"	0'20"	2'33"	0'09"	13'45"	10'32"	24'	20'	3'32"	
6	1'15"	3'03"	1'22"	0'25"	3'45"	0'12"	12'13"	9'54"	24'	30'	3'09"	
TOTAL	9,12"	18,42"	8,42"	2,63"	18,22"	1,05"	81,67"	62,97"	144	156	22,35"	
Observaciones	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Promedio	1,52"	3,07"	1,40"	0,44"	3,04"	0,17"	13,61"	10,50"	24	26	3,72"	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

3.1.1.6. Resultados

Se presentan los resultados del estudio de tiempos, proporcionando los datos del tiempo estándar para cada producto.

Tabla XII. Resultados producto tipo I

RESUMEN DEL ESTUDIO					
Área: Panadería			Estudio No. : 01		
Número de trabajadores: 8			Hoja: 1 De: 1		
PRODUCTO TIPO I			Fecha del estudio: jul 2021		
			Método: Analista: Cristina Mollinedo		
Tiempo estándar 300,08 min					
No. Elem	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TP (min)	FA %	Tol %	TS (min)
1	Transporte de materia prima	1,82"	99	20	2,16
2	Engrasado de moldes	5,59"	107	20	7,18
3	Medición de ingredientes	1,59"	99	20	1,89
4	Dosificación de ingredientes	0,35"	99	20	0,41
5	Mezclado	12,00"	100	3,65	12,44
6	Vaciado de batidora	0,27"	100	3,65	0,28
7	Corte y pesaje	3,81"	101	20	4,62
8	Laminado	4,20"	100	3,65	4,35
9	Amasado	2,98"	99	20	3,54
10	Elaboración del producto	15,03"	104	20	18,78
11	Corte	8,60"	101	20	10,42
12	Colocación en bandejas	15,03"	102	20	18,39
13	Fermentación	130,00"	100	3,65	134,74
14	Cocción	18,00"	100	3,65	18,68
15	Enfriamiento	40,00"	102	20	48,98
16	Empaque	10,85"	102	20	13,28
FACTOR DE ACTUACIÓN Y TOLERANCIAS			Notas: TP: Tiempo promedio FA: Factor de actuación Tol: Tolerancia TS: Tiempo estándar		
DESCRIPCIÓN	FA	Tol			
Amasador	99	20			
Cortador	101	20			
Moldeador	107	20			
Decorador	104	20			
Empacador	102	20			
Mezcladora	100	3,65			
Laminadora	100	3,65			
Fermentador	100	3,65			
Horno	100	3,65			
Cortador	100	3,65			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla XIII. Resultados producto tipo II

RESUMEN DEL ESTUDIO					
Area: Panadería		Estudio No. : 02			
Número de trabajadores: 8		Hoja: 1 De: 1			
PRODUCTO TIPO II		Fecha del estudio: jul 2021			
		Método:			
		Analista: Cristina Mollinedo			
		Tiempo estándar 290,21 min			
No. Elem	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TP (min)	FA %	Tol %	TS (min)
1	Transporte de materia prima	2,12"	99	20	2,52
2	Engrasado de moldes	5,23"	107	20	6,71
3	Medición de ingredientes	0,88"	99	20	1,04
4	Dosificación de ingredientes	0,36"	99	20	0,43
5	Mezclado	10,00"	100	3,65	10,36
6	Vaciado de batidora	0,39"	100	3,65	0,40
7	Corte y pesaje	6,48"	101	20	7,85
8	Amasado	8,26"	99	20	9,81
9	Fermentación	140,83"	100	3,65	145,97
10	Cocción	30,00"	100	3,65	31,09
11	Enfriamiento	45,83"	102	20	56,09
12	Empaque	14,66"	102	20	17,94
FACTOR DE ACTUACION Y TOLERANCIAS			Notas:		
DESCRIPCION	FA	Tol	TP: Tiempo promedio FA: Factor de actuación Tol: Tolerancia TS: Tiempo estándar		
Amasador	99	20			
Cortador	101	20			
Moldeador	107	20			
Decorador	104	20			
Empacador	102	20			
Mezcladora	100	3,65			
Laminadora	100	3,65			
Fermentador	100	3,65			
Horno	100	3,65			
Cortador	100	3,65			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Tabla XIV. Resultados producto tipo III

RESUMEN DEL ESTUDIO					
Area: Panadería		Estudio No. : 03			
Número de trabajadores: 8		Hoja: 1 De: 1			
PRODUCTO TIPO III		Fecha del estudio: jul 2021			
		Método: Analista: Cristina Mollinedo			
		Tiempo estándar 102,11 min			
No. Elem	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TP (min)	FA %	Tol %	TS (min)
1	Transporte de materia prima	1,52"	99	20	1,80
2	Engrasado de moldes	3,07"	107	20	3,94
3	Medición de ingredientes	1,40"	99	20	1,68
4	Dosificación de ingredientes	0,44"	99	20	0,52
5	Mezclado	3,04"	100	3,65	3,15
6	Vaciado de batidora	0,17"	99	20	0,20
7	Corte y pesaje	13,61"	101	20	16,49
8	Elaboración del producto	10,50"	104	20	13,10
9	Cocción	24,00"	100	3,65	24,88
10	Enfriamiento	26,00"	102	20	31,82
11	Empaque	3,72"	102	20	4,55
FACTOR DE ACTUACION Y TOLERANCIAS		Notas:			
DESCRIPCION	FA	Tol			
Amasador	99	20	TP: Tiempo promedio		
Cortador	101	20	FA: Factor de actuación		
Moldeador	107	20	Tol: Tolerancia		
Decorador	104	20	TS: Tiempo estándar		
Empacador	102	20			
Mezcladora	100	3,65			
Laminadora	100	3,65			
Fermentador	100	3,65			
Horno	100	3,65			
Cortadora	100	3,65			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

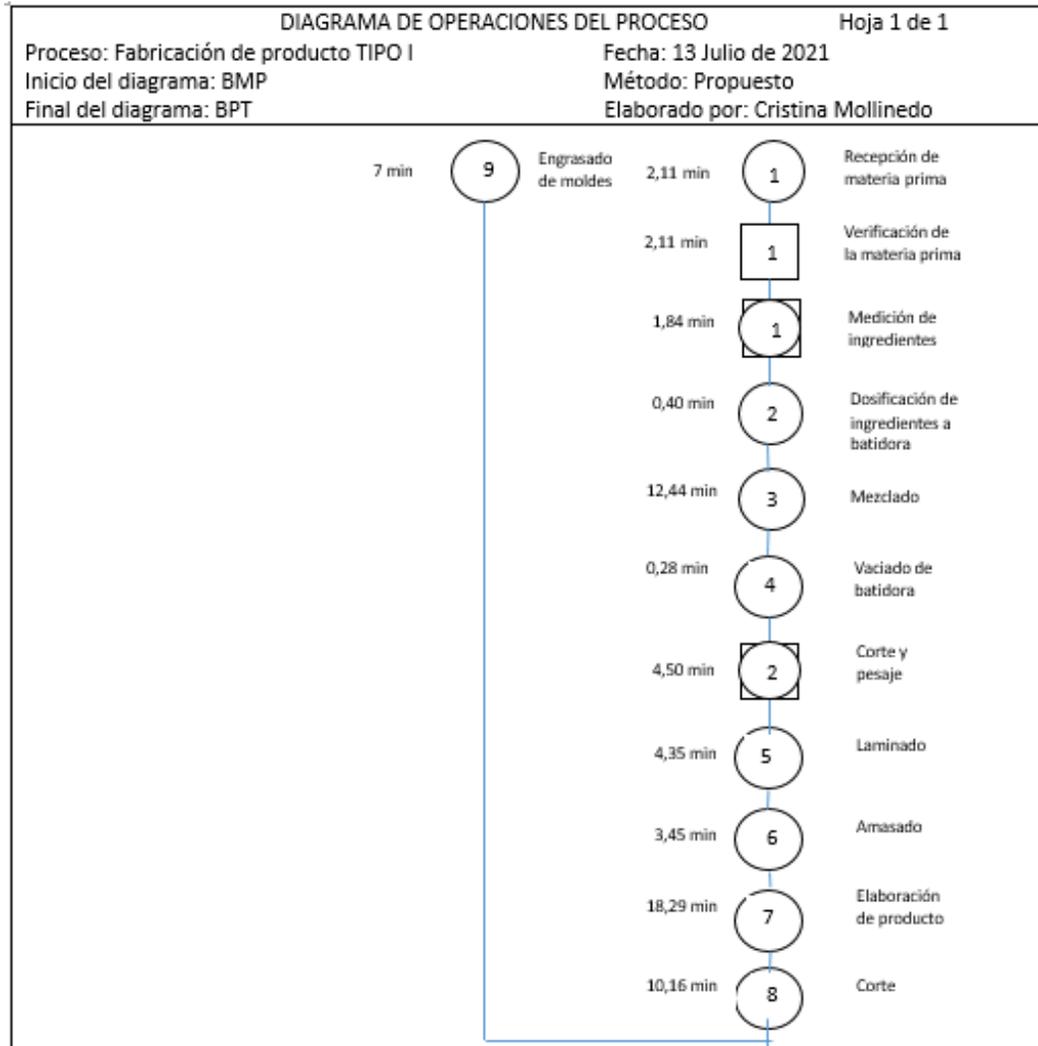
3.2. Estudio de Movimientos

A continuación, se presentan los diferentes diagramas que permitieron la evaluación de los movimientos de los colaboradores.

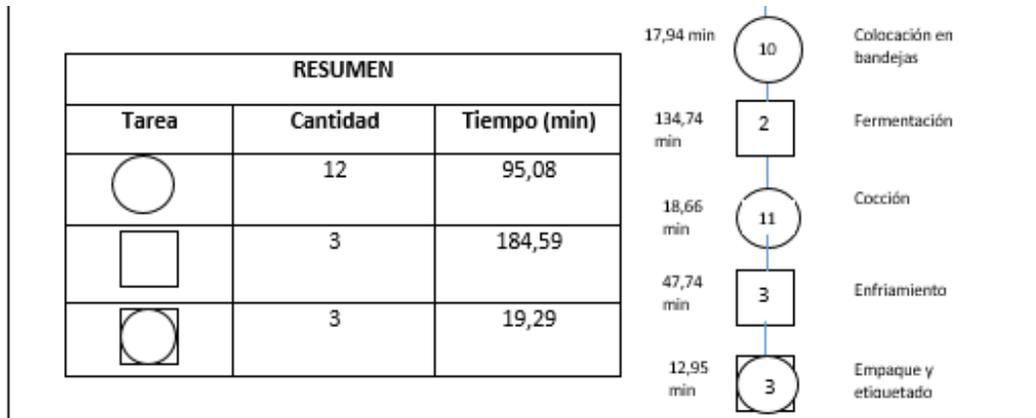
3.2.1. Diagrama propuesto de operaciones del proceso DOP

El diagrama de operaciones del proceso evalúa los tres productos desde su salida de bodega de materia prima hasta la bodega de producto terminado.

Figura 17. Diagrama propuesto de operaciones del proceso para el producto tipo I

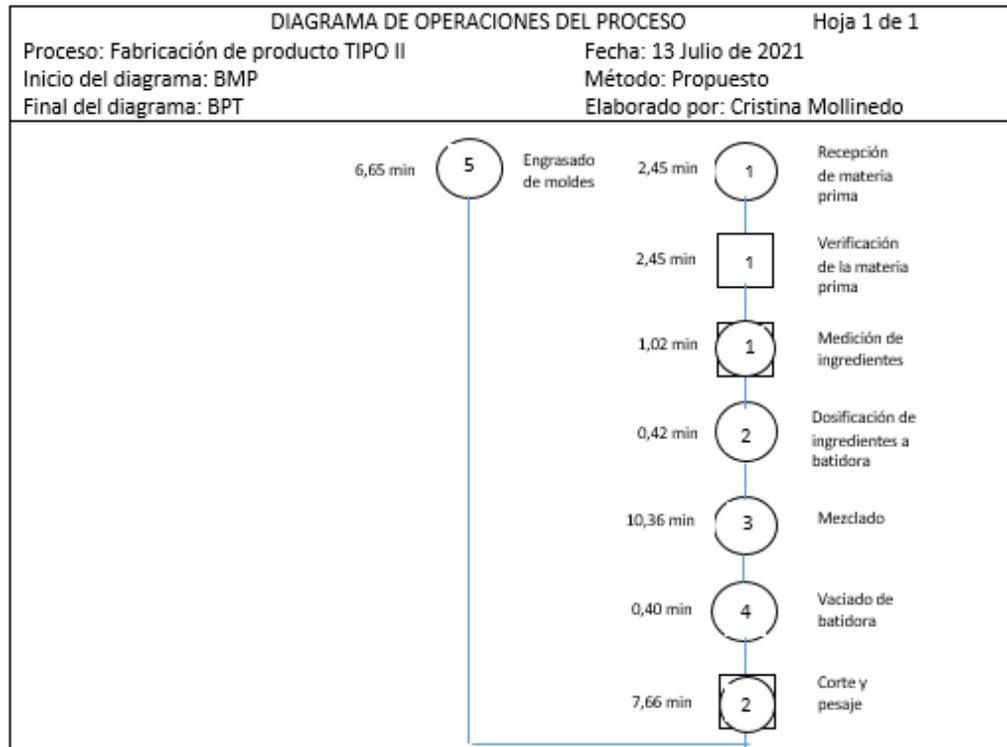


Continuación de figura 17.

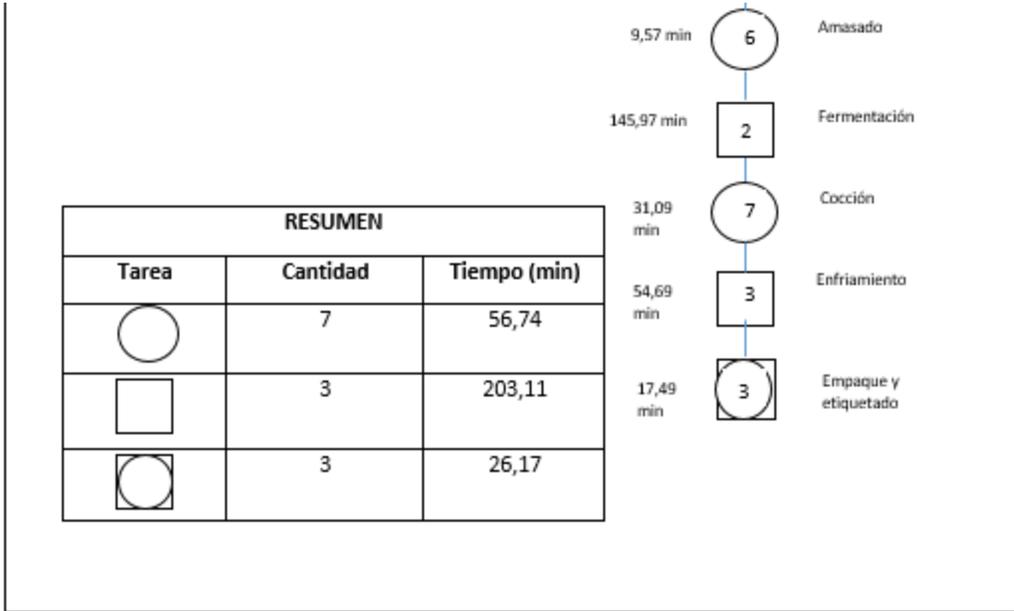


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 18. Diagrama propuesto de operaciones del proceso para el producto tipo II

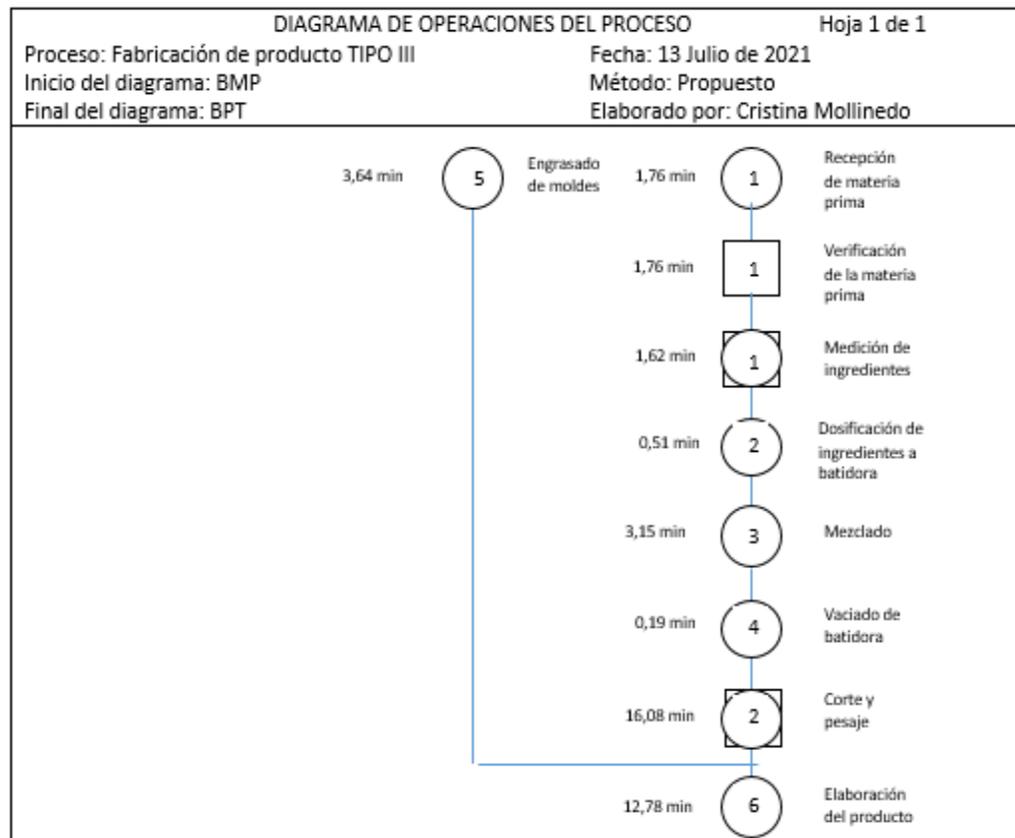


Continuación de figura 18.

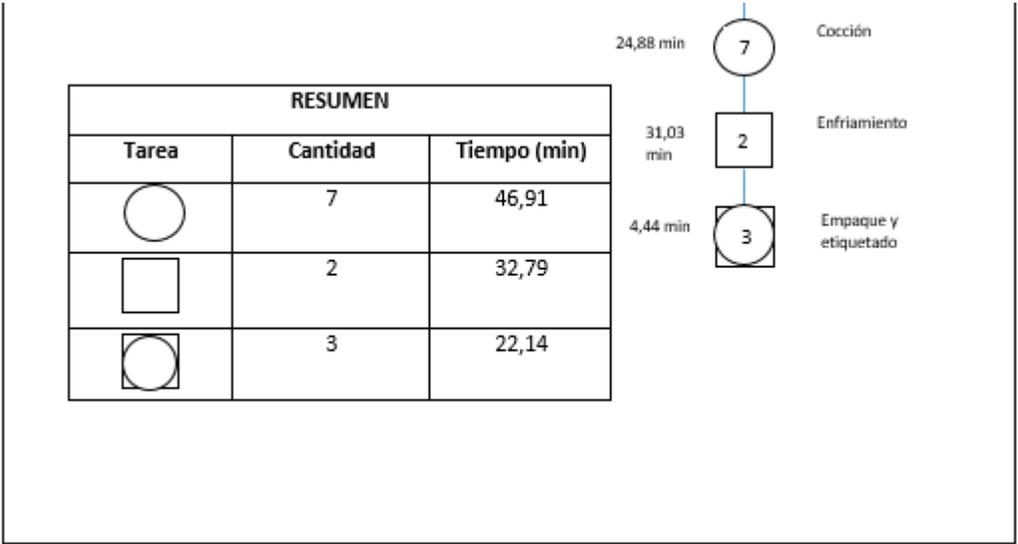


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 19. Diagrama propuesto de operaciones del proceso para el producto tipo III



Continuación de figura 19.

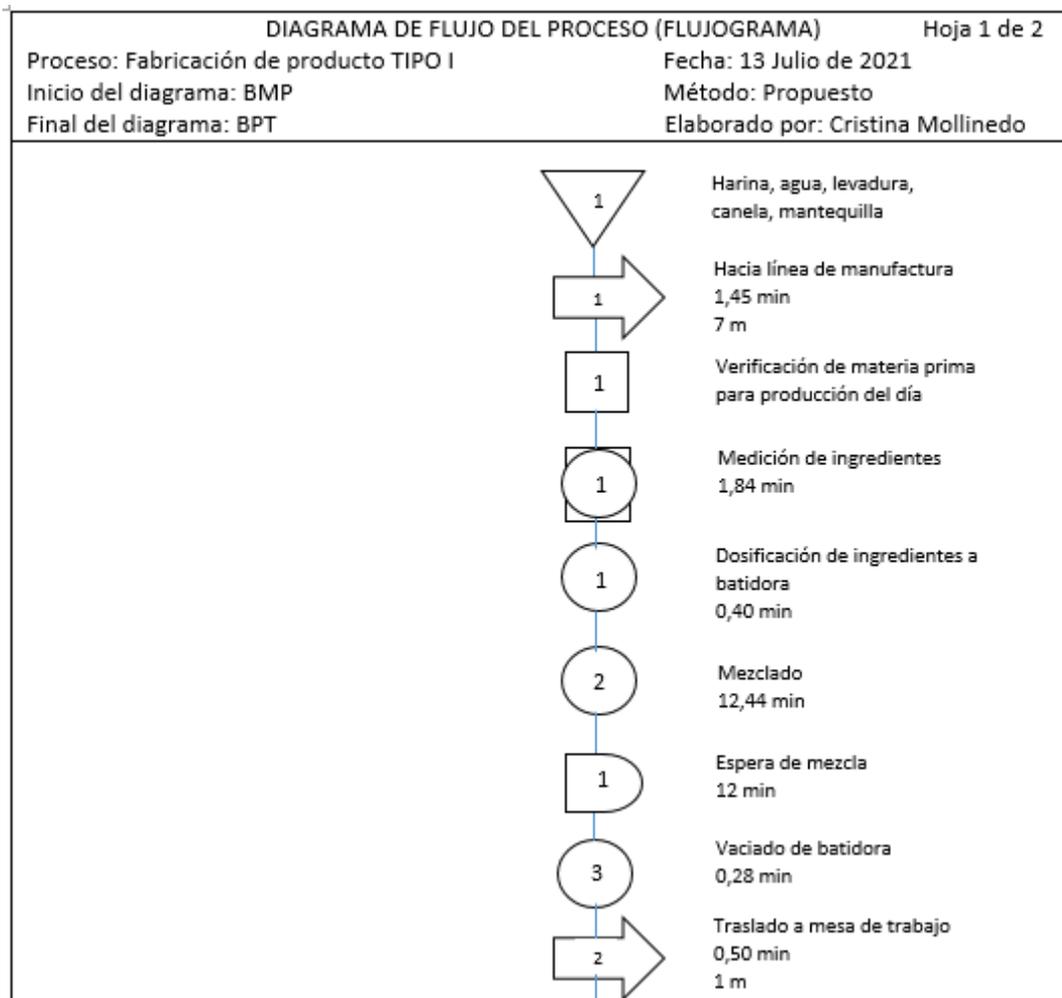


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

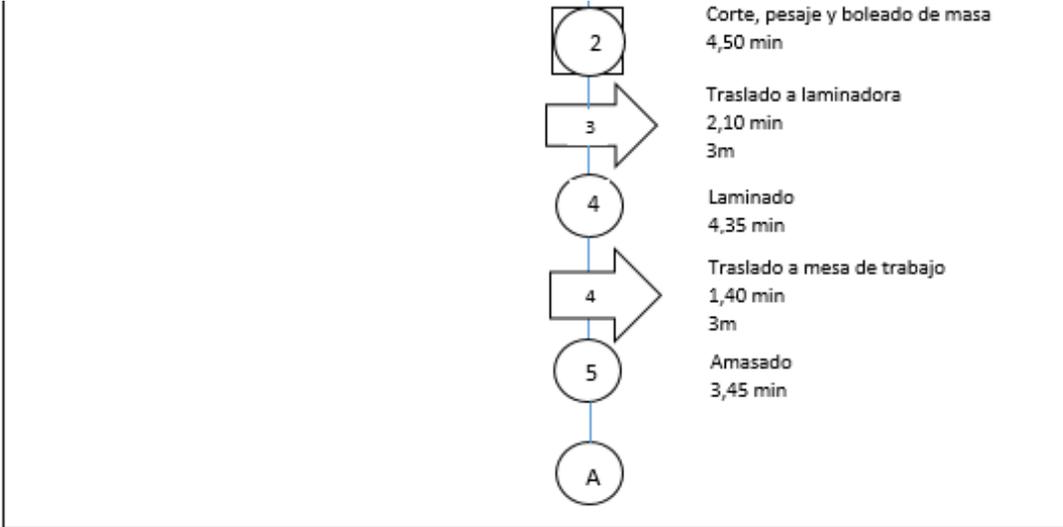
3.2.2. Diagrama propuesto de flujo del proceso DFP

El diagrama de flujo del proceso o Flujograma permite analizar el flujo de las actividades y de esta forma optimizar el proceso.

Figura 20. **Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo I, Hoja 1**

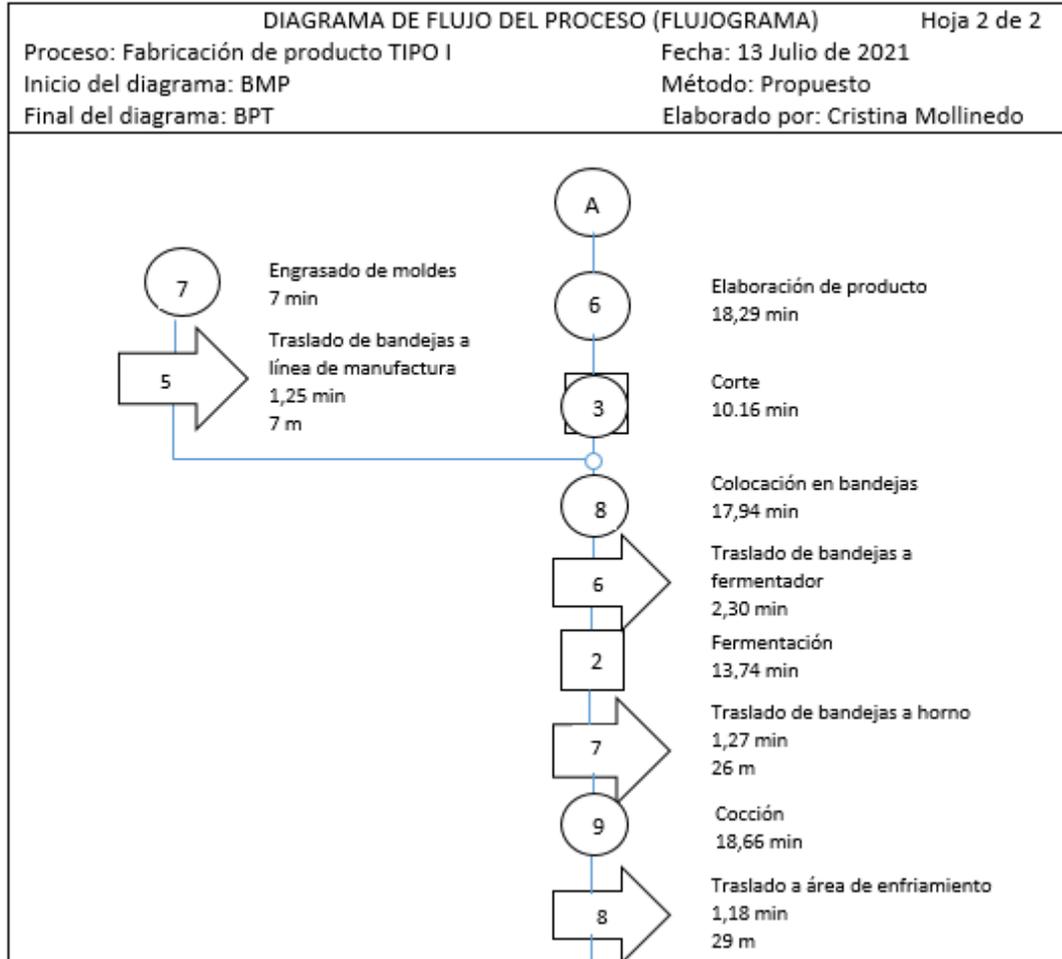


Continuación de figura 20.

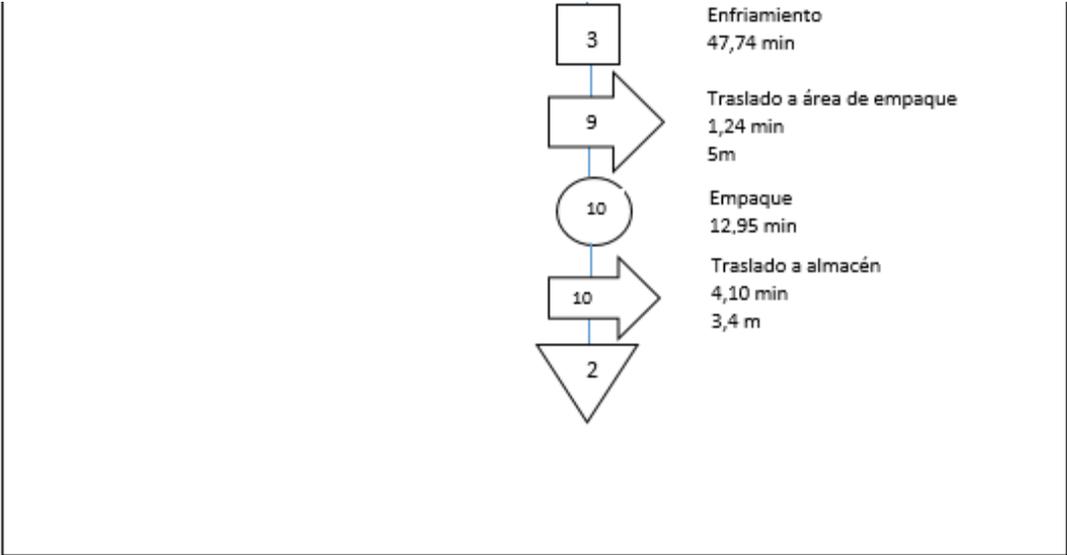


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 21. Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo I, Hoja 2

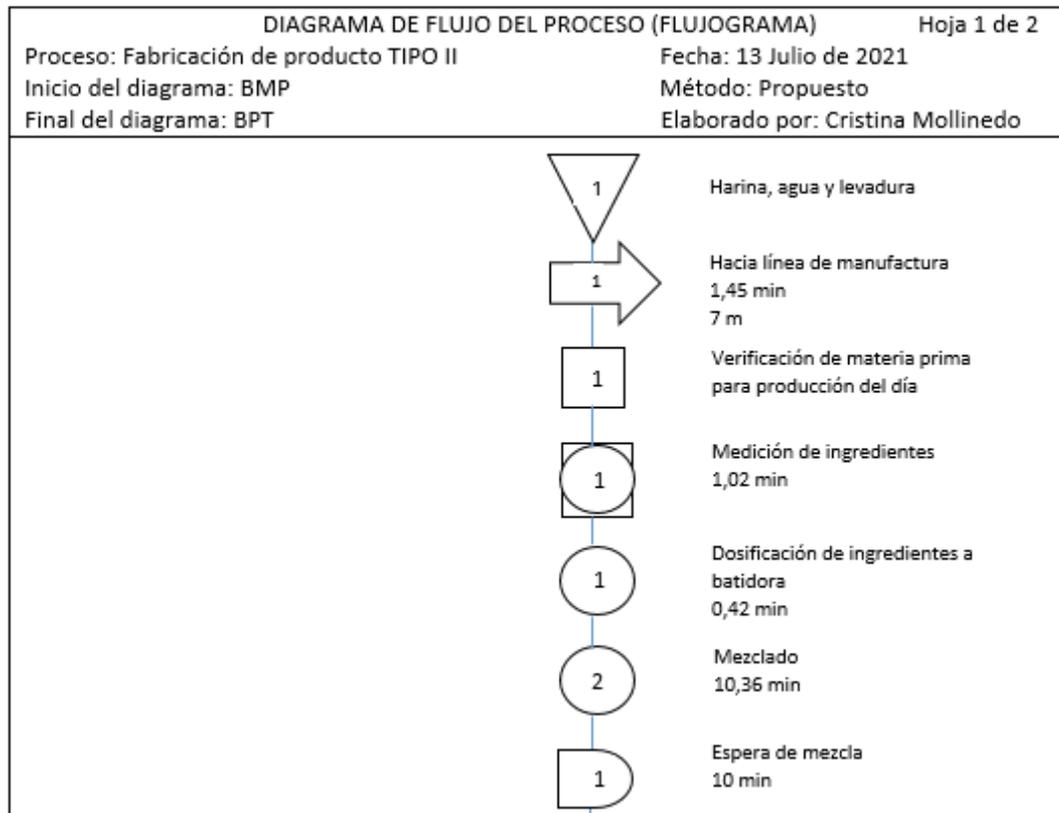


Continuación de figura 21.

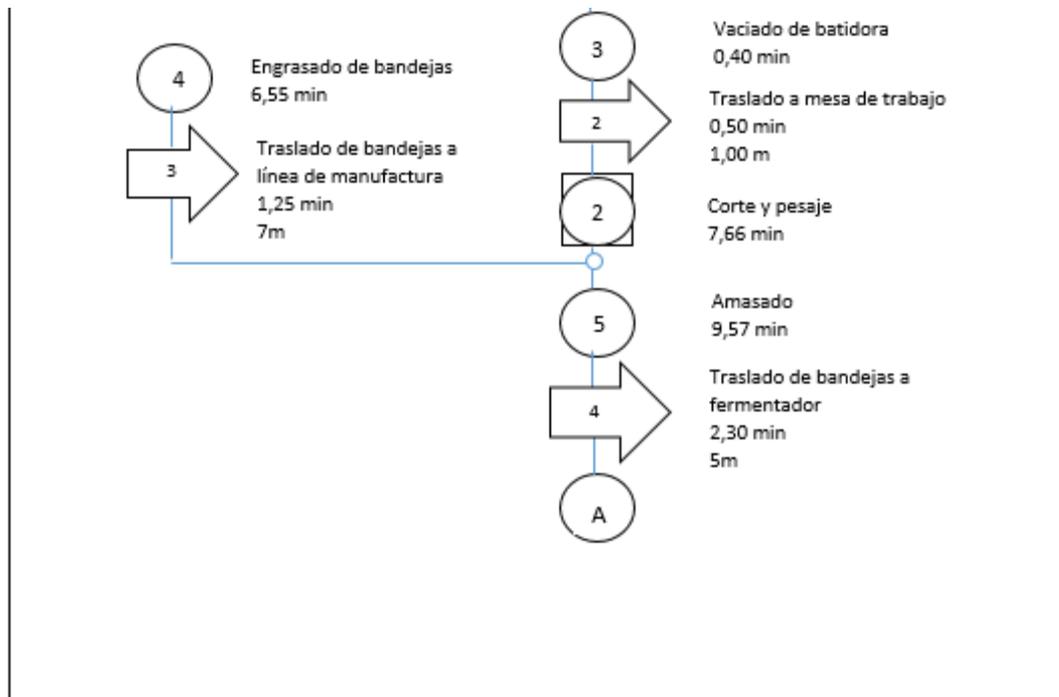


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 22. Diagrama propuesto de flujo de operaciones para el producto tipo II, Hoja 1

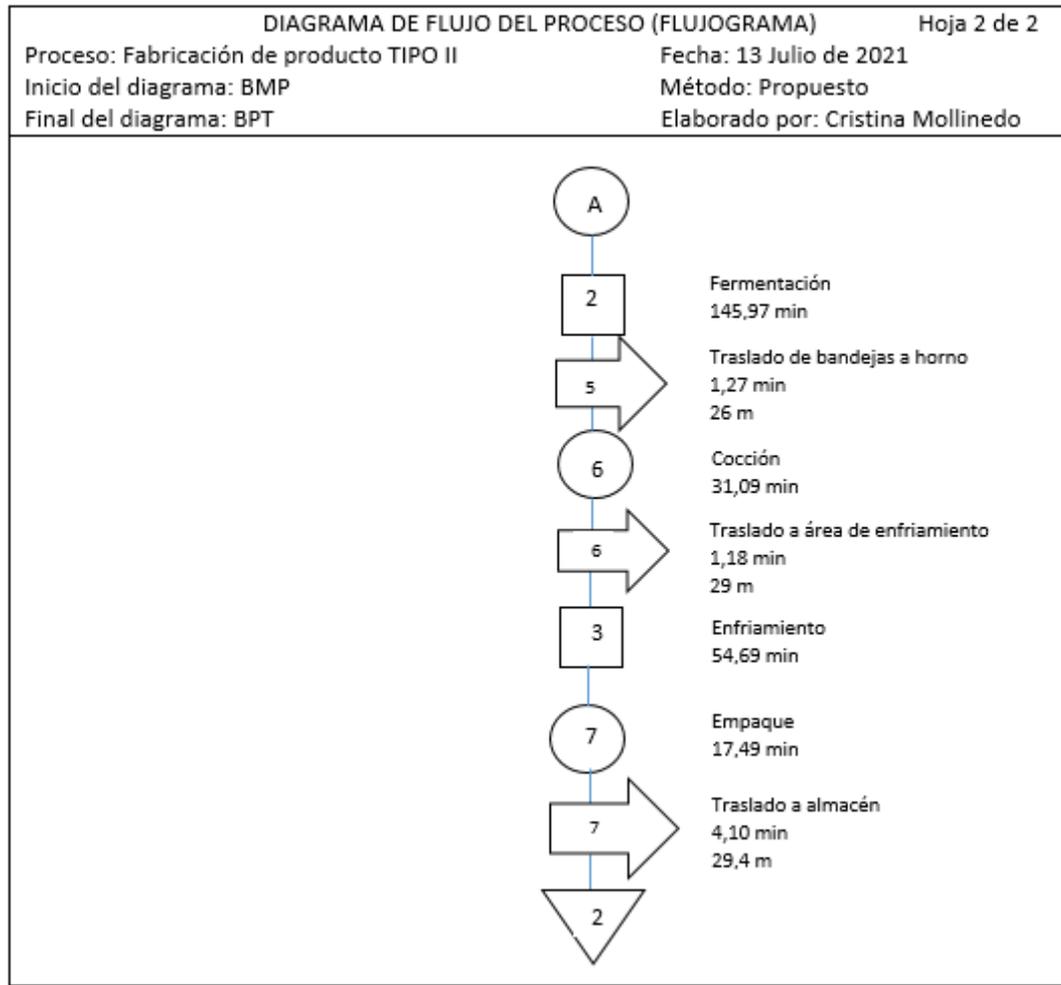


Continuación de figura 22.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 23. Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo II, Hoja 2

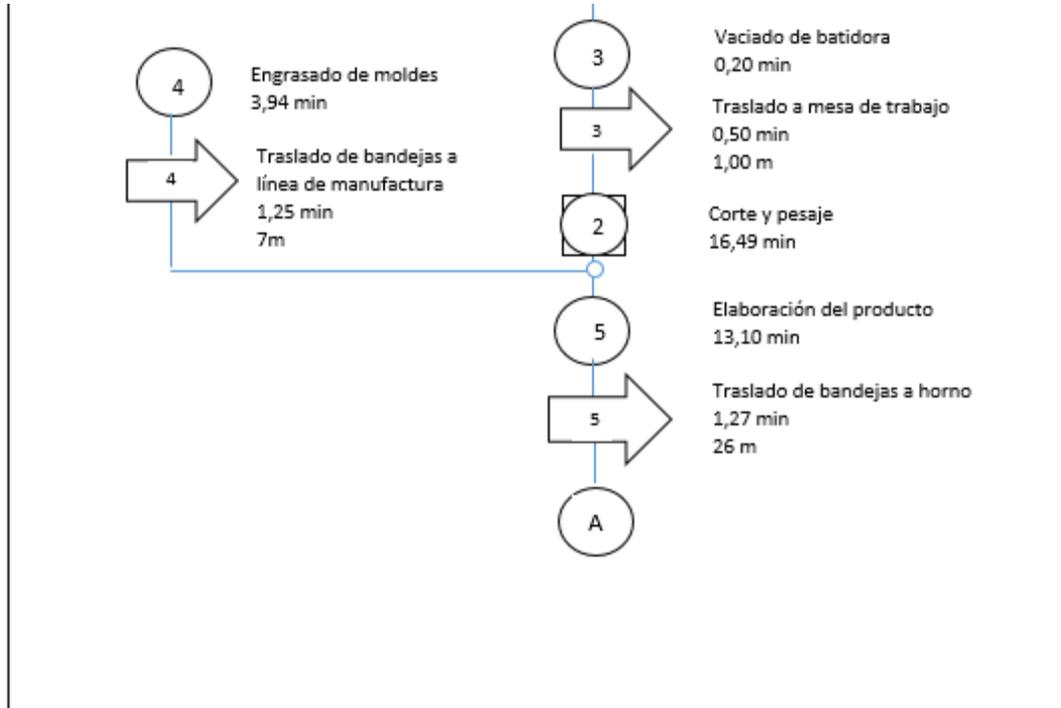


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 24. Diagrama propuesto de flujo de operaciones para el producto tipo III, Hoja 1

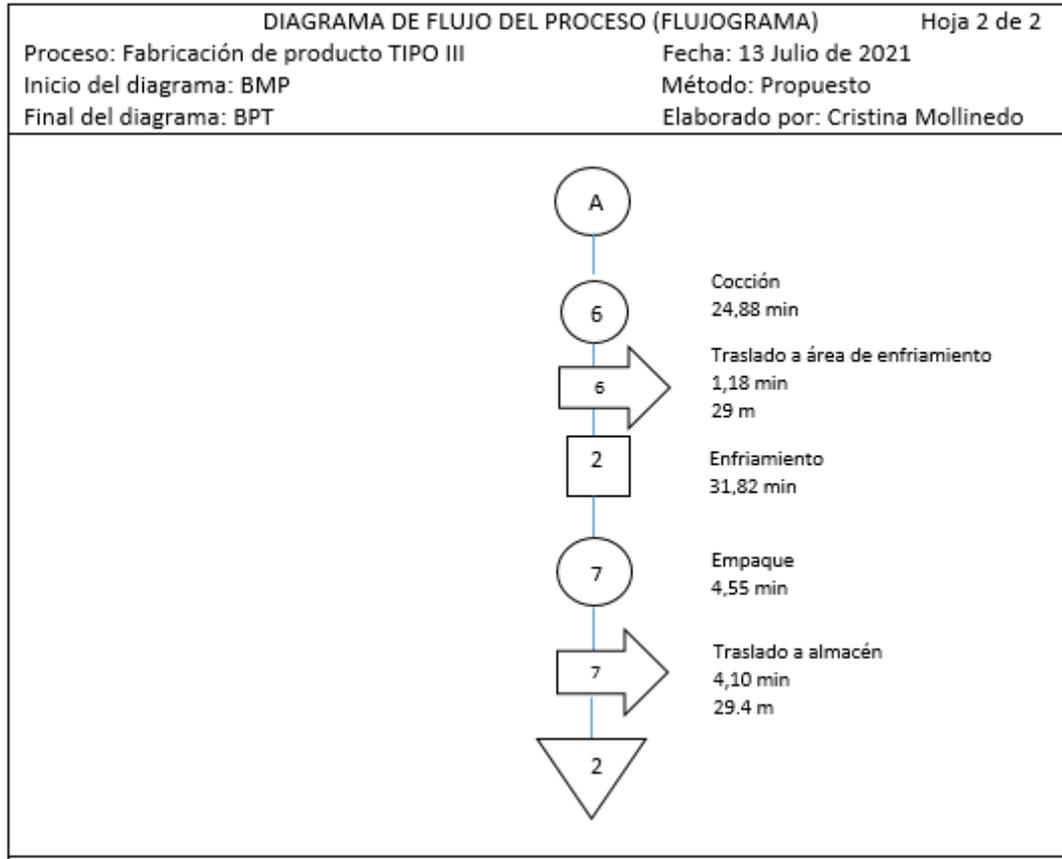


Continuación de figura 24.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 25. Diagrama propuesto de flujo del proceso para el producto tipo III, Hoja 2



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

3.2.2.1. Operaciones y actividades innecesarias

El almacenaje de los instrumentos en un área fuera de la de trabajo contribuye a un aumento del tiempo de realización de los productos, además de un recorrido innecesario.

Los moldes se engrasan en un área separada de la línea de manufactura, luego de engrasados son colocados en los carritos y estos en el pasillo debido a que si se colocan en la línea de manufactura reducirían el espacio de trabajo, por lo que el transportar cada carrito hacia el área de trabajo es innecesario para el proceso y causa un retraso en el flujo del proceso.

Con respecto a las demás operaciones se considera que todas contribuyen al proceso y con esto al producto final.

3.2.2.2. Modificaciones de la estación de trabajo

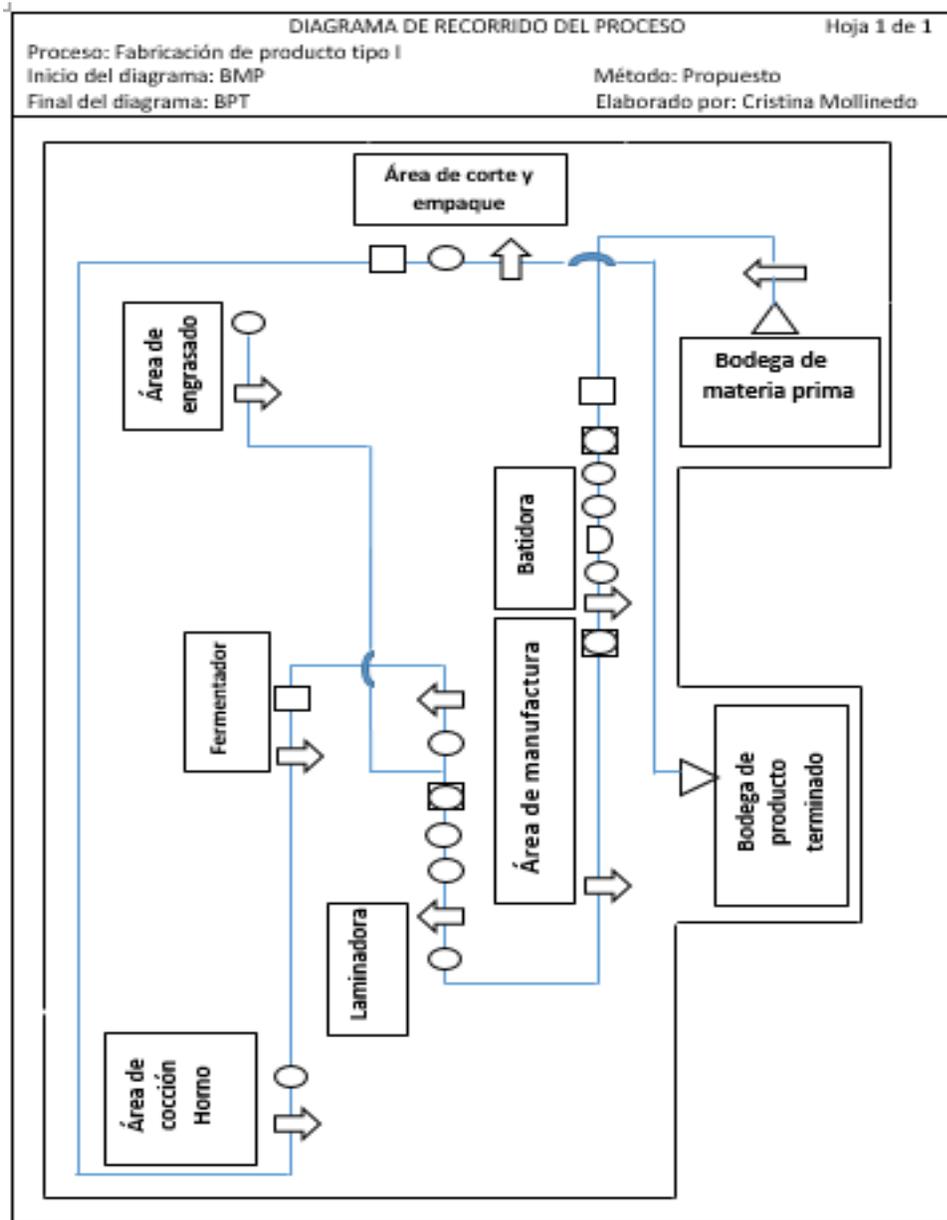
- El espacio ocupado actualmente por la línea de manufactura que tiene aproximadamente 6 metros de largo y 5 metros de ancho, debe ser ampliado para la mejor utilización de los espacios y una mejor distribución tanto de la maquinaria como del área de trabajo de los operarios.
- Eliminar la maquinaria que no se utiliza dentro de la línea de manufactura puesto que ocupa espacio que podría ser utilizado de mejor manera.
- Las condiciones ergonómicas en que se realizan las operaciones dentro de la línea de manufactura, son inadecuadas porque el operador permanece de pie todo el tiempo y en una postura incómoda.

- Mejorar la ventilación del área de trabajo puesto que la cercanía de los hornos provoca temperaturas elevadas y hace el trabajo más exhausto.
- Es necesario la mejora de la iluminación del área de trabajo, pues se llevan a cabo trabajos de decoración los cuales demandan un esfuerzo visual.

3.2.3. Diagrama propuesto de recorrido del proceso DRP

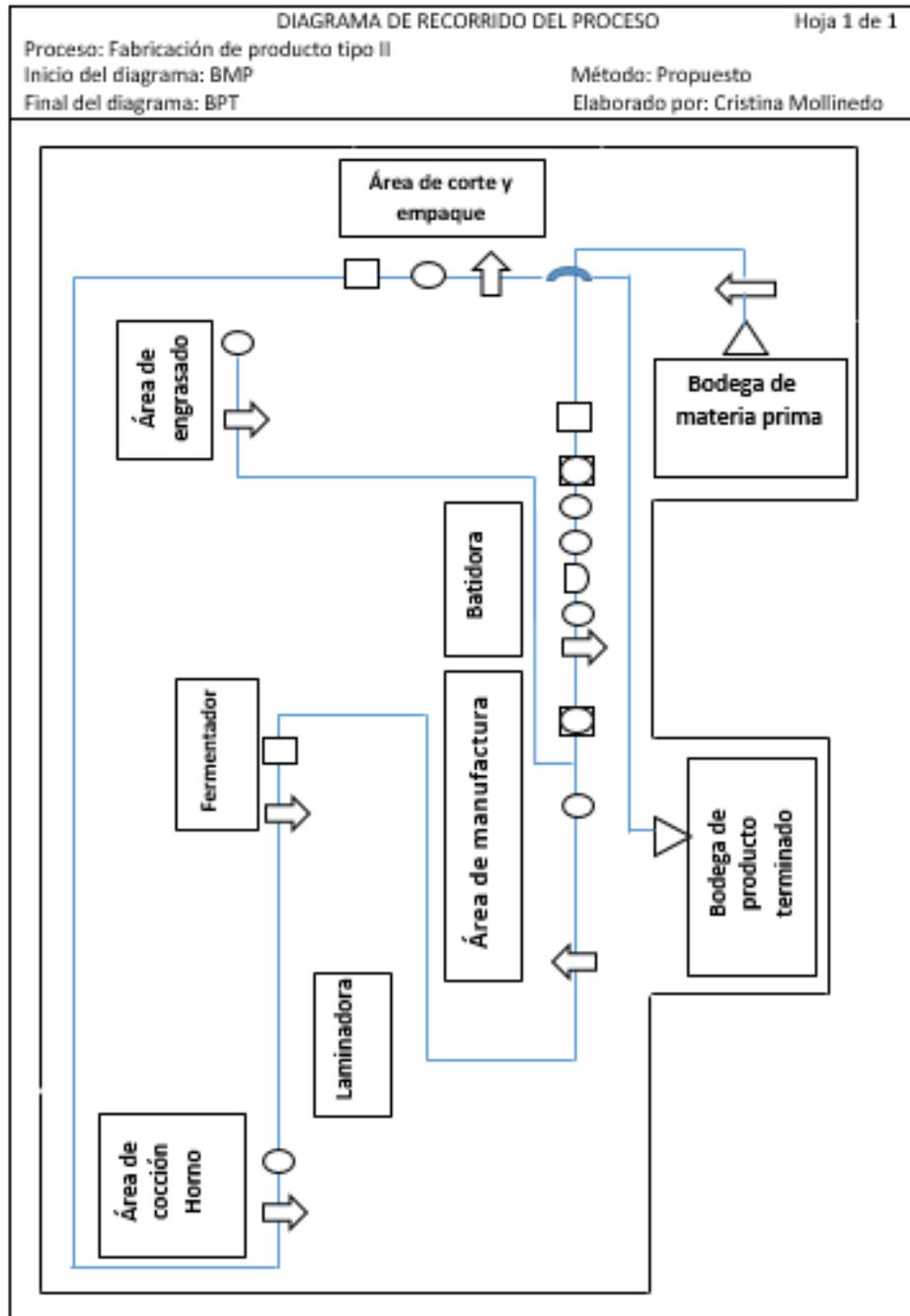
El diagrama de recorrido muestra el recorrido de los tres productos en la línea de manufactura.

Figura 26. Diagrama propuesto de recorrido del proceso para el producto tipo I



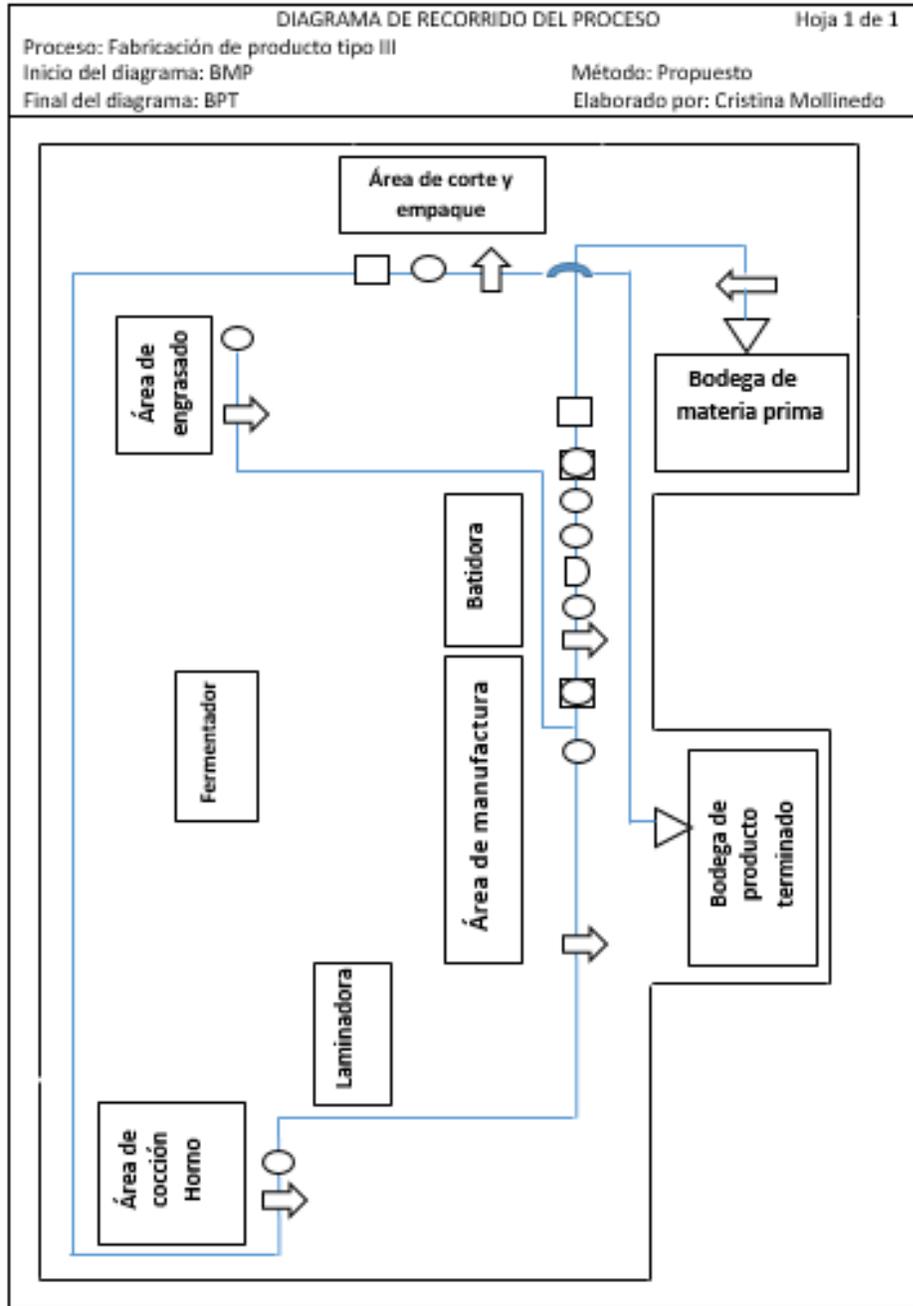
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 27. Diagrama propuesto del recorrido del proceso para el producto tipo II



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 28. Diagrama propuesto del recorrido del proceso para el producto tipo III



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

3.2.3.1. Recorrido del producto

El análisis que se realiza se basa en la producción de una jornada de trabajo, en la que los productos TIPO I, II y III, son considerados de mayor demanda.

Las condiciones actuales en que se están llevando a cabo la realización de los productos, los traslados de materiales y tomando en consideración la producción mencionada anteriormente, se observa que los operadores deben realizar recorridos de aproximadamente 100 metros varias veces durante el día, incluyendo traslados de materia prima a el área de trabajo, traslado de carritos a el área de trabajo, horno, fermentador y a el área de enfriamiento.

Debido a que no se contaban con diagramas de recorrido es necesario la evaluación de la distribución de las áreas de trabajo con el diagrama propuesto y de esta forma buscar la optimización de los recorridos para disminuir los tiempos y aumentar la eficiencia de trabajo.

3.2.3.2. Técnicas de manipulación de materiales

Existen diferentes factores que contribuyen a la mejora de la eficiencia como lo son: la ampliación del área de trabajo debido a que algunas áreas como la de corte y engrasado se encuentran fuera del área de manufactura y por consiguiente deben hacer recorridos innecesarios que significan tiempo perdido.

Por medio de la ampliación del área de trabajo, se podrían cambiar las áreas de engrasado, corte y empaque a una misma área y de esta forma se unificaría el área de trabajo y se reducirían los traslados de materiales.

3.2.4. Diagrama propuesto hombre-máquina

Posteriormente, se muestra el diagrama hombre-máquina para las máquinas que conforman la línea de manufactura, es importante mencionar que el diagrama fue realizado solamente para un *batch*, por lo que los tiempos de ocio del operario son aprovechados para la preparación de materiales de la siguiente mezcla y mientras se realiza el producto se prepara la siguiente mezcla a utilizar y así sucesivamente para el aprovechamiento del tiempo.

Figura 29. Diagrama propuesto hombre-máquina para el producto tipo I

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA										
Hoja 1 De: 1 Diagrama N: 1			Proceso:		Producto tipo I					
Fecha:		16 de julio de 2021		Elaborado por:		Cristina Mollinedo				
Área:		Producción		Operario:						
Tiempo	Operario		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		Máquina 4	
	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad
2	x	Preparacion de materiales								
	x									
1	x	Dosificación de ingredientes								
12			x	Mezclado						
			x							
			x							
			x							
			x							
			x							
			x							
			x							
			x							
			x							
1	x	Vaciado de batidora								

Figura 30. Diagrama Propuesto hombre-máquina para producto tipo II

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA								
Hoja 1 De: 1 Diagrama N: 1			Proceso:		Producto tipo II			
Fecha:	16 de julio de 2021		Elaborado por:		Cristina Mollinedo			
Área:	Producción		Operario:					
	Operario		Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3	
Tiempo	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad
1	x	Preparacion de materiales						
1	x	Dosificacion de ingredientes						
10			x	Mezclado				
			x					
			x					
			x					
			x					
			x					
			x					
			x					
1	x	Vaciado de batidora						
140					x	Fermentación		
					x			
					x			
					x			
					x			
					x			
					x			
					x			
					x			
					x			
30							x	Cocción
							x	
							x	
							x	
							x	
							x	
							x	
							x	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 31. Diagrama propuesto hombre-máquina para el producto tipo

III

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA							
Hoja 1 De: 1 Diagrama N: 1			Proceso:		Producto tipo I		
Fecha:	16 de julio de 2021		Elaborado por:		Cristina Mollinedo		
Área:	Producción		Operario:				
	Operario		Máquina 1		Máquina 2		
Tiempo	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso	Actividad	Uso
2	x	Preparacion de materiales					
	x						
1	x	Dosificacion de ingredientes					
3			x	Mezclado			
			x				
			x				
1	x	Vaciado de batidora					
					x		
					x		
					x		
					x		
					x		
					x		
					x		
					x		
					x		

Continuación de figura 31.

24					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x
					x

Cocción

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.2.4.1. Incremento en la productividad de máquinas

Mezcladora y laminadora

Para incrementar la productividad tanto de la mezcladora como la laminadora, se recomienda reajustar el orden de los pedidos, con lo que se puede lograr:

- Suprimir tiempos muertos de la maquinaria
- Incremento de la producción

Es importante poseer el tiempo necesario para darle el mantenimiento respectivo a la maquinaria sin interferir en la producción. Ya que esto evitara retrasos y paros innecesarios.

3.2.4.2. Mantenimientos programados

El mantenimiento del equipo es un conjunto de actividades necesarias que permiten un óptimo funcionamiento tanto de las instalaciones y equipo, como de las distintas áreas de trabajo. Incluyen los trabajos de revisión y reparación que garantizan la producción, calidad y el correcto funcionamiento de los equipos alargando el tiempo de vida útil de los mismos.

La constante amenaza de fallas o errores en un sistema, maquinaria o equipo es lo que genera la necesidad de mantenimientos programados. Además, debe estar destinado a:

- Prevenir accidentes laborales
- Aumentar la vida útil del equipo
- Mejorar la calidad en los procesos productivos
- Evitar y disminuir pérdidas por paros de producción
- Disminuir gastos por nuevos equipos

Existen cuatro tipos de mantenimientos los cuales están en función del tiempo en que se realizan, el objetivo y recursos utilizados. Se recomiendan principalmente los siguientes dos tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo**

Comúnmente llamado mantenimiento planificado, se realiza antes que ocurra una falla o avería. Se planifica mediante un programa previamente elaborado donde se detalla el proceso a seguir, las actividades a realizar y además con la fecha programada con tiempo de inicio y terminación aprobado por la directiva de la empresa. Es importante aclarar que se realiza en un momento en que no se está produciendo.

- **Mantenimiento correctivo**

También llamado “mantenimiento reactivo”, se realiza luego de ocurrida una falla o avería. No se toman medidas de corrección sino hasta que se presente un desperfecto, esto trae consecuencias como:

- Se producen costos por reparación y repuestos no presupuestados
- Afectan la fluidez de las cadenas productivas
- Se producen paros no previstos, por lo que disminuyen las horas productivas.

3.3. Métodos mejorados de trabajo

A continuación, se proponen los métodos mejorados de trabajo para la línea de manufactura.

3.3.1. Aspecto ergonómico

A continuación, se detallan algunos aspectos ergonómicos que permiten mejorar las condiciones en el desarrollo de algunas tareas:

- En cuanto a los moldes utilizados en el área de trabajo, muchos de ellos se encuentran en mal estado y por ser de metal pueden provocar daños a los operadores ya que la manipulación es directamente con las manos del operador. Por lo que se considera importante el cambio de moldes y la adquisición de más unidades.
- El impacto en las rodillas, cintura y piernas provocado por las jornadas extensas de pie se considera que puede ser disminuido si se coloca una alfombra ergonómica en el área donde se realiza esta actividad.
- En cuanto a las mesas de trabajo, es necesario la evaluación de la altura a la que se encuentran ya que la posición en que se realizan las tareas es incomoda y de pie, buscando disminuir el riesgo de fatiga.

3.3.2. Aspecto de Seguridad e higiene

La seguridad e higiene son el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos con el propósito de localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de riesgos en el trabajo a los que están expuestos los trabajadores.

3.3.3. Seguridad e higiene

Posteriormente, se dan a conocer algunos aspectos que se consideran importantes en lo que respecta a la seguridad e higiene industrial en la planta de producción.

Es de vital importancia que la empresa invierta en recursos tanto para la dotación de equipo de protección personal como para la creación de programas de seguridad e higiene industrial, con el fin de evitar problemas.

- Equipo de protección personal
 - Calzado: El calzado adecuado deben tener las siguientes características; ser zapatos con punta de acero, pues se corre el riesgo de sufrir algún daño en los pies, deben ser antideslizantes para que impidan posibles resbalones. Además, es conveniente que vaya sujeto al tobillo para evitar balanceos del pie, esguinces y torceduras.
 - Cinchos de fuerza: Debido a que se deben manipular cargas pesadas es necesario el uso de cinchos de fuerza para evitar lesiones en la columna vertebral.
 - Guantes: Es obligatorio el uso de guantes antitérmicos para la manipulación de hornos, bandejas y otros elementos calientes.
 - Mascarillas: Son necesarias debido a la exposición a condiciones ambientales adversas, como el polvo vegetal (harina) y la canela en polvo. Las cuales pueden provocar en el trabajador una posible alergia.
 - Uniforme de trabajo: El uniforme de trabajo es de uso obligatorio y en perfecto estado para la realización de sus labores, ya que es uno de los aspectos visuales de la planta.

- Señalización

La señalización industrial es obligatoria de acuerdo con el reglamento del IGSS. Es por esto que es necesaria la adecuada señalización en las distintas

áreas de la planta, como el lugar donde se encuentran los extinguidores, cables de alta tensión, recorrido de los carritos recién sacados del horno, evitando de esta forma accidentes.

- Ventilación

La ventilación dentro de la línea de manufactura es deficiente debido a la falta de mantenimiento de los extractores de calor, los cuales deberían mitigar el calor dentro de la planta. Los altos niveles de temperatura que se manejan y a la falta de un sistema adecuado de ventilación, son factores que afectan a los productos dentro de la planta y de igual manera a los operadores por fatiga.

- Iluminación

Debido a que la planta de producción se encuentra en el primer nivel de un segundo nivel, no se puede utilizar la iluminación natural. Para lo cual es necesario la utilización de bombillas con la intensidad lumínica adecuada.

Además, es indispensable la implementación de una clínica médica la cual, según el código de trabajo, al contar con más de 100 empleados dentro de la planta de producción se debe instalar una clínica a disposición de los colaboradores. De esta forma se busca mantener la buena salud de los empleados y atender situaciones de emergencia.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Mejora de los procesos

Analizando los procesos se busca suprimir las principales deficiencias que se encuentran en ellos y mejorar la distribución del equipo y del área de trabajo dentro de la planta. Además, se busca contar con la mano de obra necesaria para el desarrollo de las actividades de la manera más óptima.

Debido a que no se cuenta con los diagramas de proceso y de recorrido, se utilizan los diagramas propuestos, en los cuales se propone una mejora del tiempo que se necesita para la fabricación de los productos TIPO I, II y III.

Se fijaron los tiempos estándar para la realización de las operaciones, usando un método y equipo adecuados, teniendo el apoyo de un trabajador que posee la habilidad requerida y que realiza sus actividades a un ritmo normal, el cual no le genera fatiga.

4.1.1. Determinación de los indicadores de desempeño

Debido a que queremos priorizar los indicadores adecuados para la investigación, se utilizan algunos de los indicadores de desempeño para los procesos, debido a que permiten optimizar los datos existentes, identificar procesos; equipos, productos o colaboradores más y menos efectivos, proporcionan un ambiente de trabajo adecuado y transparente, entre otros.

Indicadores de eficiencia por operador: la puesta en marcha de este indicador permitirá comprender el desempeño de cada operario y de esta forma conocer en qué tareas el colaborador es bueno y en cuales necesita fortalecer el conocimiento o habilidad y de esta forma aumentar su calidad y eficiencia en el trabajo. Los indicadores de eficiencia están relacionados con las razones que indican los recursos invertidos en la consecución de tareas o trabajos. Es por esto por lo que se evalúa la utilización o empleo de un número menor de recursos y el tiempo que tarda un operador en realizar una tarea, evaluando que sea de forma rápida y con calidad. Por ejemplo, tiempo de fabricación de un producto, razón de piezas/ hora, rotación de inventarios.

Indicadores de eficiencia por tarea: por medio de este indicador se observará que tarea es el cuello de botella de los procesos y de esta forma buscar vías para la optimización del proceso. Este indicador de desempeño laboral con base en que el cumplimiento tiene que ver con la conclusión de una tarea. Están relacionados con las razones que indican el grado de consecución de tareas o trabajos. Por ejemplo, el cumplimiento del programa de pedidos.

4.2. Control del rendimiento de los métodos implementados

A continuación, se encontrarán los indicadores en función de los métodos implementados, para conocer los niveles de productividad y eficiencia.

4.2.1. Eficiencia de producción

La eficiencia se refiere a la obtención de las metas con la menor cantidad de recursos, es decir que la eficiencia de la producción se produce cuando se realizan la misma cantidad de productos tipo I, II y III con menos insumos o bien si se producen más unidades de productos tipo I, II y III con los mismos insumos.

Además del punto de vista cuantitativo se pueden definir formas cualitativas que mejoraran la eficiencia indirectamente.

En esta situación, se obtiene una mayor producción con la misma cantidad de recursos, los cuales se enumeran a continuación:

- Se incrementa la producción por medio de la mejora en la programación de los pedidos.
- Mejor distribución de las áreas de trabajo, reduciendo costos en el uso adecuado de las máquinas, evitando movimientos innecesarios y atrasos.
- Se estaría trabajando con 2 operadores menos que en método anterior.

4.2.2. Productividad de la mano de obra

Se realiza una medición de la productividad de la mano de obra.

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{Producción\ (\frac{und}{día})}{H}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{1\ 660\ und/día}{8\ trabajadores}$$

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = 207,5\ o\ 208\ und/trabxdía$$

Para la determinación de la productividad de mano de obra se utilizó como estudio una cuadrilla de trabajo calificada. Una cuadrilla de trabajo calificada está conformada por un grupo de trabajo (jefe y ayudantes) de quienes se reconocen sus capacidades, destrezas, conocimientos y actitudes para llevar a cabo el trabajo.

4.2.3. Productividad de equipo

Considerando la producción de un turno de trabajo de 8 horas, lo cual equivale a 480 minutos. Además, se toman pausas de 5 minutos aproximadamente entre cada *batch* producido, dando un total de 30 minutos y 2 horas de inactividad del equipo.

Eso significa que se pierde un total de 150 minutos y solo quedan 330 minutos para que sea efectivo. Es decir:

$$480 \text{ minutos} - 150 \text{ minutos} = 330 \text{ minutos}$$

$$\frac{330}{480} = 0,687 \text{ o } 69 \% \text{ de disponibilidad}$$

Es decir, la batidora industrial y la laminadora ofrecen un 69 % de productividad, en cambio, el fermentador y el horno que trabajan a tiempo completo tienen un 100 % de productividad.

4.3. Indicadores de producción

Los indicadores de producción permiten a la empresa alcanzar sus objetivos a corto y largo plazo.

4.3.1. Productividad

La productividad se define como la administración correcta de los recursos (insumos) al producir bienes y/o servicios. Esta nos permite evaluar el rendimiento de las máquinas, operarios y materia prima.

Con la finalidad de medir el avance de la productividad, se emplea el índice de productividad P:

$$P = \frac{100 * Productividad\ observada}{Estándar\ de\ productividad}$$

La productividad observada es la medida durante un periodo de tiempo definido, el estándar es la productividad base que sirve como referencia.

Se calcula el índice de producción con respecto a las horas hombre que se utilizan en la elaboración de los productos TIPO I, II y III. La producción esperada en una jornada de trabajo de 8 horas es de 700 unidades del producto tipo I, 360 unidades de producto tipo II y 600 unidades de producto tipo III.

$$IP = \frac{1\ 660\ unidades/jornada}{(6\ hombres) * (8\ \frac{hrs}{jornada})} = 35\ unidades/hr - hombre$$

4.3.2. Porcentaje de desperdicio

Los desperdicios es todo uso inadecuado de los recursos, es todo aquello que no fue utilizado en el proceso de producción. Puede ser materia prima, equipo y mano de obra.

El valor calculado es el índice de relación de los productos rechazados en el proceso:

$$\text{Índice de desperdicio} = \frac{Unidades\ defectuosas}{Unidades\ producidas}$$

Unidades defectuosas = 51

Unidades producidas = 1 660

Podemos determinar que nuestro índice de desperdicio es de:

$$ID = \frac{51}{1\ 660}$$

$$ID = 0,03 \text{ o } 3 \%$$

Es un índice de desperdicio es de 3 % para una producción de 700 unidades del producto tipo I, 360 unidades de producto tipo II y 600 unidades de producto tipo III, en una jornada de 8 horas. Con un total de 51 unidades defectuosas que corresponden de la manera siguiente: 6 unidades del tipo I, 15 unidades del tipo II y 30 unidades del tipo III.

4.3.3. Disponibilidad de equipos

La disponibilidad de equipos mide el porcentaje de tiempo disponible del equipo para producir considerando las horas de trabajo por día.

Este índice nos permite identificar el desempeño del equipo y es de utilidad para la programación de mantenimientos. A través de él se puede hacer un análisis de los equipos que se encuentran por debajo de los estándares fijados por el usuario.

El índice de disponibilidad para el equipo se define como:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo programado para producir}} * 100$$

El total es el porcentaje del tiempo que el equipo estuvo funcionando, comparado con el tiempo total que la maquinaria está disponible para su uso.

Tabla XV. **Disponibilidad de equipos**

Máquina	Tiempo de producción	Tiempo programado para producir	Disponibilidad
Amasadora	6	8	75 %
Batidora	3	8	37,5 %
Laminadora	4	8	50 %
Fermentador	8	8	100 %
Horno	8	8	100 %
Cortadora	5	8	62,5 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

4.4. **Balanceo de línea**

El balance de líneas nos permite definir la cantidad de operarios que son necesarios para que el área trabaje sin interrupciones, evitando que alguna de las estaciones de trabajo se convierta en cuello de botella de la línea de manufactura.

Se realiza el balance de líneas con base en el producto tipo II el cual es el de mayor demanda dentro de la línea de producción, se debe considerar que los tiempos de ocio determinados en este balance no son ociosos ya que se realizan otros productos dentro de la línea, es decir, se aprovecha el tiempo al máximo.

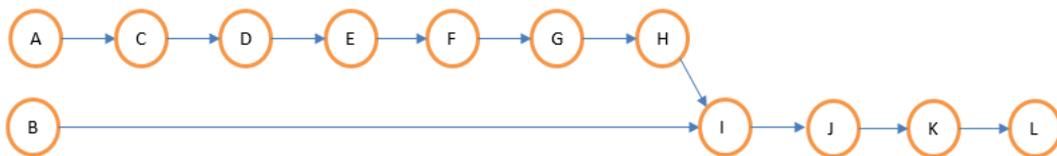
A continuación, la figura se tomará como base para la creación del diagrama de redes.

Figura 32. **Precedente por tarea**

Tarea	Tiempo. Min.	Tarea q. precede
A	2,52	-
B	6,71	-
C	1,04	A
D	0,43	C
E	10,36	D
F	0,4	E
G	7,85	F
H	9,81	G
I	145,97	H-B
J	31,09	I
K	56,09	J
L	17,94	K
Tiempo:	290,21	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 33. **Diagrama de redes**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La tabla XVI, agrupa los elementos de trabajo en 4 estaciones para cubrir el tiempo de ciclo que en este caso es el elemento de trabajo con mayor tiempo, además se determina la eficiencia de producción y el tiempo ocioso.

Tabla XVI. **Balaceo de línea de producción**

Operaciones	Elementos de trabajo	Tiempo en minutos de los elementos de trabajo	Tiempo total sumatoria elementos de trabajo	Tiempo de ciclo	Tiempo ocioso
A	1- 3- 4-5- 6- 7-8	2,52- 1,04- 0,43- 10,36- 0,40- 7,85- 9,81	32,41	145,97	113,56
B	9	145,97	145,97	145,97	0
C	10	31,09	31,09	145,97	114,88
D	2-11-12	6,71- 56,09- 17,94	80,74	145,97	65,23
TOTAL			290,21	583,88	293,67

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

El tiempo de ocio dio un total de 293,67 minutos, los cuales son empleados para la realización de otros productos como el tipo I, III, entre otros. Por lo que no significa una pérdida para la empresa.

La eficiencia de la producción se determina mediante la siguiente formula:

$$Eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{\sum ET}{N * TC}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{290,21}{4 * 145,97}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 49 \%$$

Utilizando los valores respectivos para el producto tipo II de 4 estaciones de trabajo y un tiempo de ciclo de 145,97 minutos, en función del elemento de mayor duración, la eficiencia de producción es de 49 %.

Usualmente la cantidad de operarios para una línea de producción se determina mediante el número de estaciones de trabajo, generalmente es uno por estación, pero eso depende de la actividad que se realice.

Por lo que considerando las observaciones realizadas en el estudio de tiempos es necesario en algunas estaciones de trabajo más de un operador, debido al trabajo que se desempeña y al número de elementos de trabajo que la integran. Por lo que se considera necesario el siguiente número de operarios para las 4 estaciones de trabajo:

Estación A	2 trabajadores
Estación B	1 trabajador
Estación C	1 trabajador
Estación D	2 trabajador

Lo que sería un total de 6 trabajadores.

4.5. Mejora en el área de trabajo

La mejora en el área de trabajo o en las instalaciones en general es lo primero que hay que tomar en cuenta ya que el crear condiciones de trabajo adecuadas permite que los colaboradores efectúen sus tareas sin fatiga. En seguida, se describen los principales cambios:

- En primer lugar, hay que pensar en un rediseño de las instalaciones ya que cuando pretende mejorar los métodos de trabajo se deben crear condiciones de trabajo que permitan ejecutar las tareas de la mejor manera. En el caso de la línea de manufactura estudiada, el espacio es muy pequeño y las diferentes áreas que posee esta línea están distribuidas en diferentes puntos dentro de las instalaciones de la empresa, aumentando los recorridos de los operadores y creando de esta forma tiempos improductivos. Además, se debe proveer un ambiente adecuado, en donde no se experimente frío ni calor, en donde se posea una iluminación adecuada y con el menor ruido posible.
- Se debe reparar la maquinaria descompuesta dentro de la línea para darle el uso correspondiente y de esta forma disminuir los tiempos improductivo, trabajos defectuosos además del desperdicio de material o pérdida de producción. O desechar para el aprovechamiento de este espacio para la implementación de una nueva área de trabajo.
- Cambiar y acondicionar un nuevo extractor de aire dentro de las instalaciones de la planta de producción y de esta forma disminuir el calor debido a los hornos utilizados para la preparación de los productos.

4.5.1. Iluminación

Para determinar el nivel lumínico adecuado es necesario determinar el tipo de trabajo que se lleva a cabo y la dificultad con que se realiza. De acuerdo con el tipo de trabajo se encuentra entre las tareas de más fácil visión: trabajos prolongados, el intervalo en el que encuentra es de 1 000 a 5 000 lux. Mediante el método de lúmenes se determinó la cantidad de luminaria necesaria para el área de trabajo la cual mide 6 metros de ancho x 5 metros de largo y tiene una altura de 4,50 metros libres de piso a techo. En este caso se necesita una iluminación de tipo directa por lo que se utiliza la fórmula de iluminación directa y mixta para calcular el índice del área de trabajo.

$$K = \frac{a * b}{h (a + b)}$$

Donde:

K = índice del local

a = ancho del local

b = largo del local

h = altura del local

$$K = \frac{6 * 5}{4,50 (6 + 5)}$$

Entonces:

$$K = 0,61$$

Obteniendo esto pasamos a ubicar el valor del porcentaje de reflexión o reflejos de luz dentro del área de trabajo y mediante la tabla de reflectancias (Ver anexo 4) se determina que el valor de la reflectancia de la cavidad del techo es de 80 % y para las paredes es de 50 %.

Determinamos el RCL mediante la tabla (Ver anexo 5) lo cual nos da un valor de 1 y será utilizado para calcular el factor de utilización.

Mediante el valor de RCL, los porcentajes de reflectancia de 80 % y 50 % y el tipo de luminaria a utilizar, el cual será una lámpara fluorescente de 2 tubos de 30 watts, localizamos el coeficiente de utilización el cual es de 8,40 (Ver anexo 6) por lo que el coeficiente de mantenimiento es de 1,0.

Para determinar entonces el flujo luminoso total que cubre la superficie se utiliza la siguiente formula:

$$Ot = \frac{ES}{UM}$$

Donde:

Ot = flujo luminoso total

E = nivel de iluminación (luxes)

S = superficie del local

U = factor de utilización

M = coeficiente de mantenimiento

$$Ot = \frac{300 * 30}{8,40 * 1,0}$$

Entonces

$$Ot = 1\ 071,43 \text{ lúmenes}$$

Después se calcula el número de lámparas requeridas mediante la fórmula:

$$N = \frac{O_t}{O_l}$$

Donde:

N = número de lámparas

O_t = flujo luminoso total

O_l = flujo luminoso de la lámpara a usar

Para o_t se ubica la columna de potencia nominal (watts) en la tabla (Ver anexo 7) donde se determina que O_t es igual a 2 000 lúmenes.

Entonces N = 1 071,43 / 2 000 = 0,53 lo que equivale a 1 lámpara para el área de trabajo.

4.5.2. Ventilación

El deterioro del aire interior se ve afectado por la maquinaria, las personas o las actividades en una habitación. La ausencia de un mantenimiento ha provocado que el calor sea un factor que afecta el proceso de producción por la fatiga que ocasiona en los operadores. Es por esto por lo que es necesario la instalación de más sistemas de ventilación.

La ventilación recomendada, basada en el volumen de habitación por persona es de 300 pies³ (8,5 m³) de aire fresco por persona por hora.

Se propone una ventilación forzada o dinámica, debido a que se desarrollan actividades con focos de calor como en este caso los hornos para la cocción de los alimentos. Se debe colocar un extractor de aire debido a que si se utilizaran ventiladores pueden levantar materia prima como la harina o canela y crea una sobrepresión en el ambiente, por su parte el extractor de aire industrial no provoca esas corrientes y además renueva el aire en la empresa.

Se utilizará un extractor de aire centrífugo el cual proporciona una fuerza centrífuga para la renovación, las salidas y entradas de aire son perpendiculares entre ellas y permiten renovar el aire, eliminar contaminantes y malos olores.

4.5.3. Señalización

Es importante poseer la señalización necesaria dentro del área de trabajo debido a que si se realiza una visita a la planta de producción se pueda recorrer sin el riesgo de accidente. Además, se debe señalar el área donde se encuentran los extinguidores, cables de alta tensión, cargas en movimiento, químicos, entre otros.

Se propone un plan de señalización para la indicación de los riesgos existentes dentro de la empresa.

Según RODELLAR LISA, Adolfo. En su libro *Seguridad e Higiene en el Trabajo* indica que es una medida de tipo preventiva que debe utilizarse cuando las medidas aplicadas para la reducción y eliminación de un riesgo son insuficientes.

Las señales de seguridad tienen colores de seguridad los cuales tienen la función principal de atraer la atención del colaborador sobre situaciones, objetos o lugares que puedan poner en riesgo su seguridad y por lo tanto provocar un incidente. Los colores más comunes son los siguientes:

Figura 34. **Colores de Seguridad**

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
ROJO	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro / Alarma	Alto, Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
AMARILLO	Señal de advertencia	Atención, Precaución, Verificación
AZUL	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica
		Obligación de utilizar un equipo de protección
VERDE	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, Salidas, Puestos de Socorro
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán.* p. 18.

Figura 35. **Colores de contraste**

Color	Contraste
ROJO	Blanco
AMARILLO	Negro
AZUL	Blanco
VERDE	Blanco

Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán.* p. 19.

Figura 36. **Relación entre el tipo de señal, su forma geométrica y el color utilizado**

TIPO DE SEÑAL DE SEGURIDAD	FORMA GEOMÉTRICA	COLOR			
		PICTOGRAMA	FONDO	BORDE	BANDA
Advertencia	Triangular	Negro	Amarillo	Negro	N/A
Prohibición	Redonda	Negro	Blanco	Rojo	Rojo
Obligación	Redonda	Blanco	Azul	Blanco o Azul	N/A
Socorro	Rectangular o Cuadrada	Blanco	Verde	Blanco o Verde	N/A

Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán.* p. 19.

Existen diferentes tipos de señales las cuales según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT) (2001) la forma geométrica de las señales de seguridad se clasifica de la siguiente forma:

- Señales de advertencia: usada para advertir sobre un riesgo a los colaboradores. La forma de estas suele ser triangular, con un pictograma negro sobre un fondo amarillo, que deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal, con bordes negros.

Las señales para colocar en la planta serán las siguientes:

Figura 37. Señales de advertencia



Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán.* p. 132.

- Señales de prohibición: usada para prohibir un comportamiento específico que se sabe puede ocasionar un riesgo a los colaboradores. La forma de estas suele ser circular, con un pictograma negro sobre un fondo blanca y bordes rojos. El rojo deberá cubrir como mínimo el 35 % de la superficie de la señal.

Las señales para colocar son las siguientes:

Figura 38. Señales de prohibición



Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán.* p. 133.

- Señales de obligación: usada para obligar a los colaboradores a hacer cierto comportamiento. La forma de estas suele ser circular, con un pictograma blanco sobre un fondo azul. El pictograma deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal.

Las señales para colocar en la planta son las siguientes:

Figura 39. Señales de obligación



Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán*. p. 134.

- Señales de socorro: usada para facilitar información importante con respecto a indicaciones a salidas de emergencia, primeros auxilios, entre otros. La forma de estas es rectangular o cuadrada, con un pictograma blanco sobre un fondo verde. El pictograma deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal.

Estas señales se deben colocar en los siguientes lugares: pasillos, escaleras fijas, puertas de salida, puntos de reunión y en donde se localicen los botiquines de primeros auxilios.

Las señales para colocar en planta son las siguientes:

Figura 40. **Señales de socorro**



Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatlán*. p. 135.

- Señales contra incendios: el objetivo de esta señal es indicar la presencia del equipo de lucha contra incendios a los colaboradores. La forma de estas señales es rectangular o cuadrada con un pictograma blanco sobre un fondo rojo. El pictograma deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal.

La señal para colocar en planta es la siguiente:

Figura 41. **Señales contra incendios**



Fuente: CASTAÑEDA MOSCOSO, Francisco. *Elaboración de propuesta de un programa de seguridad industrial en el área de carpintería para el proceso de producción en una planta de fabricación de brochas en el municipio de Amatitlán*. p. 135.

4.6. Análisis económico de la implementación de la propuesta

En el análisis económico de la implementación de la propuesta se evalúa que tan viable es.

4.6.1. Relación beneficio costo

Se centra el estudio en el costo económico o inversión que conlleva implementar los métodos mejorados dentro de la planta de producción.

4.6.1.1. Costo de la implementación

Se centra el estudio en el costo económico o inversión que conlleva la puesta en marcha de los métodos mejorados dentro de la planta de producción.

- Colocación de una alfombra ergonómica de goma. Q. 500,00.

- Señalización de las áreas de almacenamiento, delimitación de partes en movimiento, Q. 1 500,00.
- Costo de colocar banco para descanso de pies. Q. 1 350,00.
- Costo de cambio de iluminación. Q. 1 900,00.
- Costo de cambio de ventilación (compra de un extractor industrial). Q. 1 050,00.
- Costo de equipo de protección personal, 1 par de guantes alta sensibilidad, 6 pares de tapa oídos, 6 cinchos de fuerza. Q 861,00.

Lo que da un total de Q. 7 161,00. de implementar los métodos nuevos y mejorados.

Tabla XVII. **Resumen de costos**

Métodos mejorados	Costo
Colocación de alfombra ergonómica de goma.	Q. 500,00.
Señalización de áreas de almacenamiento, delimitación de partes en movimiento	Q. 1 500,00.
Costo de colocar banco para descanso de pies	Q. 1 350,00.
Costo de cambio de iluminación	Q. 1 900,00.
Costo de cambio de ventilación (compra de un extractor industrial).	Q. 1 050,00.
Costo de equipo de protección personal, 1 par de guantes alta sensibilidad, 6 pares de tapa oídos, 6 cinchos de fuerza.	Q. 861,00.
TOTAL	Q. 7 161,00.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Los beneficios son:

La reducción de la mano de obra de 8 trabajadores a 6 trabajadores, dando como resultado el cese de las actividades para 2 trabajadores que estaban devengando un salario mensual de Q. 3 500. El pago de las prestaciones que da

un total de Q. 7 000 c/u para el Aguinaldo, Q. 7 000 c/u Bono 14 y debido a que los trabajadores llevaban laborando un total de 2 años dentro de la empresa se debe cubrir el pago de la indemnización que da un total de Q. 7 000 por cada uno. Sumando un valor general de Q. 126 000 por lo que la razón costo beneficio es de $126\ 000/7\ 161$ dando como resultado 17,59, esto equivale a que los beneficios superan los costos.

4.6.1.2. Costo de no implementar los métodos mejorados

Al no implementar los métodos mejorados, se está incurriendo en costos que suman la misma cantidad que se está dejando de mejorar, esto quiere decir que al realizar la adecuada programación de la implementación de los métodos mejorados habrá un aumento en la producción con los mismos recursos.

Actualmente se encuentran trabajando 8 operadores, el costo de los ocho operadores es de Q. 28 000 ya que cada uno devenga un salario de Q. 3 500 mensual, lo que representa un valor anual de Q. 336 000. Aplicando los métodos mejorados tendríamos una reducción de 2 operadores lo cual representaría un valor anual de Q. 252 000 lo cual equivale a una disminución de Q. 84 000 anualmente.

4.6.1.2.1. Costo por desperdicio y reproceso

Un desperdicio es toda aquella unidad inaceptable que se desecha o se vende a precio bajo, ya que no cumplen con los estándares de producción.

En la empresa se posee un porcentaje de desperdicio del 3 % (Ver punto 4.3.2.) algunas de las causas que pueden derivar esto son:

- La falta del control en el proceso
- Calidad baja de los insumos
- Ausencia de mantenimiento a los instrumentos
- Falta de capacitación para los operadores

Todo esto incurre en una pérdida de materiales, mano de obra y algunos costos indirectos, ya que se desecha el producto. Sabiendo que el producto con mayor desperdicio es el producto tipo III, la producción de una jornada en condiciones normales es de 600 unidades y el costo directo es de Q. 5, considerando que el tiempo productivo de la máquina es de 82 % (según la tabla VIII) por consiguiente la producción mensual es de 10 000 unidades y anual de 120 000 unidades lo que corresponde a un costo anual de desperdicio de Q. 18 000.

El reproceso no aplica ya que el producto, es producto terminado y debido a que lleva un cocimiento dentro del horno es imposible reprocesar.

4.7. Establecimiento de un comité

Con la finalidad de lograr una integración de los empleados dentro de los problemas que conciernen a la empresa, se establece un comité donde participaran únicamente personal de producción. En donde verán la solución de problemas planteando nuevas y mejores técnicas de trabajo.

La participación en este grupo es voluntaria y generalmente es conformada por grupos con un número máximo de 10 personas.

4.7.1. Funciones y responsabilidades de los integrantes

La función de los integrantes es resolver problemas que posean en su área de trabajo. Para solucionar estos problemas se deben pasar por ciertas etapas:

- Listar los posibles problemas a evaluar
- Seleccionar el problema a resolver
- Identificar y evaluar posibles causas
- Identificar y evaluar posibles alternativas de solución
- Escoger la mejor alternativa para solucionar el problema
- Desarrollar un plan de implementación
- Presentar a la gerencia
- En caso de ser aceptada, se implanta el plan y se evalúan los resultados

En general cada integrante debe identificar y resolver problemas de su área, debe analizar y encontrar las causas de los mismos llevando un registro.

Dentro de los integrantes se debe promover la unión y el trabajo en equipo, estimular la competencia y proponer mejores técnicas de trabajo.

El alcance que ellos obtengan se verá reflejado por los resultados que se obtengan a través de las mejoras y que por medio de estas beneficien a la empresa.

4.7.2. Capacitación de los integrantes

Para que el grupo se desarrolle de la mejor manera es necesario la adecuada capacitación de sus miembros. Antes de llevar a cabo la resolución de problemas es necesario un buen programa de capacitación.

Se debe brindar a los miembros una definición clara de sus funciones dentro del grupo, de que técnicas y herramientas deben utilizar para poder desarrollar sus funciones de la mejor manera.

Debido a que es la primera vez que se pretende implementar este comité se deben dar a conocer a los participantes el proceso paso a paso, las ventajas y desventajas que conlleva y aclarar las dudas o temores acerca del establecimiento de este comité.

Se les deben de proporcionar las técnicas y herramientas necesarias y de esta forma puedan resolver los problemas de la mejor manera.

A continuación, se presenta un modelo de capacitación que se divide en varias sesiones las cuales se llevaran a cabo en varios días.

Tabla XVIII. **Modelo de Capacitación**

CAPACITACIÓN	
Participantes: Personal de Producción Duración: 4 horas, 4 sesiones de una hora cada una Hora: 7:00 am. Lugar: Restaurante Escuela Instructor: Ingeniero de Métodos Metodología: Conferencias	
Sesión 1	
Contenido: 42. Conceptos de un comité 43. Objetivos del comité 44. Finalidad de un comité 45. Reglamento	
Sesión 2	
Contenido: <ul style="list-style-type: none">● Tareas del coordinador del comité● Funciones de los integrantes del comité● Participación de la gerencia	

Continuación tabla XVIII.

Sesión 3
Contenido: <ul style="list-style-type: none">● Técnicas para solucionar problemas en grupo o individual● Lluvia de ideas<ul style="list-style-type: none">○ Definición y ejemplo● Diagramas causa y efecto<ul style="list-style-type: none">○ Definición y ejemplo● Diagramas de flujo<ul style="list-style-type: none">○ Definición y ejemplo● Análisis Costo beneficio<ul style="list-style-type: none">○ Definición y ejemplo● Resolución de Conflictos<ul style="list-style-type: none">○ Definición y ejemplo
Sesión 4
Contenido: Pasos para la solución de un problema <ul style="list-style-type: none">● Listar los posibles problemas a evaluar● Seleccionar el problema a resolver● Identificar y evaluar posibles causas● Identificar y evaluar posibles alternativas de solución● Escoger la mejor alternativa para solucionar el problema● Desarrollar un plan de implementación

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Muestreo aleatorio de las nuevas técnicas de trabajo

Se busca valuar la proporción real de ocurrencias del elemento mediante el muestreo aleatorio, conociendo el error estándar permisible se puede determinar el número de observaciones de la siguiente manera:

$$n = p(1 - p)\sigma^2$$

Donde:

n = número de observaciones al azar

p = proporción verdadera de ocurrencias del elemento que se busca

σ = desviación estándar de un porcentaje

Debido a que se desarrolla la capacitación para la correcta adaptación de los métodos mejorados en la línea de manufactura, se espera un 80 % de efectividad en su funcionamiento. Se realizan las observaciones con una confianza de 95 % de manera que dentro del intervalo de 70 y 100 % se encuentra la proporción real de efectividad.

Entonces:

p = 0,80

$\sigma = 0,20/2 = 0,10$

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = p(1 - p)/\sigma$$

$$n = 0,80(1 - 0,80)/0,10^2$$

$$n = 16 \text{ observaciones}$$

Se deben registrar 16 observaciones, visualizando el funcionamiento correcto de las actividades contra el método con deficiencias o problemas. Para efectos de estudio las observaciones se registran aleatoriamente en diferentes horas y días, tabulados en la siguiente tabla:

Tabla XIX. **Observaciones del método mejorado**

MUESTREO ALEATORIO		
Día	Método funcionando correctamente	Método con deficiencias o fallas
1		-
2		-
3		-
4		-
TOTAL	16	1
OBSERVACIONES: Las fallas registradas se deben a el no uso de la alfombra ergonómica.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

La efectividad del método es el resultado entre la relación del método funcionando correctamente entre el total de observaciones.

$$EFECTIVIDAD = \frac{15}{16} * 100$$

$$EFECTIVIDAD = 93 \%$$

5.2. Correcciones y ajustes de los métodos implementados

Se puede asegurar que el método mejorado ha funcionado correctamente, basado en el chequeo continuo de las operaciones y técnicas implementadas. Se ha obtenido una efectividad del 93 % en su funcionamiento mediante el muestreo aleatorio.

Entre las correcciones y ajustes se debe verificar el uso de la alfombra ergonómica para evitar fatiga en los operarios y de esto derivar problemas de salud. Además, es necesario cambiar la forma de almacenamiento de algunos de los instrumentos utilizados dentro del proceso de producción.

5.3. Capacitación de personal

Las principales razones para capacitar al personal dentro de la línea de manufactura son:

- La utilización adecuada y constante de la alfombra ergonómica.
- El uso adecuado del Equipo de Protección personal.
- Adaptación del personal a las nuevas y mejoradas técnicas de trabajo.
- Adaptación a los nuevos ritmos de trabajo para evitar fatiga.

5.4. Auditorías de calidad

Una auditoría es un examen sistemático que permite determinar cómo se aplican las políticas y programas de la empresa, si esta cumple con los requerimientos mínimos legales y si estas disposiciones se han aplicado y son adecuadas para cumplir los objetivos.

Para poder llevar a cabo las auditorías es necesario que la planta esté funcionando de manera normal, que el personal se encuentre en su ubicación respectiva al momento de la auditoría. Además, se debe asegurar que el equipo auditor pueda recorrer la planta y sea dirigido por las áreas de inspección de una manera adecuada.

Existen 2 tipos de clasificación de la auditoría:

- Auditoría Interna: Esta se realiza por miembros de la organización, para fines internos. Facilita la evaluación global y de forma objetiva de los problemas que se presenten en la empresa, para proporcionar información a la dirección general.
- Auditoría Externa: Esta se realiza por organizaciones competentes de certificación o por clientes de la organización. Brindan confianza a futuros clientes y afirma la confianza con los ya existentes.

5.5. Planificación de auditoría interna

Se planifica una auditoría interna y se realiza la programación anual con sus pasos.

5.5.1. Programa anual de auditorías internas

La implementación de un programa anual de auditorías internas de calidad elaborado por el jefe del departamento de calidad se debe contemplar por lo menos una vez al año. De ser necesario se puede modificar la frecuencia de las auditorías debido a resultados de auditorías anteriores ya sean internas o externas, o cuando exista una inconsistencia en la calidad del servicio.

5.5.2. Selección del equipo auditor

Para la realización de la auditoría se integra un equipo conformado por un auditor líder que posea experiencia en auditorías internas/externas, estudios universitarios y cursos de auditorías a sistemas de gestión de calidad, auditores internos que posean bachillerato o una carrera comercial terminada, curso de formación de auditor interno de calidad y tener antigüedad mínima de 12 meses laborando en la empresa. Los principios del auditor interno son:

46. Integridad, es el fundamento principal de todo profesional.
47. Presentación ecuánime, reportar los hallazgos tal y como son.
48. Debido cuidado profesional, se refiere a la calidad del trabajo para realizar las auditorías internas.
49. Confidencialidad, se refiere a la seguridad de la información que un auditor debe guardar.
50. Independencia, es la base para ser imparcial en la auditoría y objetivo en las conclusiones.
51. Enfoque basado en evidencia, la evidencia de la auditoría debe ser verificable y basada en muestras.

5.5.3. Definir alcance de la auditoría

El alcance de una auditoría se ve definido por la ubicación, unidades de la organización, actividades y procesos que serán auditados. Son la extensión, los límites y el periodo de tiempo programado para su ejecución.

Así mismo, se debe considerar el tamaño y naturaleza de la empresa ya que no se puede evaluar de la misma forma a una empresa que está empezando que a una empresa que ya posee una certificación desde hace varios años.

5.5.4. Preparación de la auditoría

Se debe preparar la auditoría con anticipación, el auditor líder y el jefe del departamento de calidad se reúnen para desarrollar el programa de auditoría en el cual establecerán los objetivos a cumplir.

5.6. Desarrollo de la auditoría

El desarrollo de la auditoría consta desde la reunión de inicio hasta la entrega del informe final con las respectivas anotaciones.

5.6.1. Reunión de inicio

Se debe programar una reunión de inicio, la cual será dirigida por el líder del equipo auditor. Los puntos a cubrir son los siguientes:

- Tomar lista de asistencia
- Presentar al equipo que realizara la auditoría

- Asegurar que se puedan llevar a cabo las actividades planificadas y repasar el plan de auditoría
- Resolución de dudas

El propósito principal de una reunión de inicio es el de:

52. Comunicar que se está realizando una auditoría
53. Presentar al equipo auditor a la gerencia
54. Explicar la naturaleza de la misma
55. Evaluar el alcance y los objetivos de la auditoría.
56. Promover la participación del auditado

5.6.2. Recopilación de información

La información recopilada debe ser analizada, interpretada y documentada como evidencia de la auditoría y de esta forma verificar y evaluar que los criterios de la auditoría se cumplan.

Se debe revisar la documentación respectiva para verificar que esté completa, correcta, consistente y actualizado. Los documentos brindan suficiente información para cubrir el alcance de la auditoría y soportar los objetivos. Es importante su revisión ya que se evalúa la efectividad del control de los mismos.

En caso no se posea algún documento, se debe evaluar la importancia del mismo y se deberá tomar la decisión de realizar una pausa hasta que se solucione el inconveniente.

5.7. Finalización de la auditoría

Al finalizar la auditoría se debe hacer una reunión de cierre en donde se evalúen las revisiones de la auditoría.

5.7.1. Reunión de cierre

Una vez sea completada la fase de recopilación de información el líder del equipo auditor debe llevar a cabo la reunión de cierre con el propósito de presentar los hallazgos y conclusiones de la auditoría al auditado.

Si existe algún desacuerdo debe ser resuelto antes que el auditor líder presente el informe, ya que cualquier inconformidad en los resultados de la auditoría recaen en el auditor líder.

5.7.2. Revisión de la auditoría

El equipo auditor debe reunirse para revisar toda la evidencia de la auditoría 1 día antes de la reunión de cierre.

El equipo entonces debe asegurarse de revisar los hallazgos de la auditoría, no conformidades, acciones correctivas, acciones preventivas y casos sin concluir sean documentados de forma clara, concisa y tengan el respaldo de la evidencia recolectada en la auditoría.

Deben llegar a las mismas conclusiones acerca de algún hallazgo y discutirlos, para preparar las recomendaciones respectivas.

5.7.3. Identificar y registrar no conformidades y observaciones

Dentro de la auditoría pueden existir hallazgos que indican no conformidad o conformidad con los criterios a evaluar. Las no conformidades deben ser registradas y explicadas al auditado para que este sepa lo que provoca la no conformidad.

Es indispensable que los auditados documenten acciones correctivas para estas no conformidades que generalmente poseen los puntajes más bajos. Estas acciones deberán plasmarse en un archivo el cual debe estar disponible para su revisión ya que en la siguiente auditoría, el auditor pedirá revisar el reporte de la auditoría anterior y si las acciones correctivas indicadas en esa auditoría arrojan una puntuación baja será considerada una falla.

5.7.4. Informe

El auditor líder es quien realiza este informe basándose en los reportes de no conformidad de los auditores. Ya que de esto depende las acciones a tomar, ya sean preventivas o correctivas. El reporte de auditoría debe ser claro y conciso. Este se presenta al gerente general en un plazo no mayor a 5 días hábiles. Incluye:

- Datos generales de la auditoría
 - Objetivo de la auditoría
 - Alcance de la auditoría
 - Fechas y lugares en donde se realizaron las actividades de la auditoría
 - Equipo auditor
- Hallazgos de la auditoría (no conformidades)

- Conclusiones de auditoría

CONCLUSIONES

1. Se estandarizó el proceso de producción de 3 productos (Tipo I, II y III) dentro de la línea de manufactura de una empresa de distribución de productos perecederos, por medio de los tiempos estándar, los diagramas de operaciones, hombre-máquina, de recorrido y de flujo. Al mismo tiempo, se permite observar de forma gráfica la secuencia de actividades dentro de los procesos, lo cual ayuda a percibir y eliminar ineficiencias.
2. Una de las principales causas de retrasos en las operaciones dentro de la línea de manufactura es la división del área en diferentes puntos dentro de la planta lo cual aumenta el recorrido del operario a más de 100 metros varias veces durante el día para transportar instrumentos, materia prima y producto terminado.
3. Se evaluó el área de trabajo y se detectó que una de las principales deficiencias es el actual espacio utilizado por la línea de manufactura; el cual es de 6 metros de largo y 5 metros de ancho, no es suficiente para distribuir las áreas de trabajo por lo que debe ser ampliado para la mejor utilización de los espacios y una mejor distribución tanto de la maquinaria como del área de trabajo de los operarios. Además, se deben mejorar las condiciones ergonómicas en que se realizan las operaciones, ya que el operador permanece de pie todo el tiempo y en una postura incómoda, por lo que se propone la colocación de una alfombra ergonómica, ubicación de un banco para descanso de pies y la compra de equipo de protección personal faltante.

4. Se realizó un cálculo para conocer la cantidad de ciclos a evaluar y de esta forma determinar el tiempo promedio y tiempo estándar de los productos tipo I, II y III. Se evaluó el rendimiento del operario y de las máquinas por medio del factor de actuación, además se asignan las tolerancias respectivas al operador por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables. También se evaluó el tiempo productivo e improductivo de las máquinas por medio de un estudio de 56 horas.
5. Se realizó un cálculo para definir el porcentaje de tiempo improductivo de las máquinas, el cual, por medio de un estudio de 7 días, con una duración de 56 horas se determinó hay un total de 10 horas que son improductivas lo que equivale a 18,45 % del tiempo de estudio y principalmente esto se debe a factores como cambio de producto. Por parte del operario debe realizar recorridos de aproximadamente 100 metros varias veces al día, lo cual añade tiempo a la producción del producto.
6. A través del balance de líneas se determinó que no se encuentra un punto crítico como tal, ya que se definió que el tiempo de ocio total es de 293,67 minutos el cual es utilizado para la realización de otros productos. Por lo que no significa una pérdida para la empresa, así mismo se realizó un análisis de la cantidad de operarios y se determinó que deben ser un total de 6 trabajadores distribuidos de la siguiente manera: 2 en la estación A, 1 en la estación B, 1 en la estación C y 2 en la estación D.
7. El costo por implementación de los métodos nuevos y mejorados propuestos es de Q. 7 161 mientras que los beneficios aumentan a Q. 67 802, dando como resultado una razón costo beneficio de 9,46 % lo cual quiere decir que los beneficios son mayores a los costos.

8. Debido a que el personal del área de manufactura tiene escasa formación académica, han sido necesarias las capacitaciones con mayor frecuencia y de esta forma lograr la implementación y utilización de los métodos mejorados, así como, del comité encargado de velar por la resolución de problemas.

RECOMENDACIONES

1. Diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que permita mantener el equipo en las mejores condiciones y de esta forma evitar paros innecesarios.
2. Diseñar un programa de seguridad industrial que permita evaluar y eliminar las condiciones inseguras dentro del área de trabajo y de esta forma proteger la integridad física de todos los colaboradores, además se recomienda realizar inspecciones constantes del uso correcto del equipo de protección personal y del cambio respectivo del equipo que se encuentre en malas condiciones.
3. Verificar los tiempos de proceso para mantener un control y el cumplimiento del tiempo estándar establecido.
4. Promover pausas activas debido a la exigencia física que posee el trabajo realizado en la línea de manufactura, con duración de 2-3 min en la que los trabajadores realicen diferentes estiramientos y ejercicios que ayuden a reducir la fatiga laboral, el estrés, entre otros.
5. Verificar que la gerencia general se haga cargo de facilitar los medios económicos como materiales de los integrantes del comité de calidad, así como, brindar el apoyo incondicional.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALARCÓN BERGANZA, José Juan. *Estandarización de parámetros operacionales de las líneas de producción en el departamento de conversión y diseño de un plan de contingencia, en la papelera internacional S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011. 205 p.
2. COLOMO GUTIÉRREZ, Adriana Amanda. *Mejora y estandarización del proceso de producción, en una empresa productora de envases plásticos.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2009. 163 p.
3. GÓMEZ HERNANDEZ, Ana Cecilia. *Elaboración de un manual para la auditoría interna del sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2008 en una empresa de servicios logísticos en el departamento de recursos humanos.* Trabajo de graduación de Licenciatura en Auditoría. Facultad de Ciencias. Económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2015. 138 p.
4. Ministerio de Economía. *Auditorías internas de calidad y acciones correctivas.* República de Guatemala. 2019. 19 p.
5. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 74.01.33:06.* República de Guatemala. 2021. 29 p.

6. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial, métodos tiempos y movimientos*. 9a ed. México D.F. Editorial Limusa S.A. de C.V. 1,991. 896 p.
7. PINEDA, José Adolfo. *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 173 p.
8. RIVERA VILLEGAS, Erick Wilfredo. *Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 2014. 210 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ciclos a evaluar

Número mínimo de ciclos que se estudiarán para una determinada actividad

<i>Tiempo del ciclo</i>	<i>Mas de 10,000/año</i>	<i>De 5.000 a 10,000/año</i>	<i>De 1,000 a 5,000/año</i>	<i>Menos de 1,000/año.</i>
Mas de 60min.	6	5	4	3
40 a 60min.	8	7	6	5
20 a 40min.	10	9	8	7
10 a 20min.	12	11	10	9
5 a 10min.	20	18	16	15
2 a 5min.	25	22	20	18
1 a 2min.	40	35	30	25
Menos de 1min.	60	50	45	40

Fuente: PINEDA, José. *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de pisos de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.* p. 151.

Anexo 2. Sistema de Westinghouse

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

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

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

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

Fuente: RODRIGUEZ CALITO, Byron. *Optimización de los procesos y procedimientos de una planta de producción a través del estudio de métodos*. p. 90.

Anexo 3. Sistema de concesiones por descanso

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

Fuente: CRIOLLO GARCÍA, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 52.

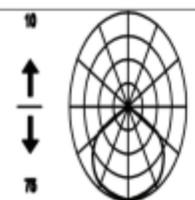
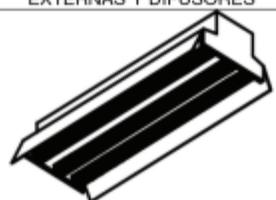
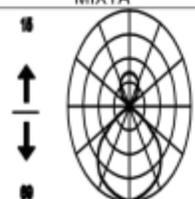
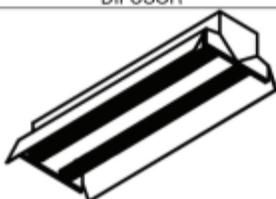
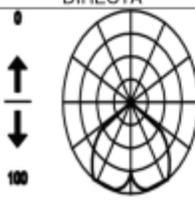
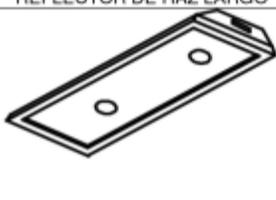
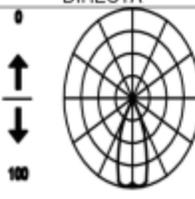
Anexo 4. Coeficiente de reflexión del techo y paredes

Reflectancias										
Cavidad del techo	Colores blanco a muy claros			Colores intermedios (café, rojos o grises)			Colores oscuros (morados, azules oscuros o verdes oscuros)			Oscuros en la gama del color negro
	80 %			50 %			10 %			0 %
Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	0 %

Fuente: *Calculo de numero de luminarias para un espacio arquitectónico por el método de lúmenes*. http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1731/mod_resource/content/11/contenido/index.html. Consulta: 30 de junio de 2022.

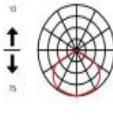
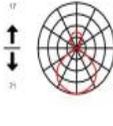
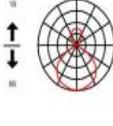
Anexo 5. Índice del Local

TABLA 2. INDICE DEL LOCAL

TIPOS DE ILUMINACION	LUMINARIA	INDICE DEL LOCAL (K)	CLASIFICACION DEL INDICE DEL LOCAL
SEMIDIRECTA	PLAFON CON BASES EXTERNAS Y DIFUSORES	0.50-0.70	1
		0.70-0.90	2
		0.90-1.10	3
		1.10-1.40	4
		1.40-1.75	5
		1.75-2.25	6
		2.25-2.75	7
		2.75-3.50	8
		3.50-4.50	9
		4.50-6.50	10
		MIXTA	DIFUSOR
		0.70-0.90	2
		0.90-1.10	3
		1.10-1.40	4
		1.40-1.75	5
		1.75-2.25	6
		2.25-2.75	7
		2.75-3.50	8
		3.50-4.50	9
		4.50-6.50	10
		DIRECTA	REFLECTOR DE HAZ LARGO
		0.70-0.90	2
		0.90-1.10	3
		1.10-1.40	4
		1.40-1.75	5
		1.75-2.25	6
		2.25-2.75	7
		2.75-3.50	8
		3.50-4.50	9
		4.50-6.50	10
		DIRECTA	REFLECTOR DE HAZ MEDIO
		0.70-0.90	2
		0.90-1.10	3
		1.10-1.40	4
		1.40-1.75	5
		1.75-2.25	6
		2.25-2.75	7
		2.75-3.50	8
		3.50-4.50	9
		4.50-6.50	10

Fuente: *Calculo de numero de luminarias para un espacio arquitectónico por el método de lúmenes.* http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1731/mod_resource/content/11/contenido/index.html. Consulta: 30 de junio de 2022.

Anexo 6. Factor de utilización

No.	LUMINARIA	DISTRIBUCIÓN	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO	REFLECTANCIAS										
				CAVIDAD DEL TECHO	80%			50%			10%			0%
				PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
				RCL	COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN									
1	CATEGORIA II  2 LAMPARAS T-12 COOLIDER CARGA PARA LAMPARAS T-12 CU X1.02		1.3	1	8.80	8.40	8.10	7.90	7.70	7.40	6.90	6.80	6.60	6.40
				2	7.70	7.10	6.60	7.00	6.50	6.20	6.10	5.90	5.60	5.40
				3	6.80	6.10	5.60	6.10	5.60	5.20	5.40	5.10	4.80	4.60
				4	6.00	5.20	4.70	5.40	4.90	4.40	4.80	4.40	4.10	3.90
				5	5.20	4.50	3.90	4.80	4.20	3.70	4.30	3.80	3.40	3.30
				6	4.70	3.90	3.40	4.30	3.70	3.20	3.80	3.40	3.00	2.80
				7	4.20	3.40	2.90	3.80	3.20	2.80	3.40	3.00	2.60	2.40
				8	3.70	3.00	2.50	3.40	2.80	2.40	3.10	2.60	2.20	2.10
				9	3.30	2.60	2.10	3.10	2.50	2.10	2.80	2.30	1.90	1.80
				10	3.00	2.30	1.90	2.80	2.20	1.80	2.50	2.00	1.70	1.50
2	CATEGORIA I  2 LAMPARAS T-12 COOLIDER CARGA PARA LAMPARAS T-12 CU X1.02		1.2	1	8.80	8.50	8.10	7.70	7.50	7.30	6.50	6.40	6.20	5.90
				2	7.70	7.10	6.70	6.80	6.40	6.00	5.70	5.50	5.30	5.00
				3	6.80	6.10	5.60	6.00	5.50	5.10	5.10	4.80	4.50	4.20
				4	6.00	5.30	4.70	5.30	4.80	4.30	4.50	4.20	3.80	3.60
				5	5.30	4.50	4.00	4.70	4.10	3.60	4.00	3.60	3.30	3.00
				6	4.70	3.90	3.40	4.20	3.60	3.10	3.60	3.10	2.80	2.60
				7	4.20	3.40	2.70	3.80	3.10	2.70	3.20	2.80	2.40	2.20
				8	3.80	3.00	2.50	3.40	2.80	2.30	2.90	2.40	2.10	1.90
				9	3.40	2.50	2.20	3.00	2.40	2.00	2.60	2.10	1.80	1.60
				10	3.10	2.40	1.90	2.60	2.20	1.80	2.40	1.90	1.60	1.40
3	CATEGORIA I  2 LAMPARAS T-12 COOLIDER CARGA PARA LAMPARAS T-12 CU X1.02		1.0	1	8.40	8.10	7.80	7.40	7.20	7.00	6.10	6.00	5.90	5.60
				2	7.50	7.00	6.50	6.60	6.20	5.90	5.50	5.30	5.10	4.80
				3	6.60	6.00	5.60	5.90	5.40	5.10	4.90	4.70	4.40	4.20
				4	5.90	5.20	4.70	5.20	4.70	4.30	4.40	4.10	3.80	3.60
				5	5.20	4.50	4.00	4.60	4.10	3.70	3.90	3.60	3.30	3.10
				6	4.70	4.00	3.50	4.20	3.60	3.20	3.60	3.20	2.90	2.70
				7	4.20	3.50	3.00	3.70	3.20	2.80	3.20	2.80	2.50	2.30
				8	3.80	3.10	2.60	3.40	2.80	2.40	2.90	2.50	2.20	2.00
				9	3.40	2.70	2.20	3.00	2.50	2.10	2.50	2.20	1.90	1.70
				10	3.10	2.40	2.00	2.70	2.20	1.80	2.30	1.90	1.70	1.50

Fuente: *Calculo de numero de luminarias para un espacio arquitectónico por el método de lúmenes.* http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1731/mod_resource/content/11/contenido/index.html. Consulta: 30 de junio de 2022.

Anexo 7. Flujo luminoso para lámparas fluorescentes de 38mm de diámetro

POTENCIA NOMINAL (WATTS)	LONGITUD DEL TUBO mm	
		FLUJO LUMINOSO (LUMEN)
15	430	600
20	590	1080
25	970	1500
30	895	2000
40	1200	2500
60	1500	4000

Fuente: *Calculo de numero de luminarias para un espacio arquitectónico por el método de lúmenes*. http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1731/mod_resource/content/11/contenido/index.html. Consulta: 30 de junio de 2022.

