



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

**DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL
ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**

José Humberto Vallejo Cuyun
Asesorado por la Inga. Miriam Patricia Rubio

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL
ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ HUMBERTO VALLEJO CUYUN
ASESORADO POR LA INGA. MIRIAM PATRICIA RUBIO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir 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
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
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:

DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 9 de noviembre de 2020

José Humberto Vallejo Cuyun

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
U.S.A.C.
Presente

Estimado ingeniero Cesar Ernesto Urquizú Rodas

Por este medio, hago constar que yo, la ingeniera MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS, con colegiado número cuatro mil setenta y cuatro (4074), doy como visto bueno el desarrollo del trabajo de investigación final de graduación del alumno JOSÉ HUMBERTO VALLEJO CUYUN identificado con CUI 2941 79852 0101, alumno a quien he podido apoyar como asesora de su protocolo de tesis.

Dando por concluido el desarrollo de la misma investigación y planteando las soluciones inmediatas y efectivas para el beneficio de la institución donde se desarrolló la misma.

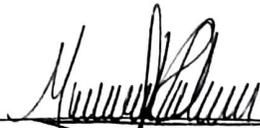
Doy por concluido de forma eficiente ante mí persona el desarrollo de su trabajo de investigación, como tema: "DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA".

Línea de investigación: Operaciones, Plantas Industriales, Diseño y Layout.

Área: Operaciones.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración.

Atentamente.



MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS

Colegiado número: 4074

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. 4074



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

REF.REV.EMI.072.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por el estudiante universitario **José Humberto Vallejo Cuyun**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Guillermo Federico Mijangos Martínez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 15692

Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2021.

/mgp



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

REF.DIR.EMI.115.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por el estudiante universitario **José Humberto Vallejo Cuyun**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4.272

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

Guatemala, octubre de 2021.

/mgp



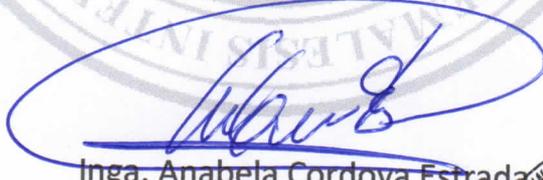
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG. 586.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCESOS DEL ÁREA DE HORNEADO EN UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por el estudiante universitario: **José Humberto Vallejo Cuyun**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme la inteligencia, salud y fortaleza para cumplir esta meta.
- Mis padres** Luis Fernando Vallejo y María Josefa Cuyun, por todo su apoyo, comprensión y amor que me han dado a lo largo de mi carrera creyendo siempre en mí.
- Mi hermana** Por su apoyo, paciencia, cariño, confianza y todos los buenos momentos que hemos compartido.
- Mis abuelos** Joaquín Cuyun (q. e. p. d.), y Martina Vallejo por su apoyo, consejos y su confianza en llegar a esta meta.
- Mis primos** Fredy y Ángel Geovani Guerra, que han sido un gran apoyo con los cuales he compartido muchos momentos.
- Mis amigos y amigas** Por su apoyo sincero, por las risas y por los momentos que compartimos juntos.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme los conocimientos necesarios y fundamentales para empezar mi vida como profesional en Guatemala.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme a catedráticos que han brindado conocimientos en la carrera y fomentado el deseo de investigación.

Inga. Miriam Rubio

Por apoyarme sinceramente en la elaboración de este proyecto de graduación.

Mis amigos

Por todos los inolvidables momentos juntos, su apoyo y cariño en este camino gracias a Manuel Hernández, Andrea Rojas, Nora Rodríguez, Christian Gerónimo, Susel Retana, Andrés Naz y a Julián Sierra.

Mis guías

Por darme un especial apoyo y cariño en esta etapa de mi vida, gracias a Karla Barrios Fernández, Ana Gladys Vásquez, Karla Gabriela González y a Rodolfo Gómez Chivalan.

Mis colegas

Sin los cuales este documento no existiría,
gracias a Ing. Helmut Muñoz, Gerardo Cabrera,
y Pablo Mejía de la Roca.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Definición de productividad.....	1
1.1.1. Definición de eficacia.....	2
1.1.2. Definición de eficiencia	3
1.1.3. Aspectos que influyen en la productividad organizacional.....	4
1.1.4. Métodos de mejora de productividad.....	9
1.2. Diseño del área de trabajo y distribución en planta	11
1.2.1. Método <i>layout</i>	12
1.2.2. Otros métodos de distribución en planta	13
1.2.3. Relación y diagrama hombre máquina	16
1.2.4. Cuello de botella	20
1.2.5. Producción por lotes.....	21
1.3. Calidad	22
1.3.1. Definición de calidad.....	23
1.3.2. Costos relacionados a la calidad	23
1.4. Capacidad	28
1.4.1. Capacidad de equipo de horneado industrial	29

1.4.2.	Diagrama de procesos	30
1.4.3.	Jornada laboral y efectiva de trabajo.....	37
1.4.4.	Definición de tiempo efectivo y tiempo muerto	38
1.5.	Mantenimiento y tiempo de mantenimiento.....	40
1.5.1.	Definición de mantenimiento correctivo.....	41
1.5.2.	Definición de mantenimiento preventivo.....	42
1.5.3.	Características comunes de los hornos industriales y tiempos de mantenimiento.....	43
1.5.4.	Condiciones óptimas de trabajo de un horno industrial.....	47
2.	RELACIÓN DE ÁREAS, PROCEDIMIENTOS Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN QUE AFECTAN AL ÁREA DE HORNEADO	51
2.1.	Descripción de los hornos industriales y el área	51
2.1.1.	Características técnicas de los hornos.....	52
2.1.2.	Personalidad del horno	53
2.1.3.	Frecuencia de mantenimiento preventivo.....	55
2.1.4.	Frecuencia de fallos del equipo.....	56
2.1.5.	Diferencia entre hornos estáticos y hornos rotativos.....	58
2.1.6.	Tipo de distribución actual en planta	60
2.2.	Características de utilización del área respecto a productos ...	61
2.2.1.	Descripción de los productos que requieren del área	62
2.2.1.1.	Productos de panadería	62
2.2.1.2.	Productos de pastelería	64
2.2.2.	Necesidad de hornos respecto a características del producto.....	65

2.2.3.	Jornadas de producción de las áreas dependientes y proveedoras de hornos.....	67
2.2.3.1.	Secuencia de producción y relación de vida de los productos.....	70
2.2.3.2.	Tiempos de espera máximo de los productos.....	72
2.2.4.	Relación de picos de utilización del área y arribo de productos.....	75
2.3.	Método de trabajo del área.....	79
2.3.1.	Distribución de hornos para cada área productiva.....	81
2.3.2.	Jornada laboral manejada actualmente.....	82
2.3.2.1.	Cantidad de horas extra promediada diariamente.....	84
2.3.2.2.	Personal asignado para cada área productiva (panadería y pastelería)	88
2.3.3.	Porcentaje de utilización de cada horno respecto a su área.....	89
2.3.4.	Porcentaje de cumplimiento de restricción de equipo y naturaleza de producto.....	96
2.4.	Porcentaje de eficiencia de utilización del área.....	100
2.4.1.	Comportamiento actual de utilización del área y equipos.....	102
2.4.2.	Comportamiento individual promedio de cada horno.....	104
2.4.3.	Comparativa de utilización de cada horno contra su misma familia de hornos.....	111
2.4.4.	Tiempo eficiente de utilización y tiempo muerto del área.....	114

2.4.4.1.	Tiempo eficiente de utilización por horno	114
2.4.4.2.	Tiempo muerto por horno	118
2.4.4.2.1.	Costo de tiempo muerto por consumibles	122
2.4.4.2.2.	Costo de mantenimiento preventivo innecesario por utilización	125
2.4.4.2.3.	Depreciación del equipo	127
2.5.	Producto afectado y consecuencias de la utilización irregular	127
2.5.1.	Costo de producto afectado	130
2.5.2.	Productos que son afectados fácilmente por la utilización irregular	131
2.5.3.	Recurrencia de producto afectado y costo acumulativo	132
3.	ANÁLISIS DE CAUSAS Y EFECTOS DE LA UTILIZACIÓN IRREGULAR DEL ÁREA	135
3.1.	Diagrama de causa y efecto de la utilización irregular del área	135
3.1.1.	Causas principales	138
3.1.2.	Análisis de causas	139
3.2.	Procesos de producción y planeación	142
3.2.1.	Diagrama de flujo general	143
3.2.2.	Diagrama de flujo de información	168

3.2.3.	Diagrama de recorrido	172
3.2.4.	Diagrama hombre-máquina del área de horneado	185
3.3.	Documentación de control y utilización de equipo	189
3.3.1.	Ficha histórica del horno.....	189
3.3.2.	Ordenes de trabajo diarias.....	190
3.3.3.	Control de procesos.....	190
3.3.4.	Reporte de actividades	191
3.3.5.	Cumplimiento de secuencia de producción	192
3.4.	Mantenimiento de los equipos	192
3.4.1.	Establecimiento de políticas de mantenimiento	193
3.4.1.1.	Programación de mantenimiento a lo largo del año	193
3.4.1.2.	Objetivos del mantenimiento.....	194
3.4.1.3.	Estructura de mantenimiento	194
3.4.2.	Mantenimiento preventivo.....	196
3.4.2.1.	Tiempo de mantenimiento preventivo	197
3.4.3.	Mantenimiento correctivo.....	199
3.4.3.1.	Circunstancias bajo las que se tienen mantenimientos correctivos	199
3.5.	Estudio económico	200
3.5.1.	Cotización de un equipo promedio	201
3.5.2.	Estudio financiero	202
3.5.2.1.	Valor presente neto (VPN).....	202
3.5.2.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	207
3.5.2.3.	Análisis costo beneficio	208

4.	PLAN DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCEDIMIENTOS DEL	
	ÁREA	211
4.1.	Tiempo de los procesos	211
4.1.1.	Programación de producción y secuencia del	
	área	219
4.1.1.1.	Informes de productos fuera de	
	tiempo en su arribo al área.....	230
4.1.2.	Análisis de capacidad de producción según	
	jornadas y diagrama hombre-máquina.....	232
4.1.2.1.	Manejo de doble jornada y relación	
	con las horas extra	240
4.1.3.	Factores que aumentan el tiempo eficiente de	
	producción.....	245
4.1.3.1.	Orden del área	249
4.1.3.2.	Distribución física de maquinaria.....	252
4.1.3.3.	Distribución de cantidad de equipo	
	por área productiva	258
4.2.	Plan de mantenimiento.....	265
4.2.1.	Implementación del plan de mantenimiento	265
4.2.2.	Programación de mantenimientos y	
	responsables	273
4.2.3.	Comunicación efectiva con las áreas productivas	
	y de planificación de producción	276
4.2.4.	Tiempo de rutina de mantenimiento por horno.....	279
4.2.5.	Tiempo de ciclo de mantenimiento por horno.....	282
4.2.6.	Mantenimiento de horno industrial	284
4.2.6.1.	Engrase y lubricación	285
4.2.6.2.	Sistema eléctrico	287
4.2.6.3.	Sistema de gas propano.....	289

	4.2.6.4.	Consumibles frecuentes	290
	4.2.6.5.	Frecuencia del mantenimiento.....	292
4.3.		Análisis de costo/beneficio de la propuesta.....	295
5.		SEGUIMIENTO Y MEJORA	301
5.1.		Distribución de maquinaria	301
	5.1.1.	Seguimiento y selección de distribución de hornos en planta	301
	5.1.2.	Selección del tipo de distribución conforme la necesidad de la producción	304
5.2.		Capacitación de personal	306
	5.2.1.	Programa de capacitación de personal de uso efectivo en los hornos.....	307
	5.2.2.	Programa de capacitación de personal de utilización mecánica del horno.....	312
	5.2.3.	Seguimiento de utilización y control de horas extra por área de hornos	316
5.3.		Tecnología.....	317
	5.3.1.	Nuevas tecnologías de los hornos industriales.....	319
	5.3.2.	Alternativas de equipo	323
	5.3.3.	Equipo de panadería y pastelería para agilizar procesos y efectividad de tiempo en arribo del área	324
5.4.		Indicadores logísticos asociados.....	327
	5.4.1.	Productividad en volumen de producto transformado.....	328
	5.4.2.	Porcentaje de utilización de equipo por área	330
	5.4.3.	Porcentaje de costo de producto afectado del área	331

CONCLUSIONES.....333
RECOMENDACIONES335
BIBLIOGRAFÍA.....337
APÉNDICES.....341
ANEXOS.....345

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Desglose del contenido del trabajo	6
2.	Ejemplificación diagrama hombre-máquina	19
3.	Representación de operación en un diagrama.....	31
4.	Representación de transporte en un diagrama	31
5.	Representación de inspección en un diagrama	32
6.	Representación de demora o espera en un diagrama	32
7.	Representación de almacenamiento en un diagrama	33
8.	Representación de actividad combinada en un diagrama.....	33
9.	Ejemplo de diagrama de flujo del proceso	35
10.	Ejemplo de diagrama de proceso de grupos.....	37
11.	Carrito transportador de bandejas de acero inoxidable.....	52
12.	Comparativo gráfico de fallos en el área de horneado octubre a diciembre 2019 (No. de fallos vs mes)	57
13.	Croquis de áreas productivas.....	61
14.	Mapeo de rango de temperaturas en grados centígrados de las áreas de producto directo.....	75
15.	Comportamiento del área de horneado en octubre 2019 (cantidad de veces de utilización de los equipos por hora).....	76
16.	Comportamiento del área de horneado en noviembre 2019 (cantidad de veces de utilización de los equipos por hora)	77
17.	Comportamiento del área de horneado en diciembre 2019 (cantidad de veces de utilización de los equipos por hora).....	77
18.	Mapeo de división física de hornos y tipo de horno	82

19.	Cantidad de veces de utilización de los equipos de cada área productiva por hora en octubre 2019	89
20.	Cantidad de veces de utilización de los equipos de cada área productiva por hora en noviembre 2019	90
21.	Cantidad de veces de utilización de los equipos de cada área productiva por hora en diciembre 2019.....	91
22.	Cantidad de horas de utilización de cada horno en cada área productiva en octubre 2019 (horas vs horno)	92
23.	Cantidad de horas de utilización de cada horno en cada área productiva en noviembre 2019 (horas vs horno).....	92
24.	Cantidad de horas de utilización de cada horno en cada área productiva en diciembre 2019 (horas vs horno).....	93
25.	Análisis de tiempo muerto y tiempo efectivo del área de octubre a diciembre	102
26.	Análisis de tiempo de utilización en días de picos de producción cercanos a temporada de venta	103
27.	Gráfico comparativo de tiempo utilizado de cada horno en octubre de 2019.....	106
28.	Gráfico comparativo de tiempo utilizado de cada horno en noviembre de 2019	107
29.	Gráfico comparativo de tiempo utilizado de cada horno en diciembre de 2019	108
30.	Mapeo por color de utilización de los equipos	109
31.	Vista a dos puntos del área de horneado y equipos clasificados por su utilización	111
32.	Comparativa de tiempo utilizado de hornos estáticos y rotativos octubre 2019.....	112
33.	Comparativa de tiempo utilizado de hornos estáticos y rotativos noviembre 2019	112

34.	Comparativa de tiempo utilizado de hornos estáticos y rotativos diciembre 2019.....	113
35.	Porcentaje promedio de tiempo eficiente de cada horno durante los tres meses estudiados	117
36.	Análisis de los 5 por qué en el trasiego de productos de carrito	120
37.	Porcentaje promedio de tiempo muerto de cada horno durante los tres meses estudiados	121
38.	Unidades afectadas de octubre a diciembre 2019 del área de horneado.....	129
39.	Costo de producto afectado de octubre a diciembre 2019 del área de horneado	130
40.	Diagrama de Ishikawa por utilización irregular del área de horneado	137
41.	Diagrama de flujo de producto directo 1.....	145
42.	Diagrama de flujo de producto directo 2.....	147
43.	Diagrama de flujo de producto directo 3.....	149
44.	Diagrama de flujo de producto pre cocido 1	151
45.	Diagrama de flujo de producto pre cocido 2.....	153
46.	Diagrama de flujo de producto pre cocido 3.....	155
47.	Diagrama de flujo de producto congelado 1	157
48.	Diagrama de flujo de producto congelado 2.....	159
49.	Diagrama de flujo de producto congelado 3.....	161
50.	Diagrama de flujo de producto terminado 1	163
51.	Diagrama de flujo de producto terminado 2	165
52.	Diagrama de flujo de producto terminado 3	167
53.	Diagrama de flujo de información de panadería.....	170
54.	Diagrama de flujo de información de pastelería	171
55.	Diagrama de recorrido, producto directo 1	173
56.	Diagrama de recorrido, producto directo 2.....	174
57.	Diagrama de recorrido, producto directo 3.....	175

58.	Diagrama de recorrido, producto pre cocido 1	176
59.	Diagrama de recorrido, producto pre cocido 2	177
60.	Diagrama de recorrido, producto pre cocido 3	178
61.	Diagrama de recorrido, producto congelado 1	179
62.	Diagrama de recorrido, producto congelado 2	180
63.	Diagrama de recorrido, producto congelado 3	181
64.	Diagrama de recorrido, producto terminado 1	182
65.	Diagrama de recorrido, producto terminado 2	183
66.	Diagrama de recorrido, producto terminado 3	184
67.	Diagrama hombre-máquina de un operario de horneado.	187
68.	Diagrama organizacional del área de mantenimiento	195
69.	Modelo de reporte de productos entregados fuera de tiempo en el área de horneado.....	232
70.	Tiempos disponibles en jornada diurna, horneado	234
71.	Tiempos disponibles en jornada nocturna, horneado	235
72.	Diagrama hombre máquina, método propuesto.....	239
73.	Tiempo de utilización del área	242
74.	Modelado de producción previsto para horneado	243
75.	Situación actual de orden en el área de horneado.....	249
76.	Rutas de ingreso y salida de producto.....	250
77.	<i>Layout</i> de áreas de producción.....	253
78.	Distribución propuesta de maquinaria.....	256
79.	Distribución de productos horneados.....	259
80.	Tiempo esperado de utilización por cada horno	263
81.	Patrones de falla.....	267
82.	Generalidades de Horno Zucchelli.....	286

TABLAS

I.	Métodos y técnicas para aumentar la productividad	10
II.	Datos principales de los equipos de horneado y clasificación.....	53
III.	Planeación de mantenimientos preventivos para un trimestre promedio	55
IV.	Histórico de fallos de octubre a diciembre 2019 de los equipos de horneado	56
V.	Parámetros de horneado especificados por número de horno.....	67
VI.	Número de operarios activos en un día de producción promedio en cada área productiva por jornada.....	68
VII.	Número de operarios activos en un día de producción nocturna con productos líderes de panadería.....	69
VIII.	Parámetros de reporte de secuencia de producción panadería.....	71
IX.	Parámetros de reporte de secuencia de producción pastelería	71
X.	Tipos de producto y horarios promedio de arribo al área de horneado	78
XI.	Distribución de equipos de horneado por área productiva	81
XII.	Histórico por quincena de horas extra del área de horneado octubre a noviembre 2019	84
XIII.	Horas extra promedio por día y jornada del área de horneado	86
XIV.	Número de horas por área y porcentaje de tiempo de utilización por área en octubre 2019	94
XV.	Número de horas por área y porcentaje de tiempo de utilización por área en noviembre 2019	95
XVI.	Número de horas por área y porcentaje de tiempo de utilización por área en diciembre 2019.....	96
XVII.	Porcentajes promedio de utilización de cada horno en las áreas productivas.....	97

XVIII.	Comparativa de área teórica y área dominante de utilización y diferencia de utilización.....	98
XIX.	Desglose de tiempo disponible, eficiente y muerto del área de horneado de octubre a diciembre	100
XX.	Tiempo utilizado y sin utilizar, en horas, de cada horno por mes.....	104
XXI.	Tiempo promedio mensual de utilización en cada horno y porcentaje de relevancia de mayor a menor.....	109
XXII.	Porcentaje de tiempo eficiente de utilización de los hornos en los meses de octubre a diciembre	115
XXIII.	Porcentaje de tiempo muerto de utilización de los hornos en los meses de octubre a diciembre	118
XXIV.	Costo por tiempo muerto a causa de consumibles en los equipos de horneado.....	124
XXV.	Costos de mantenimiento preventivo de los meses de octubre y noviembre	126
XXVI.	Costo de producto afectado por recurrencia de productos	133
XXVII.	Tiempos por actividades	185
XXVIII.	Desglose de costos de inversión inicial	203
XXIX.	Desglose de costos periódicos a través del tiempo	203
XXX.	Proyección de venta en quetzales	206
XXXI.	Ramas de productos y rangos de tiempo	212
XXXII.	Procedimientos en la etapa de horneado	215
XXXIII.	Tiempo diario de procedimientos por operario para 2 hornos.....	216
XXXIV.	Ampliación de carritos de producción	217
XXXV.	Propuesta de secuencia de producción general	228
XXXVI.	Secuencia de área de horneado	229
XXXVII.	Tiempos disponibles en el área de horneado	233
XXXVIII.	Resumen capacidad de un equipo de horneado	236
XXXIX.	Horas extra proyectadas para una quincena	245

XL.	Producción y operarios proyectados	259
XLI.	Distribución por equipos.....	260
XLII.	Distribución de equipos por jornadas	262
XLIII.	Eficiencia total del área y por horno por día	264
XLIV.	Fallas del área de horneado y patrón.....	268
XLV.	Tipos de mantenimiento y responsables	273
XLVI.	Actividades por mantenimiento	280
XLVII.	Tiempo de mantenimiento en uso	281
XLVIII.	Tiempo de mantenimiento preventivo	282
XLIX.	Consumibles de horneado	290
L.	Consumibles para herramientas de horneado	291
LI.	Confiabilidad por equipo de horneado.....	294
LII.	Costos previstos de plan de gestión	296
LIII.	Beneficios previstos en el plan de gestión	296
LIV.	Costos y beneficios proyectados.....	299

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
e	Base de logaritmo neperiano
°C	Grados centígrados
m	Metro
%	Porcentaje
Q	Quetzales
Y	Tasa de Fallas
TIR	Tasa interna de retorno
VPN	Valor presente neto

GLOSARIO

Batch	Volumen de producción de determinada cantidad de un producto, diseñado para aprovechar la capacidad de producción y unidad de medida de planificación de la producción.
BPM	Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son prácticas y procedimientos que se encuentran incluidos en las normativas de la región alimenticia en que se obliga a los establecimientos que producen o comercializan productos alimenticios a cumplirlas para garantizar la salud del consumidor.
Costo	Cantidad de unidades monetarios que se otorgan por la adquisición de un bien, transformación de bienes o circunstancias de mejoramiento organizacional.
Fermentación	Proceso bioquímico por el que una sustancia o producto orgánico se transforma en otro.
Formato	Presentación física o digital de almacenar y obtener información.
Google SketchUp	Programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones basado en caras.

Hornear	Proceso en que un alimento o material en que se somete a un equipo especializado que al alcanzar ciertas temperaturas le haga perder su humedad y se cueza.
Inocuidad	Son las medidas y condiciones que se requieren durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos en que se asegura que su consumo no representa un riesgo para la salud humana.
Levadura	Hongo unicelular que produce enzimas capaces de provocar la fermentación alcohólica de los hidratos de carbono.
Procedimiento	Es un conjunto de acciones que tienen que realizarse cíclicamente para obtener los mismos resultados en las mismas circunstancias.
Proceso	Conjunto de acciones e instrucciones que se realizan con un fin determinado.
Temperatura	Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmosfera.

RESUMEN

El presente informe desarrolla un plan de gestión de producción y procedimientos en una de las áreas que ha sido crítica en los últimos años en una industria panificadora artesanal, el área de horneado, un área que ha presentado un incremento constante en las horas extra, la utilización de equipos ha sido irregular y se ha llegado a desconocer si se tiene la capacidad o no con los actuales equipos de seguir creciendo en el volumen de producción.

Ante el alto costo y tiempo que requieren estos cambios se ha realizado un estudio y plan de gestión en que se abarcan los puntos desde la utilización del equipo, la cantidad de personas del área, las jornadas laborales a trabajar, la curva de modelo de trabajo esperada para que el área funcione constantemente mejorando la eficiencia actual del área como de la mayoría de equipos, ordenamiento físico del área, una guía de planificación de la producción en que se consideren a todas las partes interesadas y un plan de mantenimiento que permita mantener a los equipos en operación reduciendo el tiempo muerto por fallos inesperados.

Previo a la propuesta, se analiza la condición actual del área en que se toman puntos como la capacidad instalada, la capacidad operacional, la cantidad de horas extra realizadas, los productos críticos, horarios de mayor utilización del área, los fallos en la calidad de productos derivados de la utilización irregular, el tiempo muerto, los tipos de producto con sus recorridos y las causas de esta utilización irregular. Finalmente se presenta el costo y beneficio de la implementación de este plan de gestión de producción y procedimientos para el área.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una planificación para la gestión de producción y procesos del área de horneado en una industria panificadora.

Específicos

1. Determinar la capacidad del área en función a su disponibilidad y sus variables delimitantes para cada uno de los equipos.
2. Analizar el histórico de utilización del área en función a la relación de horarios y productos para determinar la mayor concurrencia y sus horarios de arribo al área.
3. Contrastar los porcentajes de utilización de cada horno a lo largo de un día promedio contra las jornadas laborales manejadas y el pago de horas extra.
4. Confrontar el tiempo muerto promedio diario comparativo contra el tiempo eficiente de utilización de cada horno y el costo por tiempo muerto implícito.
5. Determinar el porcentaje de producto afectado que se obtiene por retrasos en los picos críticos de utilización del área y el importe monetario que representa.

INTRODUCCIÓN

La industria de la panificación ha sido una industria que se ha desarrollado a lo largo de los años llegando a niveles de producción bastante altos para cumplir con la demanda en producto alimenticio de alto consumo, las variantes de pan artesanal son de especial apreciación en Latinoamérica. Al tratarse de una industria de productos que requieren especial cuidado como lo son los productos alimenticios, la organización operacional es un factor clave de éxito para la empresa y no incurrir en costos que no son mostrados a simple vista por los altos volúmenes de producción y la variedad de productos.

De todas las etapas, una destaca por ser especialmente necesaria para el estándar de productos que buscan los consumidores y es el horneado, esta etapa tiene un alto impacto operacional y organizacional, debido a que de no realizarse de forma correcta puede incurrir en la calidad directa del producto en su aspecto visual e incluso la inocuidad y garantía que el producto puede ser consumido.

En el caso del tema de investigación y desarrollo expuesto, se pretende elaborar un plan de gestión de producción y procedimientos que beneficien al área de horneado que ha presentado una notable deficiencia en la utilización irregular tanto del área como de los equipos. Situación presentada ante el alto incremento que ha tenido la empresa en la que se desarrolla el tema, situación que no le ha permitido adaptarse a este cambio y replantear sus planes de producción o la forma en que manejan y aprovechan los equipos disponibles de las áreas, trabajando con los métodos de hace 5 o 10 años en que la demanda era un bajo porcentaje de la actual.

El sistema de gestión de producción y procedimientos para el área de horneado se elabora, con el fin de brindar una guía organizacional de los actuales fallos en los que se incurre en el área de horneado con un plan de contra medida a estos fallos, basándose en modelos matemáticos y análisis de los históricos de datos con apoyo del programa Microsoft Excel y modelado del área en su distribución física. Basado en la teoría que expone que un sistema de gestión de procedimientos está orientado a la satisfacción del cliente y al aprovechamiento de recursos.

El desarrollo del presente trabajo consta de cinco capítulos, en que el primer capítulo se da una vasta base teórica, bajo esta se trabajan los capítulos consiguientes y las partes que comprenden el plan de gestión, en los dos capítulos siguientes se procede a un análisis detallado del área basado en la teoría proporcionada por el primer capítulo y en los problemas que ha presentado el área. En el capítulo cuatro se desarrolla el plan de gestión tomando como base las necesidades mostradas en los capítulos dos y tres, este plan de gestión plasma el modelo de trabajo que se define como ideal para el área en que se aprovechan los recursos disponibles del área de horneado. Por último, en el capítulo cinco se plantea el seguimiento al plan de gestión de producción y procedimientos planteando los indicadores asociados a su desempeño como las propuestas de mejora planteadas.

Con el presente trabajo de investigación se espera que se brinden las herramientas necesarias de mejoramiento a la empresa al comprender y detallar los fallos en que se ha incurrido a lo largo del tiempo, con un plan elaborado y detallado para la reducción o eliminación de estos factores que alteran la utilización del área; además se pretende que el trabajo sirva como guía para otras personas que atraviesen la misma problemática de la utilización

irregular en una industria de alimentos artesanales y puedan proceder con su análisis.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Definición de productividad

La productividad en su sentido más amplio se define como la relación entre lo producido y lo consumido, tal como lo define el ingeniero García Criollo en su libro Estudio del trabajo; ingeniería de métodos y medición del trabajo, define “es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.”¹

Teniendo en cuenta los factores de restricción como: incapacidad para crear el ambiente adecuado de trabajo, problema de los reglamentos gubernamentales, incapacidad para medir y evaluar el trabajo, los recursos físicos, los métodos de trabajo y los factores tecnológicos, considerando lo anterior brinda la expresión de cálculo.

$$Productividad = \frac{Lo\ producido}{Recursos\ consumidos} \quad Ecuación\ (1)$$

Al referirse a la productividad de horas de máquina se expresa de la forma:

$$Productividad = \frac{Num.\ de\ piezas\ buenas\ x\ Ciclo\ unitario}{Tiempo\ total\ consumido} \quad Ecuación\ (2)$$

¹ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo; ingeniería de métodos y medición del trabajo*. pp. 9-10.

Parte del tiempo total consumido se emplea en paradas planificadas, utilizadas para ajustes de producción o actividades necesarias del área como descansos planificados por la naturaleza de la actividad y grandes paradas, de igual forma son establecidas con anterioridad, tal es el caso de un mantenimiento completo de la maquinaria o ajustes a gran escala de producción.

1.1.1. Definición de eficacia

El ingeniero García Criollo opina en su libro que la eficacia se cita textualmente “La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos”², entonces se dice que la eficacia se trata de la capacidad de alcanzar los objetivos o metas establecidos por una organización, empresa, negocio, departamento, proyecto y cualquiera de los casos similares.

La eficacia se caracteriza por estar enfocada a objetivos, se mide a través de los resultados obtenidos contra los esperados y se utilizan los recursos necesarios para alcanzar las metas. La naturaleza de la eficacia como tal es de ser objetiva y cuantificable.

Al hablar en el entorno de producción, una forma simple de calcular la eficacia y obtener su porcentaje, se puede encontrar basándose en la expresión que se brinda por Arrizabalaga Consulting en su *blog* de consultoría empresarial, que relaciona los resultados y las acciones realizadas, expresión validada por diversos autores en su estructura y que para objeto de la investigación es el modelo aplicable.

² *Ibíd.* p. 19.

$$Eficacia = \frac{\text{Resultado obtenido} \times 100}{\text{Acciones realizadas}} \quad \text{Ecuación (3)}$$

1.1.2. Definición de eficiencia

La eficiencia puede definirse en la capacidad disponible de horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad, se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente, basado en la definición “La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos.”³

La eficiencia tiende de la característica de estar enfocada en el proceso que lleva a un objetivo claro, mide los resultados y los recursos utilizados contra las metas propuestas y los costos esperados, su interés es la optimización de recursos y su buena utilización. La naturaleza de la misma es ser al mismo tiempo subjetiva como objetiva a la misma vez de ser cualitativa y poder cuantificarse dependiendo de las características del aspecto a ser medido.

Lo que busca es minimizar costos y maximizar los resultados obtenidos, lo cual tiene como una parte implícita resolver los problemas que afectan a un proceso. Al hablar de producción una forma de calcular la eficiencia es la brindada por Waldo Rodríguez Franco en su presentación en línea del balance de línea.

$$eficiencia = \frac{\text{Resultado obtenido}}{\text{costo incurrido} \times \text{tiempo de trabajo}} \quad \text{Ecuación (4)}$$

³ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Op. cit. p. 19.

1.1.3. Aspectos que influyen en la productividad organizacional

La relación que existe entre el tiempo total consumido en la operación y el contenido básico del trabajo es un indicador con aspectos que posee alta influencia en la productividad organizacional, dicho de otra forma, si el tiempo consumido es mayor al contenido básico de trabajo, se consume tiempo y no se produce nada.

Existen dos grandes grupos de causas que describe el autor Juan Velasco Sánchez en su libro *Organización de la producción distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos*, las cuales son tomadas como guía para el trabajo de investigación, las causas mencionadas se citan “causas que alargan el tiempo productivo y las que originan paros también llamados tiempos improductivos.”⁴ Tras un análisis de su trabajo escrito se puede decir que las causas que alargan el tiempo productivo así mismo se dividen en dos grupos las asignadas a ingeniería de producto (por mal diseño de producto o especificaciones erróneas) y relacionadas a ingeniería de proceso (por elección inadecuada de máquina, herramientas o condiciones tecnológicas, mala distribución en planta o mala disposición del puesto de trabajo).

En la figura 1 se puede observar como Juan Velasco Sánchez desglosa el tiempo total de una operación en el contenido de trabajo total y el tiempo improductivo total.

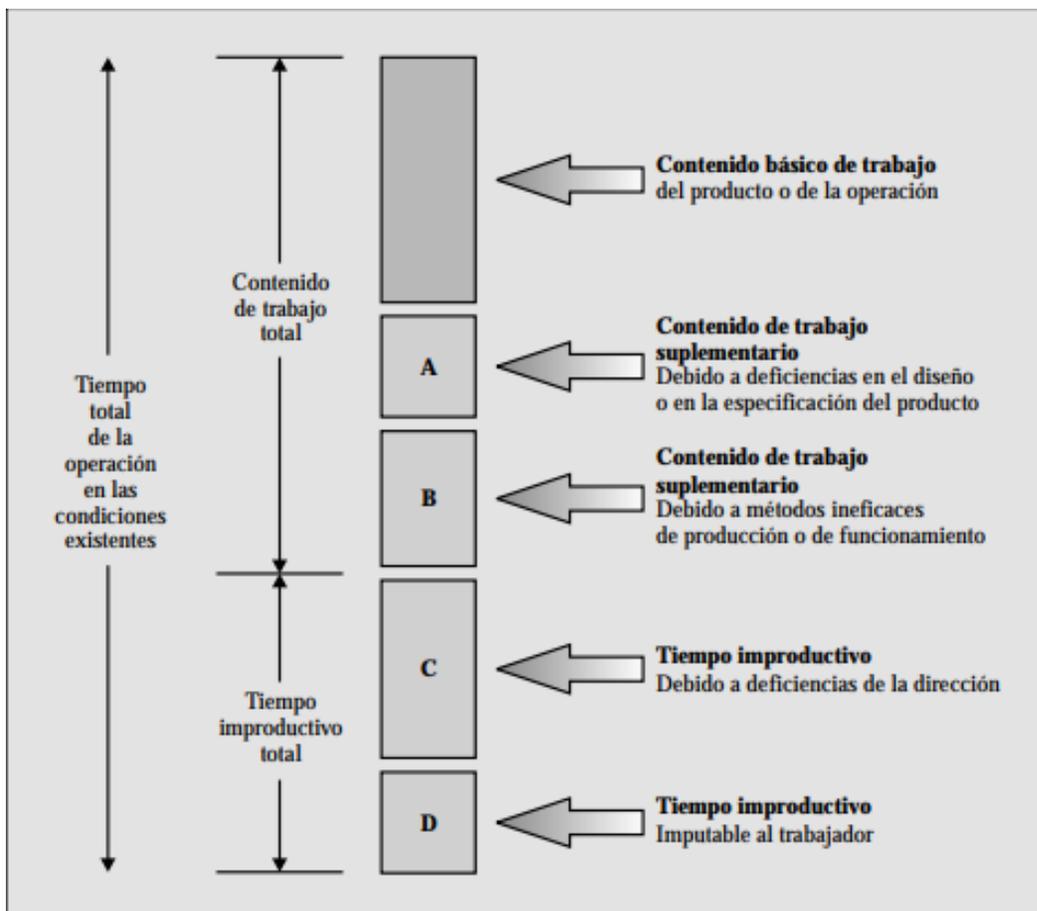
⁴ VELASCO SÁNCHEZ, Juan. *Organización de la producción, distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos*. p. 55.

“El contenido de trabajo suplementario debido al producto se refiere a todas las características del producto que pueden influir sobre el contenido de trabajo de una operación determinada derivada de las siguientes causas”⁵.

- El producto y las partes que lo componen pueden estar diseñados de forma tal que sea altamente complicado o bien imposible de utilizar, los procedimientos o métodos de fabricación más económicos o bien no tomarse en cuenta las ventajas técnicas de la maquinaria que se posee.
- La diversidad excesiva de productos o la falta de normalización de los ingredientes o componentes tiene como resultado final la necesidad de trabajo en lotes pequeños, la utilización de máquinas no especializadas o más lentas que las de producción a gran escala.
- Un plano de tolerancia que es altamente estrecho, sin que sea necesario, aumenta el número de productos que son desechados y aumenta proporcionalmente la cantidad de trabajo por re procesos.
- El modelo físico de distribución para la elaboración del producto y la ruta que siguen sus componentes, volviéndose una ruta en que se vuelve necesaria la eliminación excesiva de material para obtener el producto final.

⁵ Ibíd. p. 57.

Figura 1. **Desglose del contenido del trabajo**



Fuente: VELASCO SÁNCHEZ, Juan. *Organización de la producción distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos.* p. 56.

Juan Velasco Sánchez también expone que en lo que respecta al contenido de trabajo suplementario debido al proceso es un fallo citado “se refiere a utilizar métodos ineficaces de producción o funcionamiento que dan lugar a un incremento del tiempo productivo requerido para la realización de las operaciones, las causas relacionadas son las que se muestran a continuación.”⁶

⁶ Ibíd. p. 58.

- El proceso no funciona adecuadamente, porque no se permite obtener el máximo rendimiento de la máquina o herramientas utilizadas.
- La utilización de herramientas inadecuadas para el proceso.
- La distribución en planta y del área de trabajo es propenso el realizar desplazamientos innecesarios y por tanto pérdida de tiempo.
- Si el método de trabajo establecido le obliga al operario a realizar acciones innecesarias o emplear medio inadecuados, se termina alargando el tiempo básico del trabajo.

Las deficiencias en dirección están estrechamente relacionadas a los trabajos suplementarios y las causas que originan los paros de producción, algunas de las causas imputables a la dirección son las listadas.

- Política de ventas que exija un número excesivo de versiones del mismo producto, alta variedad innecesaria, generando breves períodos de producción por cada serie y la preparación para el siguiente producto.
- La poca o nula utilización al máximo de las normalizaciones existentes y de apoyo como pueden ser las normas DIN, ISO, entre otros. Para los componentes de los productos, evitando diseños e idear el proceso a seguir basado en las mismas.
- No cuidar desde el nacimiento del producto que el diseño sea bien concebido respetando lo indicado por el cliente con la finalidad de evitar modificaciones posteriores al diseño, paros de trabajo, pérdida de horas-máquina y horas-hombre.

- La nula programación o deficiente de la secuencia de producción u operaciones, provocando que las instalaciones o mano de obra se acumulen de trabajo, saturándolas o dejando otras áreas sin trabajo.
- La mala gestión de almacenamiento de materias primas o insumos dando cabida a interrupciones de fabricación por búsquedas innecesarias.
- No realizar mantenimiento adecuado de maquinaria o de instalaciones con causa directa la avería de éstas mismas y retrasos de producción.
- Las condiciones laborales que puedan evitar fatiga innecesaria en el operario obligándole a tomar descansos altamente prolongados.
- La nula implementación de una buena política de seguridad contra accidentes evitando paros por accidentes laborales.

Como parte también de la cadena los tiempos improductivos imputables al trabajador son todos los tiempos de paro que se pueden generar dados principalmente por las causas listadas.

- Ausencias del trabajo sin causa justificada, por ejemplo, llegadas tarde al trabajo, retrasos de inicio de operaciones al registrar su entrada con platicas de corredor, trabajar a un ritmo menor por deseo propio.
- Trabajar con poco interés dando origen a re procesos o desperdicio, el trabajo con negligencia o poco cuidado de las normas de seguridad.

1.1.4. Métodos de mejora de productividad

Toda organización debe controlar el empleo equilibrado de recursos y coordinar las actividades, tomándose en cuenta que tanto los operarios deben estar capacitados como las áreas estar en óptimas condiciones, disminuyendo gastos en toda la línea de producción, para esto es necesario hacer énfasis en la productividad que abarca todo aquello que se emplea en la industria y para que esta sea lo más eficiente posible se debe aprovechar el máximo de los recursos disponibles.

“La productividad puede aumentarse de diversas formas bien puede ser por inversión de capital o por mejor dirección”⁷, cada una de estas dos variantes con sub actividades especializadas para cada una, los resultados a los que se encuentran orientadas y la cantidad de inversión, junto con las actividades de cada una, para ello, se especifican las variantes de estas actividades que son mayormente conocidas y aplicadas a nivel industria, esto es expuesto por el autor Juan Velasco Sánchez en su libro Organización de la producción, distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos y detalladas en la tabla I.

La mejora posible de la productividad dependerá del método y técnica utilizada, teniendo métodos sin un límite evidente y limitado que dependen de factores externos o por necesidad de trascendencia organizacional, al depender de uno o varios departamentos en conjunto para ser llevado el método a cabo en las siguientes etapas de su elaboración. La mejora de la productividad tiene como fin idear nuevos o mejores procedimientos y reducir las actividades improductivas o el contenido del trabajo.

⁷ Ibíd. pp. 62-63.

Tabla I. Métodos y técnicas para aumentar la productividad

Método	Finalidad	Medios	Costo	Rapidez de los resultados
Inversión de capital	1. Idear nuevos procedimientos básicos o mejorar fundamentalmente los existentes.	<ul style="list-style-type: none"> — Investigación básica. — Investigación aplicada. — Instalación experimental. 	Elevado.	Generalmente varios años.
	2. Instalar maquinaria o equipos más modernos o de mayor capacidad o modernizar los existentes.	<ul style="list-style-type: none"> — Adquisiciones. — Investigación del proceso. 	Elevado.	Inmediatamente después de la instalación.
	3. Reducir el contenido de trabajo del producto.	<ul style="list-style-type: none"> — Colaboración de ingeniería de procesos para obtener un diseño que permita utilizar las alternativas tecnológicas más económicas. — Emplear componentes normalizados. — Normas de calidad ajustadas a las necesidades. — Estudio de métodos. — Análisis de valor. 	Módico en comparación con 1 y 2.	Generalmente varios meses.
Mejor dirección	4. Reducir el contenido de trabajo del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> — Investigación del proceso. — Planificación del proceso. — Estudio de métodos. — Formación de los operarios. — Análisis de valor. 	Bajo.	Inmediatamente.
	5. Reducir el tiempo improductivo (ya sea imputable a la dirección o a los trabajadores).	<ul style="list-style-type: none"> — Política de ventas. — Normalización. — Estudio aplicado del producto. — Planificación y control de la producción. — Control y gestión de stocks. — Mantenimiento planificado. — Política de personal. — Mejores condiciones de trabajo. — Formación de los operarios. — Medición del trabajo. — Remuneración por rendimiento. 	Bajo.	Tal vez lentos al principio.

Fuente: VELASCO SÁNCHEZ, Juan. *Organización de la producción Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos.* p. 63.

1.2. Diseño del área de trabajo y distribución en planta

Como parte de los factores que tienen un efecto significativo en la productividad y el bienestar del operador es una estación de trabajo, tanto en su diseño como la forma en que está relacionada con otras áreas. Para el diseño del área de trabajo es necesario mejorar las condiciones generales que rodean el área de trabajo como en la ergonomía. Se debe proporcionar una flexibilidad adecuada al lugar donde está el equipo y al ambiente de las estaciones de trabajo. La importancia del diseño y competitividad del área de trabajo es bien reconocida por Benjamín W. Niebel en su libro de ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo.

Los analistas de métodos deben proporcionar condiciones de trabajo que sean buenas, seguras y cómodas para el operador.

La experiencia ha demostrado de manera contundente que las plantas con buenas condiciones de trabajo rinden mucho más que las que carecen de ellas. Desde el punto de vista económico, el retorno de la inversión en un ambiente de trabajo mejorado es generalmente significativo. Además de incrementar la producción, las condiciones de trabajo ideales mejoran la seguridad registrada; reducen el ausentismo, el número de personas que llegan tarde y la rotación de personal; eleva la moral de los empleados; y mejora las relaciones públicas.⁸

En la medida que se tengan instalaciones en que se mejore la capacidad visual, auditiva y destreza manual mejorarán las acciones operativas. La aplicación de ingeniería de métodos dará como resultado ambiente de trabajo competitivos y eficientes que mejoren el bienestar de los trabajadores, calidad del producto, beneficio económico e incluso llegando al prestigio de la organización.

La mejor distribución casi siempre es un convenio entre diversos factores, consideraciones, objetivos y tipos de distribución. Se toman en cuenta una serie

⁸ NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 183.

de consideraciones y factores organizacionales tomando de base algunas encontradas en el libro de Benjamín Niebel.

- Clasificación basada por las consideraciones de las áreas
- Conteo de las ganancias y las pérdidas que se esperan a largo plazo
- Clasificación de valor de los pros y las contras por la distribución
- Clasificación de alternativas contra objetivos planteados
- Clasificación de las alternativas contra relaciones de áreas existentes
- Auditoría de las alternativas y áreas actuales
- Lista de ventajas y desventajas de la distribución planteada y actual
- Análisis de factores internos y externos
- Justificación de costos
- Flujo de materiales adecuado hacia las áreas
- Mejor ubicación de las áreas que permita reducir las distancias en el recorrido de los materiales.
- La expansión o instalación de nueva maquinaria.
- Mejorar las condiciones de seguridad del trabajador.

1.2.1. Método *layout*

La palabra "*layout*" proviene de un término en inglés que puede interpretarse como disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta o negocio, ya sea recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad, patios de maniobra, estacionamiento y otras partes o actividades para la organización.

Términos descritos en un mayor alcance por José Platas y María Cervantes en su libro titulado Planeación diseño y *layout* de instalaciones, autores tomados como base de elaboración y guía del inciso.

Para la correcta elaboración de este método es necesario contar con datos mínimos de las áreas como lo son dimensiones, superficie, altura, inventario, relación con las demás áreas y cantidad de personas que se manejan por área. Un *layout* se rige por una serie de principios que son brindados por los autores José Armando Platas y María Cervantes de los cuales se hace alusión breve de su contenido sin ser textualmente sus palabras.

- Principio de la integración total. Se basa en integrar todos los elementos que conforman y ayudan a la funcionalidad de la planta industrial.
- Principio del mínimo recorrido y óptimo flujo. Tiene como fin principal el reducir los tiempos de operación, recorrido del proceso o flujo del proceso debe ser lo mínimo posible conservando un flujo lógico de acuerdo al ensamble del producto y evitar regresos de la operación.
- Principio de flexibilidad. El área debe presentar facilidad de reacomodamiento de equipos o insumos, como flexibilidad para cambios de producto.
- Principio del espacio cúbico. Es el aprovechamiento completo de la planta y espacio poseído, respecto al piso, paredes, techo y pasillos.

1.2.2. Otros métodos de distribución en planta

Al igual que en el anterior caso de los principios los mismos autores dan los cuatro tipos de distribución en planta, y al ser un tema tan extenso se dan solamente los nombres literalmente escritos de su libro y una breve explicación respaldada en su lectura sin ser completamente textual, resumiendo su contenido y utilizando otras palabras para explicar los mismos.

- Distribución por posición fija del material. En este tipo de distribución el material o parte principal permanece fija en un lugar. Todas las herramientas, maquinaria, obreros y demás piezas de material se llevan hasta el lugar. Las ventajas y desventajas de este tipo de distribución son.
 - Reducción en el manejo de la unidad principal de ensamble
 - Los operarios altamente capacitados pueden terminar su trabajo en un solo punto.
 - Es más flexible, tampoco requiere la planificación de la producción.
 - Escasa flexibilidad en tiempos de fabricación.
 - Inversión elevada en equipos específicos.
 - El paro de una máquina o falta de personal detiene todo el proceso.
 - Trabajos muy monótonos que pueden afectar la moral del trabajador.

- Distribución por proceso o función. También se le conoce como taller de tareas, en esta distribución son agrupadas todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, está diseñado para hacer frente a diversos tipos de productos y pasos de proceso. Las ventajas y desventajas de este tipo de distribución son:
 - Adaptable a una variedad de productos y a cambios frecuentes en la secuencia de operaciones.
 - Capacidad de adaptarse a la demanda intermitente.

- Presenta facilidad de mantener la continuidad de la producción en caso que tenga una avería algún equipo o máquina.
 - Difícil de establecer rutas fijas.
 - Mayor manipulación de materiales y mayores distancias a recorrer.
 - Posee una elevada producción en proceso.
 - Presenta una mayor congestión de rutas y áreas de trabajo.
 - Presenta deficiencia para programar y reprogramar las actividades.
- Distribución por producto o en línea. En esta distribución un producto se fabrica en una zona determinada. Este se diferencia de la posición fija y en que coloca una operación en un lugar inmediato físicamente a la siguiente actividad. Es un método bastante común en la fabricación de gran escala, las ventajas y desventajas de este tipo de distribución son.
 - Se ve reducido el manejo de material en proceso
 - Se reduce la cantidad de material en proceso y da menor tiempo de producción.
 - Mayor eficiencia de la mano de obra derivado de una mayor especialización junto a una facilidad de capacitación.
 - Se tiene facilidad en el control de producción.
 - Como desventaja es un sistema de poca flexibilidad.
 - La inversión de capital fijo es mayor por las instalaciones.
 - La repetición de actividades llega a generar monotonía.
 - La producción se ve interrumpida por la avería de una máquina.
 - El ritmo de producción se establece con la máquina más lenta.

- Distribución para la manufactura celular. En este tipo de distribución las máquinas se agrupan en celdas o células que poseen una función similar a una isla de producción, en donde cada una de estas está formada con el fin de crear un tipo específico de producto o sus familias comunes. Tiende a ser muy similar a una distribución por producto. Las ventajas y desventajas que presenta este tipo de distribución son:
 - Simplifican los cambios de maquinaria en cada celda
 - Se reduce el tiempo para la capacitación de los trabajadores
 - Disminuye el costo de manejo de materiales y traslado
 - Se agiliza la fabricación de componentes intermediarios
 - El proceso es fácilmente automatizable y aislado del resto
 - Este tipo de distribución tiene muy poca flexibilidad
 - Los fallos de maquinaria afectan directamente a la célula deteniendo la producción de esa rama de fabricación parcial o total.
 - El ritmo de producción es variante por área y no pueden converger.

1.2.3. Relación y diagrama hombre máquina

“El diagrama de hombre-máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez”⁹, este tipo de diagrama muestra la relación exacta en unidad de tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y de operación de la máquina. Con estos datos se puede llegar a una utilización eficaz del tiempo del trabajador y de la máquina en su conjunto, como un balance de ciclo.

⁹ NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 30.

Como lo exponen en su *blog* titulado Estudio del Trabajo una explicación del Diagrama Hombre-máquina Alexis Gómez y Alicia Gutiérrez, en las máquinas o herramientas que son totalmente automáticas “el operador muy a menudo está desocupado en una parte del ciclo. La utilización de este tiempo ocioso puede incrementar las ganancias del operador y mejorar la eficiencia de la producción.”¹⁰. La utilización eficaz de este tiempo ocioso en la asignación de un número mayor de maquinaria puede incrementar las ganancias del operador y también llegar a mejorar la eficiencia de producción.

Un contra de lo propuesto es que el sindicato puede resistirse a la condición de que un empleado maneje más de una máquina, concepto que ha sido llamado acoplamiento de máquinas, y debe persuadirse de tal manera que muestre la oportunidad de obtener ganancias adicionales para ambas partes.

En este escenario aumenta el porcentaje de tiempo de esfuerzo del operario y debe ser vendido como los mayores incentivos, si es el método de pago de la empresa, o que se pueden obtener ganancias mayores con el apoyo de todo el grupo, beneficio mutuo, pero que esto tendrá un mayor esfuerzo mental y físico.

Un diagrama hombre-máquina para poder ser realizado se debe identificar primeramente con el título, información adicional acerca del número de diagrama, operación a diagramarse, método actual o propuesto, fecha y persona encargada de realizar el diagrama.

El diagrama en el lado izquierdo muestra las operaciones y el tiempo para el empleado, mientras que en el lado derecho muestra el tiempo trabajado y el

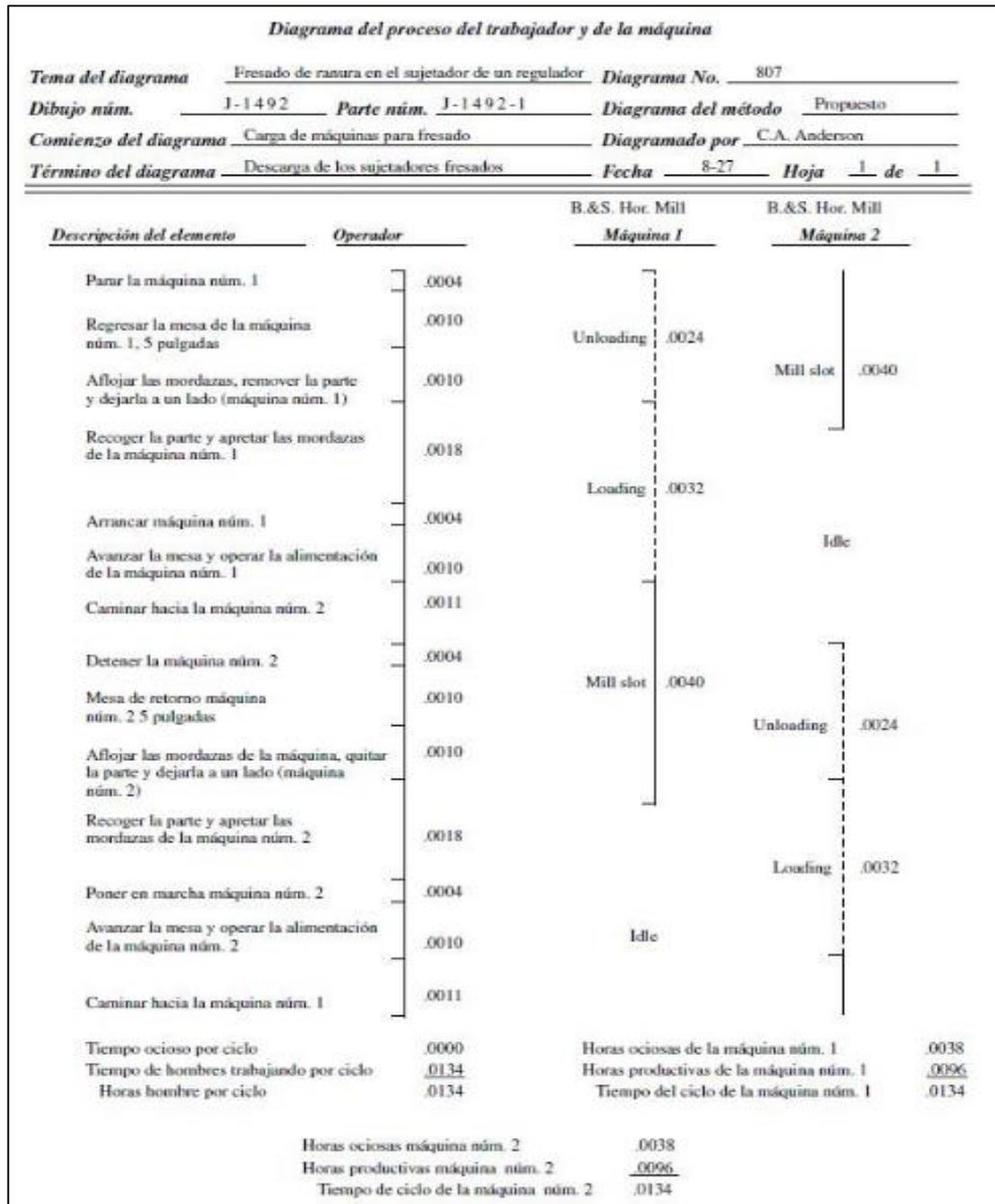
¹⁰ GÓMEZ Alexis. y GUTIÉRREZ Alicia. *Estudio del trabajo*. <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/diagrama-hombre---maquina>. Consulta: 18 de abril de 2020.

tiempo ocioso de la máquina o máquinas, en la figura 2 se observa un ejemplo de diagrama hombre máquina.

La simbología representada para este diagrama es una línea verticalmente continua que representa el tiempo de trabajo del empleado, un corte en la línea de trabajo significa tiempo ocioso.

De igual manera la línea vertical continua por debajo de cada nombramiento de máquina indica el tiempo de operación de la máquina, y un corte de la línea representa el tiempo ocioso. Una línea punteada debajo de la columna de la máquina indica tiempo de carga y descarga de la máquina en la que la máquina no es ociosa, pero tampoco está en operación.

Figura 2. Ejemplificación diagrama hombre-máquina



Fuente: NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo.*

En la parte inferior del diagrama como resumen se muestra el tiempo de trabajo y tiempo ocioso total del trabajador, como de cada máquina. La relación existente es que el tiempo productivo más el tiempo ocioso del trabajador debe ser igual al tiempo productivo más el ocioso de cada máquina con la que opera.

Para la realización de este diagrama es necesario contar con valores como tiempo estándar, tolerancia aceptable por fatiga, retrasos inevitables y retardos del personal para evitar errores de diagramación.

1.2.4. Cuello de botella

Descripción dada en los escritos del autor Lluís Cuatrecasas en su documento Gestión de la producción: Modelos. Lean Management como “Un cuello de botella se trata de la operación más lenta y la que determina todo el ritmo de producción.”¹¹ Este término es utilizado para mostrar la incapacidad del sistema de producción para poder responder a los cambios abruptos o repentinos en la demanda del mercado, resultado de restricciones en la capacidad y los cambios de mercado o bien las políticas de dirección que permiten este tipo de cambios.

Un cuello de botella puede ser ocasionado ya sea por la incapacidad de un sector de producción donde la capacidad es menor dentro del área, sea por tiempos de maquinaria, restricciones del tipo de proceso, cantidad de personal disponible como parte de un desbalance de línea o bien un fallo de un equipo de suma importancia para la producción.

¹¹ CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Gestión de la producción Modelos. Lean Managment.* p. 93.

1.2.5. Producción por lotes

Este término se refiere a un tipo de gestión de producción basada en la filosofía tradicional de producción en masa. En este tipo de sistema productivo como lo expone Lluís Cuatrecasas “En producción en masa se trata de obtener la máxima producción en todos y cada uno de los puestos de trabajo, sin admitir tiempos de espera entre ellos.”¹² Este tipo de sistema no plantea la optimización del proceso sino va enfocada a la independencia de las operaciones de manera que su productividad y volúmenes de producción, sean igualitarios y maximizados en forma general.

La tendencia general para este tipo de gestión de producción es la implantación de estaciones de trabajo para la fabricación olvidándose del proceso, sin atender problemas de ritmo de producción o desequilibrios por resolver en la línea.

Este tipo de sistema se desarrolló desde principios del siglo XX responde a criterios de implantación sencillos, pero de alta racionalización. Se basa en los productos lo más estandarizados posible, la producción se realiza en grandes volúmenes o lotes para lograr el máximo de economía de escala y costos unitarios bajos. Requiere de máquinas de gran capacidad y mayor nivel de automatización posible, como de personal experto.

Se caracteriza principalmente por su operación centrada en optimizar los procesos en masa, maximizando la productividad de cada uno de ellos. Los lotes de producción son grandes evitando cualquier problema surgido por los tiempos de preparación en los que el proceso se puede tener parado, se entiende por lotes de transferencia la cantidad de producto que se envía de una

¹² *Ibíd.* pp. 97-98.

operación a otro, pueden tratarse de contenedores hasta pequeñas estibas o bien otro elemento que permita almacenar y enviar una cantidad de producto.

Este tipo de producción también es conocida por ser con un enfoque “*push*” sobre el mercado, en que se realiza una producción a capacidad máxima de la planta, basando la productividad como el punto de referencia de la competitividad en este modelo y la cantidad de producción elaborada, para empujar al mercado sus productos hasta lograr colocarlos como sea, proceso que puede incluir rebajas, liquidaciones y ofertas, llevándose a cabo una producción alta.

1.3. Calidad

El concepto de calidad ha ido cambiando conforme los años, en donde su definición precisa como una cantidad medible no es fácil, una definición concreta es “para los directivos de producción la calidad se basa en la fabricación. Creen que la calidad significa conformidad con las especificaciones, y hacer las cosas bien a la primera.”¹³

Es básicamente el cumplimiento de especificaciones y requerimientos especificados tanto por el cliente como por la organización en sus parámetros de producto o servicio terminado y brindado.

Se basa en una serie de conocimientos que pueden ser tanto cuantificables como no cuantificables, la parte cuantificable es la base de la mejora y el control estadístico de procesos entre otras herramientas utilizadas.

¹³ HEIZER Jay. y RENDER Barry. *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones estratégicas.* pp. 246-247.

1.3.1. Definición de calidad

Según la norma ISO 9000:2015 define Calidad como “la calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes.”¹⁴

Puede decirse entonces basado en esta definición que la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso), cumple con los requisitos.

Es una herramienta básica e inherente a cualquier ámbito que permite realizar comparativas entre otros de su misma especie y la capacidad de satisfacer las necesidades de los clientes de cualquier naturaleza. Es una herramienta de suma importancia en el ciclo de vida de un producto y permitir alargarlo y un mejor manejo de los recursos utilizados en la elaboración.

1.3.2. Costos relacionados a la calidad

Citando a los autores Frank Gryna, Richard Chua y Joseph Defeo autores del libro Método Juran Análisis y planeación de la calidad en que mencionan los costos de calidad lo describen como

Durante la década de los años cincuenta, surgió el concepto de ‘costos de la calidad’. Las personas asignaban diferentes significados al término. Algunas consideraban que los costos de calidad eran idénticos a los costos de lograr la calidad; otras igualaban el término con los costos extras en los que se incurren debido a la mala calidad.¹⁵

¹⁴ ISO. *Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario*. p. 2.

¹⁵ GRZYNA Frank., CHUA Richard. y DEFEO Joseph. *Método Juran análisis y planeación de la calidad*. p. 28.

Se realiza un especial énfasis en el desarrollo de los costos de calidad en que se puede resumir que es toda la inversión o gasto, según la naturaleza del mismo, en que se incurre para obtener la calidad requerida en un bien, producto o servicio y que se llegue a tener como meta las características necesarias del cliente evitando, previniendo o bien detectando estos errores e inspeccionando los procesos y el costo de los errores que han sido producidos.

En una definición más clara los costos de calidad son la suma de costos operativos de la calidad y los costos de aseguramiento de la calidad, se relacionan específicamente para lograr el producto y la calidad del servicio, estos son necesarios para alcanzar la calidad deseada y están asociados con la creación, identificación, reparación y prevención de defectos.

“El costo de la mala calidad es la pérdida anual monetaria de los productos y procesos que no logran sus objetivos de calidad.”¹⁶ Al hablar de costos de la no calidad o calidad negativa es el valor económico que representa una actividad no deseada, en otras palabras, es el costo de los errores en decisiones o acciones.

Todos estos costos por error impactan en el precio de los productos percibiéndolo solamente el cliente y teniendo consecuencias en la demanda, el obtener información se traduce en la corrección de fallas en su debido momento, disminución de incumplimientos y re procesos, como en el precio por reducción de costos.

Este concepto que no suele tomar importancia en la mayoría de organizaciones hasta que surge un competidor que ofrece costos inferiores.

¹⁶ *Ibíd.* p. 29.

Un desglose de las ventajas y desventajas de los costos de calidad se tiene a continuación.

Ventajas de los costos de calidad

- Reducción en los costos de fabricación
- Mejora de la gestión administrativa a distintos niveles
- Mejora en la planificación y programación de actividades
- Mejora de la productividad a nivel organizacional
- Aumento de la utilidad o beneficio para la empresa
- Satisfacción del cliente al no tener servicio o producto con fallos
- Traducción de problemas a términos económicos y tangibles

Desventajas de los costos de calidad

- Las limitaciones auto impuestas por el sistema y procedimientos
- El conocimiento de los costos no garantiza la reducción de los mismos
- Actuaran siempre como un indicador y no como solucionador el conocimiento de los problemas de la calidad, son la guía no la respuesta.

Definiendo las categorías y divisiones de los costos de calidad, apoyados en el *blog* de Tobías Schroeder titulado *¿Cuáles son los costos de la calidad?* En este se menciona que los costos de calidad, nombrados anteriormente, se subdividen en costos de prevención y costos de evaluación, estos son costos controlables y requieren de inversión, por otra parte, los costos de la no calidad con los costos de fallos internos y de fallos externos que incurren en los costos no controlables y por tanto pérdidas.

- Costos de prevención.

“Son los costos en los que incurre una empresa para evitar y prevenir errores.”¹⁷

Este tipo de costos evita desviaciones o defectos en cualquier etapa del proceso de producción. La relación existente es que a medida que estos costos aumentan, se espera que los costos por fallas disminuyan porque se reduce el número de unidades que no se logran producir. Ejemplos de este tipo de costos son:

- Planificación y establecimiento del sistema de calidad
- Control de procesos en todas sus etapas
- Auditorías internas del sistema de calidad con su seguimiento
- Elaboración y revisión de especificaciones, procedimientos e instrucciones de trabajo claramente elaboradas para las etapas.
- Informes de los avances en calidad.
- Círculos de calidad.

- Costos de evaluación o detección

“Son los costos establecidos para medir, verificar y evaluar la calidad de los materiales.”¹⁸

Este tipo de costos evalúa las partes, componentes, productos y procesos. Incurre en controlar y mantener la producción en niveles y

¹⁷ Ibíd. p. 32.

¹⁸ Ibíd. p. 31.

especificaciones de calidad que han sido planificados y establecidos por el sistema de calidad.

Estos costos se caracterizan por que se incurre en ellos durante y después de la producción, pero antes de la venta del producto o servicio. Este tipo de costos no reduce los errores tampoco previene de que se presenten nuevamente los mismos, solo son detección y documentación. Algunos ejemplos de estos costos son los mencionados a continuación.

- Costos de inspección y pruebas de materia prima o elementos
- Inspecciones y ensayos finales de productos

- Costos por fallos internos

“Son parte de los costos que resultan de un fallo, defecto o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, partes, intermedios o productos.”¹⁹

Estos costos se presentan como resultado de la baja calidad detectada por actividades de evaluación en las etapas de elaboración. Algunos ejemplos de este tipo de costos son:

- Costos por acciones correctivas, en que se invierte tiempo en buscar la causa de la falla.
- Desperdicios generados por fallos o defectos.
- Re procesos de producto o material.

¹⁹ Ibid. p. 29.

- Reparaciones cuando es conveniente.
- Costos de re diseño de producto o proceso no contemplados.
- Costos por fallas externas

“Son los costos incurridos al rectificar los fallos o defectos en la calidad de producto.”²⁰

Este tipo de costo se manifiesta solamente hasta que es entregado al cliente y se considera también como las ventas perdidas por el mal servicio al cliente, unos ejemplos son:

- Atención y solución de quejas de clientes por un fallo
- Ventas perdidas en el momento y futuras
- Costos de imagen y marca invalorable
- Devoluciones y bonificaciones por calidad de producto incorrecta
- Servicio de garantía no valorizado
- Reparaciones y/o reemplazos perdiendo la pieza original
- Responsabilidad del producto y pérdida de confianza
- Costos legales tales como juicios y demandas según sea el caso
- Seguros e indemnizaciones

1.4. Capacidad

Apoyado en los autores Jay Heizer y Barry Render en su libro titulado Dirección de la producción y de operaciones decisiones estratégicas, hacen especial énfasis en la descripción de la capacidad en la importancia estratégica

²⁰ Ibíd. p. 31.

de la previsión en la capacidad, el término abordado en este inciso, de forma que describen brevemente como la consideran ellos que es ideal en una organización sobre entendiéndose el término como la suficiencia organizacional de realizar algo.

“Cuando la capacidad es insuficiente, el déficit resultante puede traducirse en incumplimientos en las entregas, pérdida de clientes y pérdida de cuota de mercado.”²¹

Puede definirse entonces que la capacidad de producción es el grado en el cual se puede satisfacer la demanda de mercado con los recursos disponibles en un momento dado.

En diversos sistemas es manejada de forma distinta según el tipo de sistema, “En un sistema just in time se considera que la capacidad debe ser excedente.”²², por ejemplo: la capacidad puede estar delimitada ya sea por la mano de obra, instalaciones, maquinaria y demás factores delimitantes que demuestran el sector de la demanda que es posible cubrir con los recursos, regularmente se habla de una capacidad limitada y esta debe ser optimizada.

1.4.1. Capacidad de equipo de horneado industrial

Para un equipo especializado de un tipo de industria alimenticia se acude de apoyo al *blog* de la empresa Soluciones Gastronómicas titulado Las Capacidades de los Hornos Industriales en el cual tras haberlo leído puede emitirse el pensamiento de que un equipo de horneado industrial o un horno industrial es el que permite de forma rápida, uniforme y económica la

²¹ HEIZER Jay. y RENDER Barry. Op. cit. p. 135.

²² CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. Op. cit. p. 97.

elaboración de productos como el pan, pasteles, postres, pizzas, platillos horneados, rostizados, asados y gratinados en grandes cantidades.

Los hornos industriales trabajan con el calor producido por altas temperaturas utilizando ya sea gas LP o electricidad asistida por ventiladores. Los hornos se miden en su capacidad por la temperatura de cocción que alcanzan, la velocidad de temperatura, el tipo de horno que se maneja siendo rotativo, estático o de bandejas y su tamaño entre cavidades o el carrito transportado de producto que pueden recibir.

1.4.2. Diagrama de procesos

El análisis de procesos tiene por objetivos eliminar las deficiencias en el procedimiento, mejorar las distribuciones de tiempo, maquinarias y en las áreas de trabajo. “La simplificación del trabajo se apoya en dos diagramas: el diagrama de procesos y diagramas de flujo o circulación.”²³

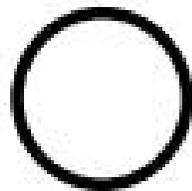
Para obtener una efectiva estandarización de los métodos de trabajo y la realización de los diagramas es necesario observar, consensuar y definir claramente los pasos que secuencian las actividades de un proceso según su naturaleza, la información a recaudarse y de qué fuentes, información para el análisis, distancias recorridas, cantidades consideradas y tiempos requeridos.

La simbología utilizada para este fin es la que se describe a continuación, tomando como base lo que lista el ingeniero García Criollo dentro de su libro, al ser de utilización universal se toma una idea general del libro y no se citan directamente solamente son utilizadas como referencia y se toman las imágenes de muestra.

²³ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Op. cit. p. 42.

- Operación. Ocurre al cambiar intencionalmente las características de un objeto, pueden ser acciones como trabajo, desmontaje, montaje, corte, entre otros. También puede ser cuando se recibe información o se planifica, se representa como se observa en la figura 3.

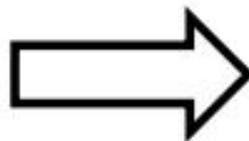
Figura 3. **Representación de operación en un diagrama**



Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 42.

- Transporte. Este tipo de acción ocurre cuando un objeto se mueve de un lugar a otro, exceptuando cuando los movimientos son parte de la operación o bien representan distancias menores a 1.5 metros. Se representa como se observa en la figura 4.

Figura 4. **Representación de transporte en un diagrama**



Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 43.

- Inspección. Esta actividad es cuando un objeto es examinado o evaluado para su identificación, comprobación y verificar su calidad según una norma o los estándares internos de la empresa según especificación. Se representa como se observa en la figura 5.

Figura 5. **Representación de inspección en un diagrama**



Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 43.

- Demora o espera. Se suele llamar también como espera o almacén temporal, se presenta cuando las condiciones no permiten una inmediata realización de la siguiente operación o se produce un tiempo muerto dentro del proceso. Se representa como se observa en la figura 6.

Figura 6. **Representación de demora o espera en un diagrama**

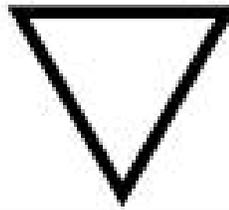


Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 43.

- Almacenamiento. Esta actividad se presenta cuando un objeto, materia prima o producto, se protege de movimientos no autorizados o se

entrega como un producto final. Se representa como se observa en la figura 7.

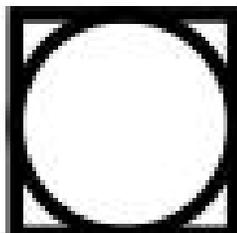
Figura 7. **Representación de almacenamiento en un diagrama**



Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 43.

- Actividad combinada. Es la combinación de dos símbolos, cuando dos actividades se realizan a la misma vez porque su naturaleza de operación lo permite o es necesario que sea de esta forma como una inspección periódica. Se representa como se observa en la figura 8.

Figura 8. **Representación de actividad combinada en un diagrama**



Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 43.

- Diagrama de flujo del proceso se tiene la definición de Niebel

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales.²⁴

Esta es la forma de representar gráficamente la secuencia de todas las operaciones o actividades de un proceso, tarea o elaboración de un producto.

La simbología del diagrama permite especificar cada elemento de la tarea y la recopilación de información para el análisis de operaciones como tiempos y distancias necesarias para la elaboración del proceso, y las observaciones adicionales necesarias.

Esta técnica de diagramación facilita la eliminación o reducción de costos ocultos de un proceso mostrando claramente los procesos, transportes, demoras y almacenamientos en que el análisis podrá inspeccionarse a profundidad en los puntos de trabajo.

Un diagrama de este tipo es el que se observa como ejemplo en la figura 9.

²⁴ NIEBEL, Benjamín W. Op. cit. p. 26.

Figura 9. Ejemplo de diagrama de flujo del proceso

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
Ubicación: Dorben Ad Agency		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Operación	4		
Fecha: 1-26-98		Transporte	4		
Operador: J.S. Analista: A. F.		Retrasos	4		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Inspección	0		
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Almacenamiento	2		
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Tiempo (min)			
Comentarios:		Distancia (pies)	340		
		Costo			
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○ ○ D □ ●				
Hacia el cuarto de recepción	○ ● D □ ▽		100		
Ordenar los estantes por tipo	○ ○ ● □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	● ○ D □ ▽				
Apillar	○ ○ ● □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ● D □ ▽		20		
Empejar, doblar, rayar	● ○ D □ ▽				
Apillar	○ ○ ● □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ● D □ ▽		20		
Poner la grapa	● ○ D □ ▽				
Apillar	○ ○ ● □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ● D □ ▽		200		
Colocar la dirección	● ○ D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				

Fuente: NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p.

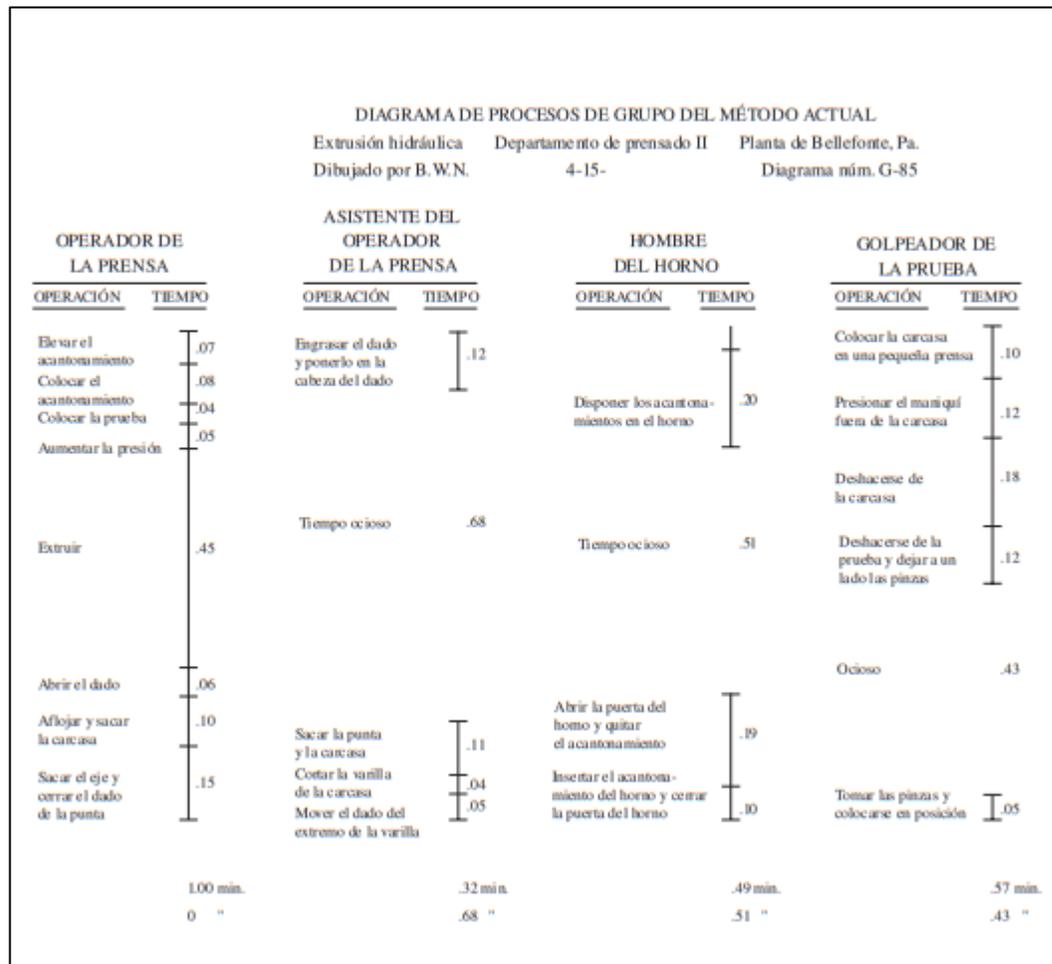
- Diagrama de proceso de grupos, citando a Niebel “El diagrama de procesos hombre-máquina determina el número de máquinas más económico que un trabajador puede operar.”²⁵

Este diagrama es utilizado en procesos e instalaciones que requieren más de un trabajador para operar con efectividad y muestra la relación exacta entre los ciclos de operación y ociosos de la máquina.

Un ejemplo de este diagrama se observa en la figura 10.

²⁵ *Ibíd.* p. 32.

Figura 10. Ejemplo de diagrama de proceso de grupos



Fuente: NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 34

1.4.3. Jornada laboral y efectiva de trabajo

Se entiende por jornada laboral el tiempo que cada trabajador dedica a la ejecución de labores en su trabajo para las que fue contratado, se expresa en diversas maneras como horas, días, semanas, meses o disposición del contrato.

Citando el artículo de ley del código de Trabajo guatemalteco, capítulo tercero “Jornadas de Trabajo” artículo 116 Clases y sus límites.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana.

- La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana.
- Tiempo de trabajo efectivo es aquel en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono.
- Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.
- Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

La labor diurna normal semanal será de cuarenta y cinco horas de trabajo efectivo, equivalente a cuarenta y ocho horas para los efectos exclusivos del pago de salario. Se exceptúan de esta disposición, los trabajadores agrícolas y ganaderos y los de las empresas donde labore un número menor de diez, cuya labor diurna normal semanal será de cuarenta y ocho horas de trabajo efectivo, salvo costumbre más favorable al trabajador. Pero esta excepción no debe extenderse a las empresas agrícolas donde trabajan quinientos o más trabajadores.²⁶

Las jornadas laborales expuestas anteriormente son las contempladas y protegidas por el Código de Trabajo de Guatemala, cualquier variación o alteración de estas debe respetar el tiempo estipulado según los horarios de inicio y fin.

1.4.4. Definición de tiempo efectivo y tiempo muerto

Una empresa define la velocidad o ritmo de producción, regularmente en unidades por hora, de máquinas u operarios y se calcula con el tiempo promedio

²⁶ Ministerio de Trabajo y Previsión Social de la República de Guatemala. *Código de Trabajo de Guatemala*. pp. 83-84.

de la máquina o estación de trabajo que se requiere por cada una de las piezas considerando tiempo promedio de servicio por máquina, tiempo efectivo y tiempo muerto esperado o perdido por hora. Considerando la definición que da la ILO (International Labour Organization), de los tiempos muertos y tiempo efectivo.

Las horas efectivamente trabajadas se refieren al tiempo dedicado al desempeño de actividades que contribuyen a la producción de bienes y/o servicios durante un período de referencia determinado, ya sea corto o largo.

Los «tiempos muertos», que se distinguen de las «horas directas» y las «horas conexas», designan el tiempo en el que una persona en un trabajo no puede trabajar debido a averías de la maquinaria o a la interrupción de los procesos de trabajo, a accidentes, a la falta de insumos o a la interrupción del suministro eléctrico o del acceso a Internet, etc., pero en el cual la persona sigue disponible para trabajar.²⁷

Los tiempos muertos se refieren al tiempo en que la persona o máquina sigue en disposición de trabajar por tiempo contratado o estar vacío, pero no cuenta con las condiciones necesarias para realizar el trabajo, estos tiempos son inevitables o inherentes al trabajo e incluyen interrupciones temporales.

Las horas directas es el término utilizado para el tiempo dedicado al desempeño de las tareas y obligaciones del trabajo destinado. Las “horas conexas” es el tiempo dedicado a mantener o facilitar las actividades productivas en que se engloban actividades como limpiar, reparar, preparar, diseñar, gestionar herramientas o instrumentos, procesos, procedimientos, compra o transporte de materias primas. Este tipo de actividades no deben ser catalogadas como un tiempo muerto pues aportan valor al proceso.

²⁷ International Labour Organization, Naciones Unidas. *Resolución sobre la medición del tiempo de trabajo*. pp. 44-45.

1.5. Mantenimiento y tiempo de mantenimiento

Con base al *blog* de DATADEC del mantenimiento industrial se describe como “El mantenimiento se basa principalmente en solucionar y prever las posibles averías que puedan ocasionarse en nuestros equipos a fin de reducir los costos debidos a intervenciones y paradas de máquina, de modo que aumente la calidad en nuestro proceso productivo.”²⁸

No es posible estimar con confianza completamente verídica, el tiempo de un mantenimiento porque es necesario comprender todas las variables que comprometen el proceso y el tipo de modelo de mantenimiento del cual se requiere su elaboración, el mantenimiento preventivo.

Se entiende el remplazo de un artículo antes de que falle. Claramente, esto sólo tiene sentido para los artículos que tienen mayores posibilidades de fallar con la edad. Al remplazar los artículos con regularidad antes de que fallen se pueden evitar las interrupciones que resultan de las fallas no planeadas.²⁹

Al ser de carácter sistemático y programado en las máquinas antes que estas fallen se dan tiempos estimados de su elaboración conforme el trabajo o pieza a cambiarse.

Si es por un fallo se establece un mantenimiento correctivo o por emergencia en este caso los tiempos son complicados de estimación debido a que se originan por fallos no previstos y las piezas requeridas pueden ser obtenidas fácilmente o no.

Influye en todo esto factores nombrados por Steven Nahmias anteriormente mencionado con factores que se han resumido de su

²⁸ VILLANUEVA, Vicente. *Tipos de mantenimiento industrial*. <https://www.datadec.es/blog/tipos-de-mantenimiento-industrial/>. Consulta: 26 de abril de 2020.

²⁹ NAHMIA, Steven. *Análisis de la producción y las operaciones*. p. 688.

documentación como es el tipo de garantía, dada por los proveedores, que se está trabajando con los componentes y que puede llegar a ser similar a un modelo óptimo de reemplazo aplicado a un modelo EOQ en inventario, los modelos de garantía regularmente son de reemplazo gratuito en la cual el vendedor está de acuerdo en reemplazar el artículo cuando falla o modelo de garantía prorrateada en que el vendedor establece la garantía dependiendo del tiempo que resta de la garantía y del uso de la misma, un ejemplo es la garantía sobre ganchos.

1.5.1. Definición de mantenimiento correctivo

Con apoyo del *blog* Lean Manufacturing 10 de los tipos de mantenimiento y sus diferencias, para definir el mantenimiento correctivo “Este tipo de mantenimiento se basa en arreglar los desperfectos o averías conforme estos van surgiendo.”³⁰

Este modelo de mantenimiento no requiere de planificación, al ser sumamente difícil de predecir, solo de ir atendiendo día a día las averías que se presentan y requieren ser reparadas dentro del proceso de producción a la mayor velocidad posible.

Para poder realizarlo casi siempre hay que paralizar la producción generando pérdidas por el tiempo invertido y los gastos generados. Para lograr que el modelo funcione y minimizar el impacto, se requiere que el departamento de mantenimiento esté bien dimensionado contando con los operarios de mantenimiento necesarios para poder reparar las fallas en el mínimo tiempo posible y en cualquier horario que pueda ocurrir.

³⁰ Lean Manufacturing 10. *Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Definiciones y diferencias.* <https://leanmanufacturing10.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-definiciones-y-diferencias/>. Consulta: 26 de abril de 2020.

Sumado a ello se requiere también que la empresa cuente con un alto nivel de inventario en repuestos, caso contrario el tiempo de paro de la máquina se ve comprometido al plazo de entrega de la nueva pieza pudiendo ser local o de importación.

Aunque muchas empresas optan por este modelo de mantenimiento este mismo implica un alto riesgo para las mismas y sus ganancias.

1.5.2. Definición de mantenimiento preventivo

De igual forma con base en el *blog* de Lean Manufacturing 10 “Este modelo de mantenimiento trata de un conjunto de tareas que tienen como objetivo mantener las instalaciones anticipándose a las averías.”³¹ Requiere de una planificación previa a su realización y coordinación de los departamentos de planificación y de producción para no interrumpir el proceso.

El objetivo principal es mantener el nivel óptimo de los equipos o herramientas realizando los cambios necesarios que se presentan por el desgaste que se sufre con el tiempo, evitando cualquier tipo de fallo a futuro.

Este mantenimiento es de carácter sistemático, realizándose usualmente por horas de funcionamiento o intervalos de tiempo programado. Se documenta un registro del tiempo que tardan los componentes más importantes en averiarse.

Normalmente se aprovechan los tiempos con menor carga de trabajo para poder realizar este tipo de mantenimiento. Un mantenimiento preventivo se divide en dos grandes grupos el mantenimiento conductivo y el rutinario.

³¹ *Ibíd.*

Un mantenimiento preventivo conductivo se lleva a cabo por el personal de producción encargado de la maquinaria en este no se requiere de desmontar la maquinaria y son acciones sencillas de realizar como lectura de parámetros, inspecciones sensoriales superficiales, tarea de ajustes, entre otros.

El mantenimiento preventivo rutinario por su parte es el conjunto de técnicas que sin llegar a desmontaje de los equipos se conserva en el menor estado posible por medio de engrases, limpiezas, sustituciones periódicas, entre otros.

1.5.3. Características comunes de los hornos industriales y tiempos de mantenimiento

Para las características comunes de los hornos industriales tomando como apoyo el *blog* de un proveedor y fabricante de hornos industriales como lo es Fibracim “Un horno industrial es el equipo fabricado específicamente para trabajos térmicos de cocción o fundición de elementos. Existe diversidad de estos hornos industriales de acuerdo al sector (de laboratorio, fundición, de fábricas y gastronómicos)”³², el tema de interés es estos últimos mencionados.

Los hornos industriales poseen alta potencia y capacidad de tratar con una gran cantidad de productos simultáneamente, los tiempos de cocción altamente eficientes de los alimentos los vuelven ideales para los negocios que manejan una alta cantidad de demanda y que necesitan optimizar los tiempos de entrega para cumplir con las expectativas de los clientes.

³² Fibracim. *Tipos de hornos industriales y ¿Cuál necesito para mi negocio?* <https://fibracim.com/blog/tipos-de-hornos-industriales/>. Consulta: 25 de abril de 2020.

Los hornos industriales pueden ser divididos en distintas formas como se mencionó antes un proveedor especializado como lo es Fibracim los divide en distintas categorías en que se extraen solamente algunas que sirven de apoyo al trabajo de graduación y estas son por fuente de energía, sistema de cocción y producto final, sub dividiendo los equipos según la energía utilizada se sub dividen en las mostradas.

- Horno eléctrico industrial: Son los hornos que utilizan la electricidad como fuente de energía para la cocción de los alimentos, estos hornos son de mejor utilización hacia el medio ambiente, aunque su costo de utilización es relativamente alto a los otros tipos de hornos industriales.
- Horno industrial a gas: Son los hornos que minimizan el consumo de energía eléctrica, tienen facilidad de uso y tienen la ventaja de poder ser utilizado en cortes de servicios de energía eléctrica sin parar la producción. Su desventaja es que la fuente de energía no es apta para el medio ambiente y tiende a ser menos resistente y seguro que un horno eléctrico.

De igual forma apoyados en Fibracim se dividen los hornos industriales según su sistema de cocción.

- Horno de convección industrial: Este tipo de horno se ha convertido en un producto de mucha demanda por el sector gastronómico, tiene la ventaja de lograr cocciones homogéneas y rápidas para todo tipo de alimentos.
- Horno industrial mixto: Este tipo de horno es también de alta utilización en la industria gastronómica, presenta gran versatilidad en sus funciones

de cocción, con la alta ventaja de poseer cocciones de vapor y convección permitiendo mantener húmedas las comidas y un mayor ahorro económico por la rapidez del tiempo de cocción.

Por último, los hornos industriales en función a su producto final suelen sub dividirse gastronómicamente en dos tipos que son los de mayor demanda a lo cual se colocan las clasificaciones de Fibracim apoyándose en conocimiento dado por la empresa en que se elabora el trabajo de investigación como complementario.

- Hornos especiales para pizza: Son elaborados con funciones y estructura principalmente para lograr un producto crujiente o crocante y mantener la humedad del mismo, emulando el modelo de un horno de leña convencional y a un costo menor junto a una facilidad de uso.
- Hornos para panadería: Los productos hechos a base de harina como lo son pasteles, panes, entre otros. Requieren de una cocción especial para garantizar sus nutrientes, inocuidad y no dañar el producto en el proceso, este tipo de hornos según las características necesarias que se requieran pueden sub dividirse en hornos estáticos, de bandejas o rotativos en donde la cocción sea homogénea y completa o bien ofrecer ventilación y humificación para que los productos no se endurezcan durante la cocción.

Los hornos industriales en la gastronomía cuentan con elementos comunes en su principio de funcionamiento a otros tipos de horno industrial de mantenimiento de frecuencia, apoyado en el manual de operación e instalación del propietario de hornos de gas y eléctricos de la marca Middleby Marshall, una marca de bastante reconocimiento en el entorno de hornos, se extrae de un

manual de operaciones de uno de sus equipos los aspectos a mencionarse dentro de un mantenimiento y los tiempos a tenerse en cuenta de verificación, como modelo de sugerencia para hornos a nivel industrial, que pueden variar y son tomados para efectos de la investigación y sustentación teórica, estos aspectos son.

- Mantenimiento diario
 - Verificar que el horno este frío y la fuente de energía desconectada
 - Limpieza exterior del horno con un paño
 - Limpieza de todas las aberturas de los ventiladores y los orificios de ventilación del horno que puedan acumular polvo o harina.
 - Verificar que todos los dispositivos de enfriamiento estén funcionando correctamente.

- Mantenimiento mensual
 - Mantenimiento y retiro de la cadena de impulsión de energía
 - Quemadores y filtros acondicionadores en estado óptimo
 - Compuertas del horno y su engrase
 - Limpieza y cambio de filtros de bandejas según sea necesario

- Mantenimiento trimestral
 - Limpieza de los motores de ventilación interna del horno
 - Limpieza de la mayor parte de las tuberías internas
 - Limpieza de compartimientos adyacentes del motor de ventilación

- Mantenimiento semestral
 - Cambio de escobillas de motor o sistema de impulsión si posee
 - Limpieza e inspección del quemador y electrodo utilizado
 - Limpieza de sistema de ventilación y chimenea o conducto utilizado
 - Verificación de bujes internos

- Mantenimiento anual
 - Engrase de cojinetes de anillo del sistema mecánico
 - Restitución de la cubierta del sistema eléctrico o de gas y la cubierta de la extensión del transportador junto al gancho.

Cabe resaltar que estos son tiempos propuestos y pueden variar dependiendo de las capacidades de horno, tipo y marca.

1.5.4. Condiciones óptimas de trabajo de un horno industrial

Para las condiciones óptimas y los aspectos a evaluar de un horno, con apoyo de la marca fabricante Nutec Bickley en su *blog* Checklist de mantenimiento para el buen funcionamiento de tus hornos industriales Expone que “Contar con un óptimo estado de todos los componentes del horno es vital para un buen desempeño durante su operación.”³³ Esto también apoya en otros aspectos como su vida útil del equipo y la función que puede tener la empresa al 100% del equipo que esté funcionando. La forma más sencilla y económica

³³ CANTÚ, Alberto. *Checklist de mantenimiento para el buen funcionamiento de tus hornos industriales*. <https://www.nutecbickley.com/es/blog/checklist-de-mantenimiento-para-el-buen-funcionamiento-de-tus-hornos-industriales>. Consulta: 18 de mayo de 2020.

para evitar percances es la de realizar revisiones frecuentes que permitan detectar cualquier tipo de problema desde sus etapas más tempranas.

Las condiciones y componentes a revisarse de un equipo para su correcto funcionamiento en horneado industrial son diversas, lo que debe cuidarse siempre por su importancia y que apoya en reducción de costos de mantenimiento son las siguientes, mantenerlas de forma óptima apoya a cumplir el indicador *overall equipment efficiency*, OEE, que mide la productividad e identifica el porcentaje de tiempo de fabricación realmente productivo.

- Quemadores
 - Posibles problemas: no encienden o tienen baja potencia
 - Factores a revisar: flujo de aire y flujo de combustible desde su raíz
 - Proporción correcta de aire y combustible
 - Mezcla correcta de ambos elementos en su combustión
 - Retención o mantenimiento de llama
 - Energía mínima requerida y utilizada
 - Condiciones internas de los mezcladores junto a su limpieza

- Sistema de aislamiento
 - Posibles problemas: Fugas de calor, pérdidas de temperatura
 - Factores a revisar: Temperatura en la cara fría del horno, chequeo visual en busca de agujeros o grietas que den origen a fugas.

- Sistemas de movimiento
 - Posibles problemas: Mecanismos que se atorán, atascan o rompen
 - Factores a revisar: lubricación, ganchos o agarradores, estado de las cadenas, cojinetes, motores y su libre movimiento.

- Temas de seguridad en el equipo
 - Posibles problemas: fugas de gas, operación insegura del equipo, modificaciones no autorizadas al sistema de seguridad por operadores.

 - Factores a revisar: Todas las válvulas de corte y alimentación de gas deben ser revisadas en busca de posibles fugas, realizar pruebas de seguridad del equipo para corroborar la seguridad del sistema, revisión de la ingeniería original contra la actual.

- Ventiladores y extractores
 - Posibles problemas: vibraciones, baja presión o flujo de aire
 - Factores a revisar: Revisar la temperatura de las chumaceras, revisar la presión de aire, voltaje y amperaje del ventilador.

El encargado de revisar estos elementos es variante de acuerdo a la frecuencia de inspecciones y naturaleza de la tarea. Un operador de horno puede revisar los indicadores de frecuencia diaria y el encargado de

mantenimiento de revisar los indicadores semanales y la parte mecánica o que se deba desensamblar.

2. RELACIÓN DE ÁREAS, PROCEDIMIENTOS Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN QUE AFECTAN AL ÁREA DE HORNEADO

Los hornos industriales se relacionan directamente a las áreas de producto directo, producto fermentado y las áreas dependientes como empaque de producto terminado o ultra congelado dependiendo de la naturaleza del producto, la variedad existente de hornos es proporcional a la variedad de productos y su destino. En los siguientes sub incisos de hará detalle del área actualmente.

2.1. Descripción de los hornos industriales y el área

El área de horneado en la industria panificadora cuenta actualmente con 16 hornos industriales, es de vital importancia esta etapa en una empresa que se dedica a la distribución de producto fresco y horneado a sus sedes comerciales. Se trabaja con hornos de 3 a 7 toneladas cada uno dentro del área, de tamaños distintos y capacidades variantes, las marcas de los hornos no son uniformes al igual que los modelos de serie.

El área cuenta con más de 100 metros cuadrados en los que están repartidos los 16 hornos y espacio de circulación de productos como de personal encargado de maniobrar los hornos. El sistema de traslado de producto para los hornos manejados en la industria es el manejo de carros transportadores de producto como se observa en la figura 12, existen diversidad de 9 tipos de carro para el área y dependiendo del tipo de horno puede admitir solo un tipo de carro. Los materiales de elaboración de estos carros son de

hierro o bien de acero inoxidable, este tipo de carrito son ejemplificados en la figura 11.

Figura 11. **Carrito transportador de bandejas de acero inoxidable**



Fuente: Egiasac. *Coche portabandejero*. <https://egiasac.com/product/mesa-de-trabajo-de-acero-copy/>. Consulta: mayo de 2020.

2.1.1. Características técnicas de los hornos

Los hornos de la empresa se caracterizan por ser diferentes cada uno del otro, por lo que se presenta en la tabla II un resumen de los datos más relevantes de cada horno.

Tabla II. **Datos principales de los equipos de horneado y clasificación**

No. De horno	Tipo de horno	Marca	Capacidad en bandejas	Tipo de alimentación
1	Rotativo	Zucchelli Forni	34	De gas
2	Rotativo	Zucchelli Forni	36	De gas
3	Rotativo	Zucchelli Forni	36	De gas
4	Rotativo	Zucchelli Forni	36	Eléctrico/gas
5	Estático	Europán	32	Eléctrico/gas
6	Estático	Europán	40	Eléctrico/gas
7	Estático	Europán	32	Eléctrico/gas
8	Estático	Sveba Dahl	34	De gas
9	Estático	Europán	48	Eléctrico/gas
10	De piso	Pietro Berto	48	De gas
11	Rotativo	Europán	30	Eléctrico/gas
12	Rotativo	Europán	36	Eléctrico/gas
13	Rotativo	Europán	36	Eléctrico/gas
14	Rotativo	Europán	36	Eléctrico/gas
15	Rotativo	Europán	36	Eléctrico/gas
16	Rotativo	Europán	36	Eléctrico/gas

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Personalidad del horno

Esta definición se trata de un concepto manejado tanto por operarios como por personal de supervisión como administrativo en sectores alimenticios, se refiere a las características individuales del equipo que lo vuelven diferente a los demás a pesar de ser del mismo modelo y marca a otro horno.

Las características técnicas de los equipos y control de calidad de las empresas proveedoras cumplen con estrictos requerimientos y especificaciones técnicas a cumplir con pruebas antes de ser entregados los hornos industriales.

Con todas las anteriores presentes aún existen variaciones dentro de los equipos que influyen en los productos que pueden ser ingresados a este tipo de productos y máxime si se trata de hornos industriales comprados ya utilizados o de segunda mano como suele decirse comúnmente.

Las dificultades presentadas ante el equipo de segunda mano son claras, la utilización previa del mismo influye en su posterior funcionamiento y las piezas, aunque sean renovadas o bien mantenidas, se tiene un porcentaje de variación de los equipos utilizados que si bien fueran productos nuevos de fábrica.

Esta práctica es muy común dentro de la industria la compra y venta de equipos utilizados a fin de conseguirlos a un costo menor de compra.

Las características que se ven mayormente afectadas se ven al tiempo en que los hornos alcanzan la temperatura deseada y la uniformidad con que se tratan los productos dentro del equipo, estas variaciones son conocidas por el equipo operador y las utilizan a su favor en la distribución de producto según especificaciones con el personal administrativo del área y los fines con que va a ser utilizado dicho equipo según las características del producto, dependiendo de si es del área de pastelería, panadería, re proceso y el cuidado que se debe tener en su manejo como detalle del área.

2.1.3. Frecuencia de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de los hornos se encuentra establecido cada martes y viernes de las semanas, iniciando en el mes de enero este tipo de mantenimientos y excluyéndose el mes de diciembre por los altos niveles de producción. Estableciéndose de la siguiente forma para un año promedio:

- Tamaño de ciclo promedio de mantenimiento por horno: 2 meses
- Tiempo promedio de mantenimiento preventivo por horno: 9 horas

Los mantenimientos programados en año calendario son como se muestra en la tabla III. Asumiendo cuatro semanas calendario para los meses y el resto de días sobrantes de lunes o viernes son asignados a otros equipos.

Tabla III. **Planeación de mantenimientos preventivos para un trimestre promedio**

Mes	Enero		Febrero		Marzo		Abril	
Semana/día	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes	Lunes	Viernes
Semana 1	H1	H2	H9	H10	H1	H2	H9	H10
Semana 2	H3	H4	H11	H12	H3	H4	H11	H12
Semana 3	H5	H6	H13	H14	H5	H6	H13	H14
Semana 4	H7	H8	H15	H16	H7	H8	H15	H16

Fuente: elaboración propia con base en el programa de mantenimientos preventivos anual.

Los niveles de cumplimiento manejados por cada horno en su mantenimiento preventivo son bastante altos, más se tiene discrepancia en el desfase del día programado para cada horno contra el día de realización del

mantenimiento preventivo por preferencia de los operarios y los supervisores del área que basados en la cantidad de producción enviada por las áreas de panadería y pastelería, tienen la disposición o no de entregar el equipo la fecha propuesta.

Los hornos de enero a noviembre de un año promedio cumplen del 80 % a 100 % de sus mantenimientos programados, siendo los de menor cumplimiento los ligados a mayores volúmenes de producción y propensos en mayor medida a mantenimientos correctivos.

2.1.4. Frecuencia de fallos del equipo

La cantidad de fallos de equipos se ve relacionada al tiempo de utilización de los hornos y la disponibilidad de entrega de los equipos para la realización de su mantenimiento preventivo.

En la tabla IV se puede evidenciar la cantidad de fallos existentes durante los meses de octubre a diciembre del año 2019 por cantidades en cada horno, representado gráficamente en la figura 12.

Tabla IV. Histórico de fallos de octubre a diciembre 2019 de los equipos de horneado

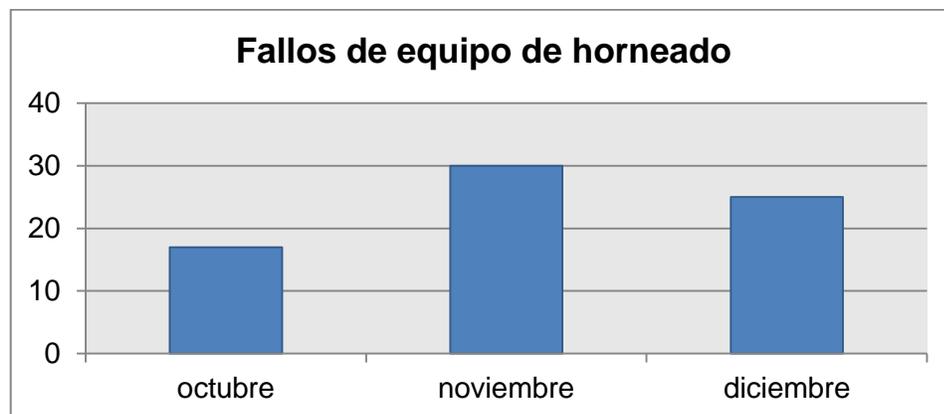
Horno	No. De fallos octubre	No. De fallos noviembre	No. De fallos diciembre
Horno 1	1	2	1
Horno 2	1	2	0
Horno 3	3	2	2
Horno 4	1	3	2

Continuación de la tabla IV.

Horno 5	1	2	3
Horno 6	1	0	1
Horno 7	0	0	0
Horno 8	1	0	2
Horno 9	0	2	1
Horno 10	4	5	3
Horno 11	0	3	6
Horno 12	2	3	3
Horno 13	0	1	0
Horno 14	1	0	0
Horno 15	1	2	1
Horno 16	0	3	0

Fuente: Departamento de Mantenimiento, *Histórico de órdenes de trabajo de mantenimiento planta*. p. 45.

Figura 12. **Comparativo gráfico de fallos en el área de horneado octubre a diciembre 2019 (No. de fallos vs mes)**



Fuente: elaboración propia.

Los fallos presentados se ven relacionados a la utilización de los mismos, este tipo de fallo se convierte en mantenimiento correctivo para cada equipo, los equipos se ven propensos a este tipo de fallos cuando su porcentaje de utilización es alto y no se cumplen con las fechas de mantenimiento preventivo establecido o el tiempo requerido a cumplirse en horas del mantenimiento planeado.

Los fallos encontrados fueron en gran medida por la utilización continua del horno, distinguiéndose en los consumibles requeridos directamente por el proveedor por piezas con fallos, repentinos como esperados y los fallos por piezas consumibles genéricas. Datos obtenidos de la facturación por servicios, así como las compras de repuestos.

Como se observa en el gráfico, los fallos se tornaron recurrentes en mayor medida en el segundo mes del año, causas que serán analizadas más adelante de la relación existente con el volumen de producción manejado.

2.1.5. Diferencia entre hornos estáticos y hornos rotativos

Un horno estático en la industria de la panificación se trata de un modelo de horno relativamente nuevo en la industria, que tiene la practicidad de un horno rotativo en cuanto al producto terminado.

Este tipo de horno responde a la necesidad planteada por la industria de la panificación en el sistema de cocción que es el “piso” en los hornos para poder elaborar tanto pan de molde como cualquier otro producto artesanal o automatizado sin molde, como el pan francés.

Como se observa en la página del distribuidor de equipos Retondaro para panadería un tipo de horno estático cocina mediante aire caliente intercambiado (no es convector), en estos los carros permanecen estáticos y lo que gira es el aire caliente. Regularmente los hornos estáticos son de capacidad de dos carritos de producción, variando la cantidad de bandejas con las que cuenta este tipo de hornos, que influye directamente en el espacio existente entre las mismas y las dimensiones de producto admisible, tipo de producto y cantidad del mismo.

Las características de un horno estático disminuyen la cantidad de tiempo en mantenimiento pues las partes móviles disminuyen considerablemente a comparación de un horno mixto o un horno rotativo, este tipo de horno es muy utilizado en pastelería por el tipo de producto y mezclas que maneja que son susceptibles a variar su figura terminada si se someten a mucho movimiento.

De igual forma es utilizado en productos de panadería con características de ser panes *light* o de mayor cuidado en su cocción. La planta cuenta actualmente con 5 de este tipo de hornos un estimado del 30 % de equipos del área.

Los hornos rotativos como se describe en la página del proveedor y productor Parber de hornos industriales para industria de la panificación, son un tipo de hornos perfectos para hornear panecillos, panes, muffins y otros productos. Los hornos rotativos eléctricos ofrecen altas temperaturas, rápidos tiempos de recuperación y un diseño duradero y compacto.

Los hornos rotativos se caracterizan por tener un carro transportador de producto de mayor tamaño, este se ancla al gancho interno del horno y realiza

un movimiento rotatorio para la distribución de calor dentro de los productos, pudiendo manejar carros de incluso 40 o 42 bandejas.

Se apoyan de un sistema de aire ajustable para hacer circular el aire caliente a fin de tener una cocción uniforme desde la bandeja superior hasta la inferior y de igual manera un sistema de inyección de vapor. Este tipo de hornos son reconocidos por ser eficientes, económicos y tener facilidad de uso además de poder ser tanto eléctricos como combustibles o bien una mezcla de ambos. Se caracterizan por tener un rápido calentamiento, proceso de horneado y tiempo de recuperación, beneficiando productos de alto volumen en su utilización rápida y eficaz, suele ser utilizado en productos de panadería que no se ven afectados con el movimiento.

El tipo de hornos rotativos representa el 62.5 % de los equipos del área de horneado de la industria panificadora, los productos de alto volumen y demanda que no requieren de un trato especial o condiciones estáticas son los que se ingresan de manera rápida y constante, por ejemplo, pan francés, estos hornos son de diversas marcas y capacidades de bandejas, la similitud es que solo permiten un carrito transportador por horno.

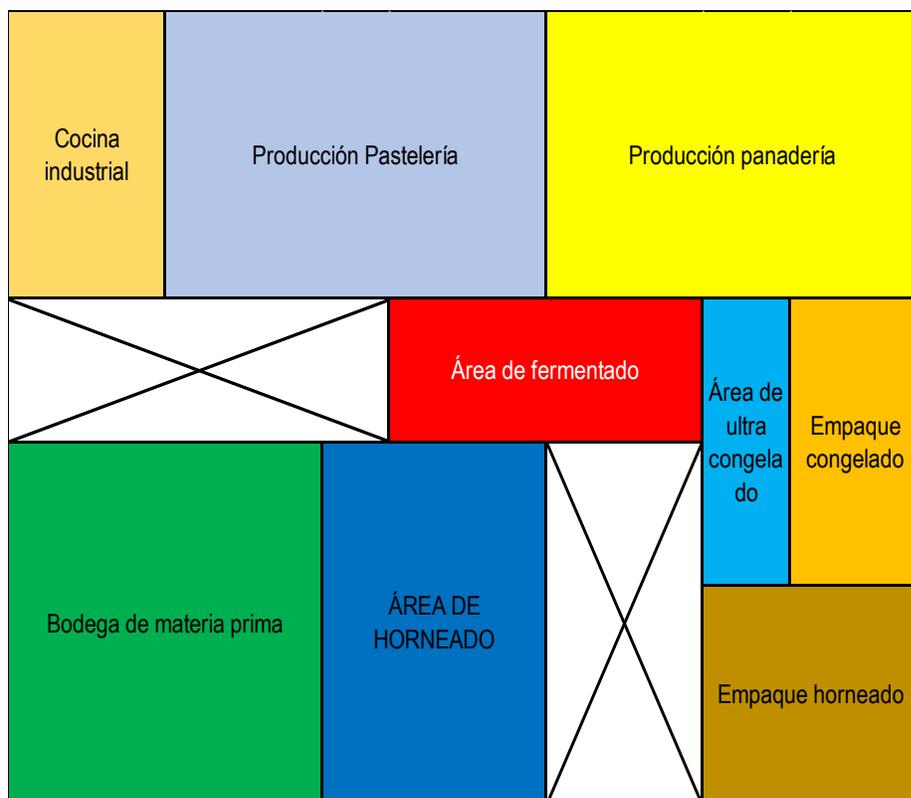
2.1.6. Tipo de distribución actual en planta

La distribución de la planta panificadora se encuentra ligada al proceso, manteniendo relación entre las mismas enfocado a la secuencia del proceso. Como se observa en la figura 13 se puede tener un mayor detalle del croquis de planta, sin apearse a medidas ni detalles estructurales.

Las áreas con mayor espacio físico asignado son las de transformación directa de materia prima (panadería y pastelería), las áreas conexas difieren en

el proceso dependiendo del tipo de producto que se realiza, la ruta de proceso actual de mayor duración atraviesa por 6 áreas productivas directas e indirectas de transformación de producto. Las áreas tienen una relación directa de utilización pensado a la facilidad de transporte de los productos.

Figura 13. **Croquis de áreas productivas**



Fuente: elaboración propia.

2.2. Características de utilización del área respecto a productos

Las áreas productivas de la industria panificadora tienen relación directa con el área de horneado, el área de panadería se distingue por su volumen de kilogramos transformados, en cuanto pastelería, aunque tiene menor cantidad

de volumen de producción sus productos requieren de mayores tiempos de utilización del área, como equipos de una especialización más alta.

La distribución actual de equipos por área se toma en base a la opinión de los supervisores del área y personal operativo, tomando a su discreción la cantidad y tipos de hornos industriales que según su experiencia de manejo del área y de productos se requieren para cada una de las áreas productivas.

2.2.1. Descripción de los productos que requieren del área

Las características de los productos horneados (productos directos, intermedios, galletería), y pre cocidos es la utilización del área para ser entregados ya sea como productos terminados o un pre acabado, para poder terminarse en los hogares o donde el cliente prefiera terminar el proceso, para el producto terminado que consiste en un horneado final del producto en menor tiempo y temperaturas necesarias.

El área es requerida por panadería y pastelería, los productos que son manejados se contemplan en su proceso productivo directo y de envío, la utilización del área para abastecer tiendas y para envíos especiales. Ambas manejan un alto nivel de movimiento de producto y tiempos requeridos por el área.

2.2.1.1. Productos de panadería

En el área de producción de panadería se distinguen tres grandes familias de productos: horneados, congelados y pre cocidos.

Las características del proceso de producción en panes horneados son las de un producto directo de distribución inmediata con el fin de tener su consumo el mismo día de producción o cercano, contemplando como máximo de tiempo de vida en algunos productos dos días, este tipo de productos hacen uso completamente del área de horneado de la industria panificadora, representando un volumen alto de consumo y demanda del área por su alta variedad de productos y volumen de producción, se envía una serie de *batch* de producción bastante corrida de los productos de mayor volumen transformado dentro de la industria.

Los productos pre cocidos son una variante de productos del área de panadería en que el producto tiene el proceso de un producto directo, con la condición que el tiempo de horneado debe ser menor al de un producto horneado directo, esta familia de productos se encuentra mayormente conformado por los panes *light* y pan francés junto a sus variedades. Es una tendencia de producto que tiende al alza, que reduce el tiempo de utilización de horno y requiere de un proceso de producción más largo contando con un proceso de enfriado y ultra congelado para su empaque.

La última variante de los productos de panadería son los productos congelados, estos no afectan al área de horneado, su proceso de producción no requiere de fermentación ni cocción de los productos sino de un envío directo al área de ultra congelado para su respectivo tratamiento y sometimiento a temperaturas de congelación para proceder al empaque congelado, estos productos son el futuro de las industrias de alimentos porque son la forma de mantener *stock* y poder responder de forma rápida y sin alterar las características de los productos a la demanda.

2.2.1.2. Productos de pastelería

Al hablar de productos de pastelería una buena definición es la que se detalla con los documentos de apoyo de la capacitación en la industria de la panificación de Ejecución en Excelencia.

Se refiere regularmente a un producto alimenticio dulce, horneado, que se caracteriza por usar harina en baja proteína, huevo, azúcar, líquidos y leudado químico.

Existe una diversidad amplia de pasteles y productos que son producidos bajo estas condicionantes, la clasificación por tipo de producto ante la variedad existente de producción del área es un tema de complicación del proceso al destinar una línea por tipo de producto, por lo que los productos dentro del área se clasifican en la preparación de producto, productos decorados, productos terminados y galletería.

Los productos manejados en el área de pastelería se caracterizan por ser en menor medida su elaboración, pero requerir de productos mayormente horneados como un intermedio de elaboración como lo son los bizcochos, pastelitos, galletas, entre otros. Que requieren de una cocción primaria antes de su respectivo corte y decoración según el tipo de producto que sea, los productos del área de pastelería se caracterizan en ser en menor medida de congelación directa y no manejar una amplia variedad de productos pre cocidos como el área de panadería.

Un producto intermedio puede referirse a una mezcla, un batido, un paño, pasta, intermedio relleno y un intermedio externo proporcionado por el área de cocina industrial.

Los productos intermedios requieren muchas veces de la utilización de hornos si bien del área de horneado de planta o del área de hornos de cocina si provienen de la misma, los intermedios que requieren del área son los que podrán ser utilizados en diversa cantidad de productos terminados dependiendo de su acompañamiento o decoración final como es el caso de los *cup cakes* de vainilla. El área de pastelería de igual forma hace uso del área de horneado con los productos de galletería, que son un intermedio del producto final decorado.

2.2.2. Necesidad de hornos respecto a características del producto

Se distinguen características que difieren de los productos tanto de panadería como de pastelería, en los productos de panadería se caracteriza porque los cambios que presenta en la masa durante el horneado son el incremento en la producción de gas de levadura, expansión de CO₂, evaporación de agua, insolubilidad del CO₂, evaporación de etanol.

En los productos de panadería algunos autores consideran que la levadura muere entre los 58 y los 60 °C, las buenas prácticas de manufactura dictan que los microorganismos y bacterias mueren y dejan de proliferar a partir de los 90 °C de la temperatura interna del producto, los productos se caracterizan por tener zonas de horneado, en donde las primeras dos zonas es donde se alcanzan las temperaturas de 58 a 60 °C, en las zonas 3 y 4 se da la cocción y en la zona 5 y 6 se le da color al pan.

Los panes con mayor carga tienen un tiempo de cocción mayor a los panes de carga menor, la carga es el término coloquial del peso de la masa del pan. Los productos de panadería tienen la característica de no depender, en su

mayoría, de un tipo de horno en específico pudiendo realizar su proceso de cocción ya sea en un horno estático o rotativos.

Las necesidades de tipos de hornos específicos corresponden a los panes *light* (16 en total dentro de la industria panificadora), y el manual de producción del área de hornos establece que, para preservar la calidad y las características del producto, debe de ser elaborado en un horno estático para garantizar su cocción regular y evitar deformaciones.

El horno 10 se trata de una variante de horno de bandejas, Pietro Berto, correspondiente específicamente a un producto de tipo de pan italiano y un pan tipo alemán que requieren de este tipo de horno para su elaboración. De igual manera corresponde solamente a productos de panadería, ya que ningún producto de pastelería, requiere de estas características de horno. Los productos de pastelería se caracterizan por no requerir de tiempos de fermentación, y tratarse en su mayoría de mezclas y batidos de producto. De igual forma se utilizan en galletería con todas las variedades disponibles, para su posterior decoración.

La demanda de equipos de pastelería corresponde a los hornos estáticos como rotativos, con la característica primordial de que los productos batidos no permiten el movimiento en los hornos rotativos porque deforma el producto final teniendo inclinaciones, y por tanto se cataloga como producto descartado o desperdicio, porque la corrección de los productos requiere de pruebas destructivas y re utilización directa del producto no es posible.

Los productos de pastelería de mezcla dependen de los hornos estáticos para no afectar las características físicas del producto, en estos equipos se ingresan todas las variedades de bizcocho, mezclas, *cup cakes* y productos

provenientes de las llenadoras como roscas. Los manuales de operación detallan los parámetros de operación por cada uno de los productos en cada equipo, los productos que pueden ingresar en cada uno de los equipos y el resultado final que deben obtenerse. En la tabla V se observan los parámetros especificados por cada producto.

Tabla V. **Parámetros de horneado especificados por número de horno**

No. De horno	Código de producto	Nombre	Temp. De precalentado	Tiempo de vapor	Temperatura de horneado	Tiempo máximo	Tiempo ideal	Tiempo mínimo	Temp. De producto de salida	Foto de producto final
1	1	Pan no. 1	60 °C	10 segundos	85 °C	25 min	22 min	18 min	90 °C	

Fuente: Departamento de Ingeniería de Procesos. *Manual de producción, parámetros de horneado por producto.* p. 2.

Los parámetros especificados se encuentran en el manual de producción, al alcance de los operarios y cualquier persona afuera de cada horno, como se establece en parte del sistema de gestión de calidad. Los productos de igual forma se encuentran especificados en cada horno que pueden ser ingresado y comparado contra la bitácora diaria del equipo.

2.2.3. Jornadas de producción de las áreas dependientes y proveedoras de hornos

El área de hornos depende de las áreas de transformación primaria de materias primas para continuar el proceso productivo de los productos, denominando entonces como áreas proveedoras directas de producto las áreas de panadería y pastelería, por otra parte, un proveedor indirecto es la bodega

de congelado que abastece durante la noche al área de horneado con productos previamente congelados y sin fermentar para ser enviados a las tiendas en el primer envío de productos. Las áreas a las que abastece la etapa de horneado dependerán de la ruta de producción, pudiendo ser una ruta directa que abastece al área de empaque horneado y una ruta de pre cocido o intermedio en la que se abastece a las áreas de ultra congelado y empaque congelado. Cada una de las rutas abastece bien a la bodega de producto terminado o la bodega de producto congelado respectivamente.

Con el sistema de producción manejado por cada área independiente la una de la otra actualmente se deja a discreción de los jefes de área y supervisores el escalonamiento de turnos de los operarios, manejando las siguientes proporciones por turno de cada área de las mencionadas como se observa en la tabla VI.

Tabla VI. **Número de operarios activos en un día de producción promedio en cada área productiva por jornada**

Área	Operarios Jornada diurna	Operarios Jornada nocturna	Operarios totales del área	% operarios jornada diurna	% operarios jornada nocturna
Panadería	57	2	63	90,47 %	3,17 %
Pastelería	72	8	80	90,00 %	10,00 %
Horneado	9	2	16	56,25 %	12,50 %
Empaque horneado	18	2	21	85,71 %	9,52 %
Ultra congelado	1	1	2	50,00 %	50,00 %
Empaque congelado	12	1	18	66,67 %	5,56 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII se detalla de otra forma la cantidad de operarios con la variable de la existencia de producción de los productos con código 0001, 0002, 0003 y 0004 de la familia de pan tradicional que son productos líderes en cantidad de producción y que requieren de una línea completa del área de panadería y el apoyo de empaque congelado durante esos días de producción intercalados para poder realizar de manera independiente la producción de los productos líderes por volumen de panadería.

Tabla VII. **Número de operarios activos en un día de producción nocturna con productos líderes de panadería**

Área	Operarios Jornada diurna	Operarios Jornada nocturna	Operarios totales del área	% operarios jornada diurna	% operarios jornada nocturna
Panadería	55	6	63	87,30 %	9,52 %
Pastelería	72	8	80	90,00 %	10,00 %
Horneado	9	6	16	56,25 %	37,50 %
Empaque horneado	18	3	21	85,71 %	14,29 %
Ultra congelado	1	1	2	50,00 %	50,00 %
Empaque congelado	13	5	18	72,22 %	27,78 %

Fuente: elaboración propia.

El total de personas del área no se cumple en su totalidad a lo largo de un día debido a que los turnos en que se vela de un día al siguiente, se toma descanso del siguiente día laboral, cumpliendo así sus 36 horas de turno con 3 días operativos.

La jornada diurna manejada contempla 5 días operativos de 8 horas y un día de 4 horas cumpliendo con las 44 horas establecidas en el código de trabajo

guatemalteco artículo 116, intercalando el día de descanso a discreción del supervisor y jefe de turno que en base al plan de producción del día siguiente establecen los descansos de los turnos diurnos y los cambios de jornada durante un mes calendario a la jornada nocturna y consta de las 36 horas efectivas.

El personal operativo de panadería y pastelería tienen su horario de ingreso regularmente a las 6 de la mañana, mientras tanto los supervisores de las áreas de empaques, ultra congelado y horneado optan por tener escalonados los turnos, ingresando regularmente de uno a dos operarios a las 6 de la mañana y la mitad de operarios de 7 a 8 de la mañana y los restantes a las 10 de la mañana.

2.2.3.1. Secuencia de producción y relación de vida de los productos

La secuencia de planificación de producción se establece un día antes para las áreas, dejando pendientes los pedidos extra de clientes, las ordenes de producción junto a sus cantidades son enviadas por el área de planificación un día antes a las áreas.

Las áreas de panadería y pastelería al ser las principales transformadoras de materias primas y donde se dictamina la ruta de producto a continuarse, se organiza dentro del reporte de secuencia de producción establecido en las columnas detalladas en la tabla VIII para panadería y la tabla IX para pastelería, cada cuadro de las figuras representa una columna del informe.

Tabla VIII. **Parámetros de reporte de secuencia de producción panadería**

Orden de producción	Código	Producto	Cantidad Requerida	Ritmo P.P.	Latas/moldes	No de personas teórico	Tiempo requerido	Hora inicio	Hora fin
Estado	Rendimiento	Cantidad entregada	Hora inicio real	Hora fin real	Tiempo real	No. De personas real	Eficiencia	Tiempo por carro	Tiempo real

Fuente: elaboración propia, secuencia de producción panadería.

Tabla IX. **Parámetros de reporte de secuencia de producción pastelería**

No.	Producción	Código	Nombre	Cantidad solicitada	Personas propuestas	Hora de inicio teórico	Hora fin teórico	Latas necesarias
Cantidad producida	Hora inicio real	Hora fin real	No. De personas	Marbetes	Tiempo de limpieza	Estado	Rendimiento	Eficiencia

Fuente: elaboración propia, secuencia de producción pastelería.

En la secuencia de producción se tiene un tiempo esperado de terminación de productos como se puede observar en las figuras 16 y 17, dicho dato conjunto al orden de producción listado sirve de apoyo para las demás áreas como horneado y empaque para saber qué productos arribaran primero al área y como distribuir tanto equipos como personas a lo largo del día por parte del supervisor encargado del área tanto de horneado panadería como horneado pastelería.

Para garantizar un eficiente uso del área y la calidad de los productos en que no se afectará su tiempo de vida por esperas innecesarias o no contempladas por arribo distinto de producto al esperado, se requiere que no existan cambios dentro del reporte a lo largo del día.

El documento sirve de apoyo para productos que por su naturaleza requieren de cuidados más detallados en su elaboración porque pueden

fermentar antes de tiempo y provocar daños al producto final como un greñado excesivo, variaciones de sabor, tamaño no idóneo o bien en el área de pastelería que los productos no crezcan lo suficiente porque son propensos a hundirse si no son preparados rápidamente, para esto el equipo debe haber estado preparado y disponible con antelación.

De igual manera este documento permite verificación de tiempos de producción para que el departamento de ingeniería de procesos al detectar anomalías entre el tiempo calculado de terminación de la orden de producción y el tiempo real sea atendido con prontitud si es un caso repetitivo dentro de la secuencia de producción.

Turno de la noche no maneja secuencia de producción, el listado de pedidos de cliente que puede ser abastecido por bodega de congelado es entregado al supervisor de turno y conjunto al encargado de bodega establecen un orden para los productos de su salida de bodega y la forma en que se irán ingresando tanto en hornos como en la fermentadora tras su proceso de descongelación.

Teniendo de esta forma un control directo de los productos recibidos y en el orden que lo desea el área de horneado facilitando la comunicación a las áreas de empaque de qué productos serán enviados y en qué momento.

2.2.3.2. Tiempos de espera máximo de los productos

Los productos de panadería que en su amplia mayoría requieren de levadura y ciertamente algunos en menor medida de pastelería, se distinguen claramente en el producto no conforme cuando son atribuidos por la causa de

un tiempo de espera excesivo al área de horneado, afectando así el crecimiento del producto por la utilización de leudantes o levaduras.

Para comprender este proceso se define un componente básico como es la levadura, con documentos de apoyo del curso propedéutico de supervisores, como un organismo vivo unicelular de origen vegetal de la familia de los hongos, que necesitan para su desarrollo sustancias nitrogenadas y fosfatadas como nutrientes, además de azúcares simples. La levadura específica para la fermentación en panificación es el *Saccharomyces Cerevisiae*.

La levadura provoca cambios bioquímicos importantes en productos orgánicos naturales, como las variaciones del pan en cuyo caso es la fermentación y aumento del volumen del producto, transforman las azúcares en alcohol y CO₂. En sus características para vivir y reproducirse necesita agua, aire, azúcar y otras sustancias nutritivas como compuestos nitrogenados, vitaminas, sales y minerales que son agregados en la elaboración de la masa.

La principal fuente nutritiva de la levadura es la harina, que contiene aproximadamente un 1.5 % de sacarosa, un 0.5 % en que se reparten la fructosa, glucosa y lactosa.

Desde el punto de amasado la levadura se encuentra en un ambiente que favorece su desarrollo con los componentes necesarios para su crecimiento, durante el reposo de la masa, después del amasado, las enzimas continúan nutriendo a la levadura y en el proceso de transformación de azúcares en gas carbónico y alcohol, en este punto es que se percibe que la masa se infla y se redondea como parte del proceso de fermentación.

Los efectos detallados de la temperatura en la fermentación pueden tomarse como apoyo el documento titulado “levadura” como parte de la documentación de apoyo a supervisores y son los siguientes.

- Por debajo de los 4 °C la fermentación queda prácticamente bloqueada
- De 8 a 11 °C la fermentación se encuentra ralentizada. En este rango de temperatura se tiene una fermentación controlada.
- Entre los 20 a 40 °C aumenta la velocidad de temperatura de fermentación un 8 % por cada grado que aumenta la temperatura.
- Sobre los 45 °C comienza a frenarse la fermentación.
- Finalmente, a los 55 °C la levadura muere.

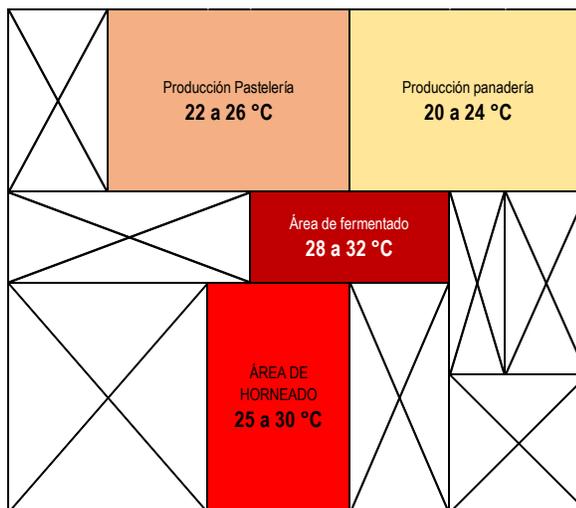
Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se especifica dentro del croquis el rango de temperaturas manejado de las áreas de producción, obtenido de la toma directa de datos durante dos semanas consecutivas.

Como se observa en la figura 14 del mapeo de temperaturas tomadas constantemente durante tres semanas, la temperatura en todo momento dentro de las áreas se encuentra en el idóneo de fermentación del producto, por lo que se acelera la velocidad esperada de fermentación del producto y repercute en alteraciones.

El proceso de fermentación inicia una vez terminado el figurado y formado el producto, la temperatura corporal y de la mano de los operarios (36 a 38 °C),

habrá elevado la temperatura de la masa y la misma empezará a fermentar a temperatura ambiente (18 a 22 °C en condiciones ideales).

Figura 14. **Mapeo de rango de temperaturas en grados centígrados de las áreas de producto directo**



Fuente: elaboración propia.

La levadura de igual forma tiene funciones importantes dentro de los panes se pueden nombrar el hacer inflar la masa estirando el gluten y dando a la miga su estructura porosa y ligera, influir en el aroma de la miga y la coloración de la corteza.

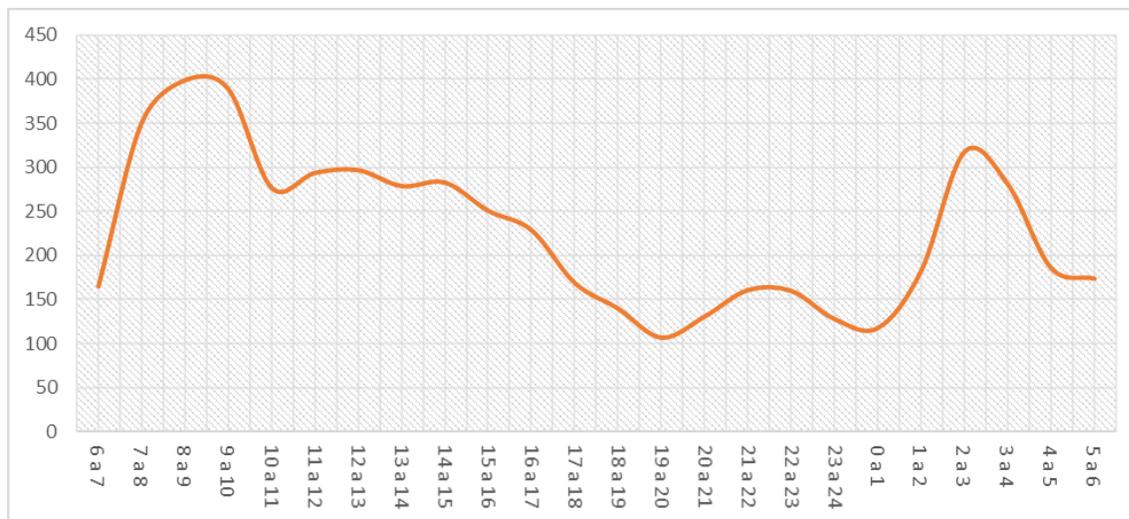
2.2.4. Relación de picos de utilización del área y arribo de productos

Las áreas de transformación de materias primas son áreas independientes la una de la otra, por eso el área de horneado se trata de un punto de encuentro entre ambas áreas, y ante la nula coordinación conjunta de las áreas antes

mencionadas, existen picos de utilización de las áreas, donde solamente se evita el encuentro de los productos de mayor volumen transformado de cada una de las áreas.

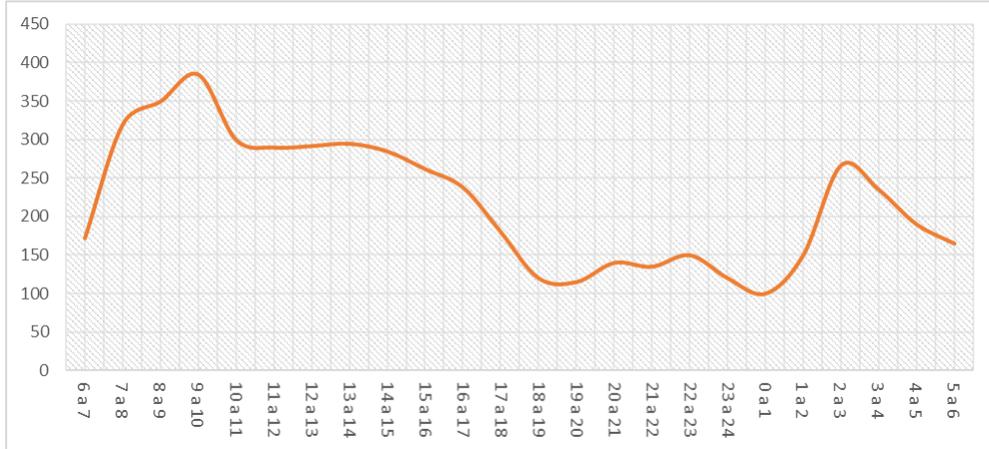
Como se observa en las figuras 15, 16 y 17 se observa el comportamiento del área y equipos durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2019.

Figura 15. Comportamiento del área de horneado en octubre 2019 (cantidad de veces de utilización de los equipos por hora)



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 16. Comportamiento del área de horneado en noviembre 2019 (cantidad de veces de utilización de los equipos por hora)



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 17. Comportamiento del área de horneado en diciembre 2019 (cantidad de veces de utilización de los equipos por hora)



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

El criterio de obtención de datos de estos tres meses se debe a la temporada alta navideña y el escalonamiento de volumen de producción existente desde octubre que se considera un mes semi regular variando un poco a finales de mes, noviembre mes con picos de producción al inicio como fin de mes y diciembre como un mes de temporada alta completamente.

Se puede observar una tendencia durante los 3 meses en picos de utilización de 7 a 10 de la mañana, aplanando su uso a lo largo del día y teniendo picos de utilización de nuevo de 2 a 5 de la madrugada del día. Al realizar un análisis más detallado se puede observar que los productos de mayor concurrencia en esos horarios detallados por área se tienen los resultados expuestos en la tabla X.

Tabla X. **Tipos de producto y horarios promedio de arribo al área de horneado**

Horario	Panadería	Pastelería
7:00 a 8:00	Pan tradicional	Galletería
8:00 a 9:00	Pan tradicional	Galletería
9:00 a 10:00	Familia de pan <i>light</i>	Galletería
2:00 a 3:00	Familia de pan <i>light</i>	Repostería salada
3:00 a 4:00	Pan de molde	Bizcochos y <i>cup cake</i>
4:00 a 5:00	Pan de molde	Bizcochos y <i>cup cake</i>

Fuente: elaboración propia.

Las familias de productos presentadas en la tabla V son identificativos de productos que arriban al área de horneado en horarios similares o iguales de parte de las dos áreas productivas, provocando saturaciones e irregularidad de utilización a lo largo del día.

2.3. Método de trabajo del área

El área de horneado es dependiente de las áreas de panadería y pastelería para transformar los productos en su etapa siguiente, de igual forma las etapas consiguientes dependen de esta área para abastecerse y seguir el proceso.

La programación de producción actual en la empresa es dictaminada por el departamento de planificación, que cada viernes envía la cantidad proyectada semanal para ser analizada por los puestos administrativos del área conjunto a los supervisores y jefatura del área.

La programación semanal es susceptible a cambios por lo que se establece la secuencia de producción un día antes de su elaboración y es distribuida a las áreas interesadas, los pedidos extra de clientes se agregan a lo largo del día dentro de la programación de producción. Los productos de panadería deben pasar por el proceso de fermentación previo a la etapa de horneado, el área de pastelería envía sus productos en su amplia mayoría directo al área de horneado para continuar con el proceso.

Actualmente se cuenta con dos supervisores en el área de horneado, respectivamente uno para pastelería y uno para panadería, en que se da prioridad de producto por el tipo de características de los mismos conforme su arribo y verificando cada uno de ellos la secuencia de producción del área a la cual están asignados, que se cumpla el orden especificado, los tiempos de arribo al área estimados, comunicación con los supervisores de producción, supervisores de empaque y realizar los cambios que se consideren pertinentes a lo largo del día si existiera un retraso o modificación de la secuencia de producción.

Los pedidos extra o de clientes, son tratados regularmente en la tarde del día y son atendidos conforme el avance de la producción normal establecida y la importancia del pedido en que influyen factores como importancia del cliente, volumen de pedido, tipo de producto y criticidad de elaboración del mismo.

En el turno de la noche no existe actualmente división de supervisores o equipos entre panadería y pastelería, el amplio porcentaje de productos que se manejan durante la noche son del área de panadería, los productos de pastelería son en menor cantidad y son los pedidos extra solicitados por las tiendas a las cuales abastece en el viaje de productos de las 5 de la mañana del día siguiente.

El personal de planificación de la tarde noche, se encarga de recibir los pedidos de tienda y adjuntarlos en la planificación nocturna que es entregada a bodega de producto congelado, el encargado de fermentación y horneado del turno de la noche llegan a un acuerdo de secuencia de productos que se van sacando conforme necesidad, dejando los productos de pastelería para las últimas horas del turno para no afectar la calidad del producto.

Los días de los productos con código 0001, 0002, 0003 y 0004 que son los líderes de volumen de producción de panadería, requieren de mayor cantidad de operarios en el área de horneado como en el área de empaque congelado por la naturaleza de los productos.

Estos productos por su alto volumen, son programados con antelación en la secuencia de producción e informados con antelación los supervisores del turno diurno y el nocturno para coordinar los movimientos del área y de operarios que se consideren pertinentes. Se opta por el método de trabajo

intermitente de un día producción y descanso al día siguiente para estos productos de alto volumen.

2.3.1. Distribución de hornos para cada área productiva

La distribución actual de los equipos fue considerada a discreción del equipo operativo y los supervisores del área, basándose en su experiencia y criterio. Los equipos se encuentran divididos como se muestra en la tabla XI. Se tienen 5 equipos para pastelería, 10 para panadería y un equipo compartido

Tabla XI. **Distribución de equipos de horneado por área productiva**

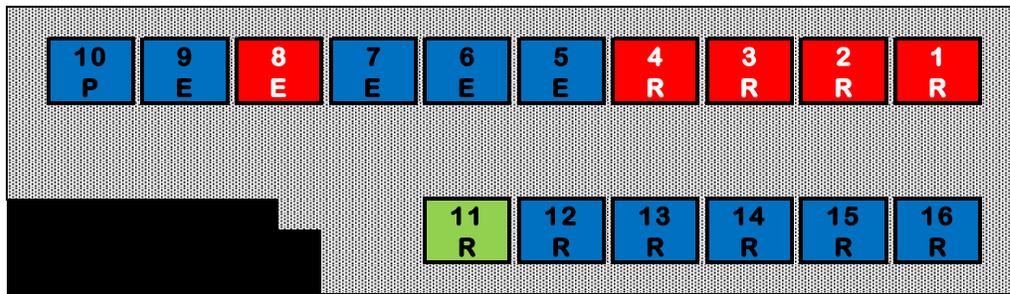
Área	No. De horno	Tipo de horno
Pastelería	1	Rotativo
Pastelería	2	Rotativo
Pastelería	3	Rotativo
Pastelería	4	Rotativo
Panadería	5	Estático
Panadería	6	Estático
Panadería	7	Estático
Pastelería	8	Estático
Panadería	9	Estático
Panadería	10	De piso
Compartido	11	Rotativo
Panadería	12	Rotativo
Panadería	13	Rotativo
Panadería	14	Rotativo
Panadería	15	Rotativo
Panadería	16	Rotativo

Fuente: elaboración propia.

Los criterios de división tomados se establecieron tanto en base a necesidades de producción al brindar el doble de cantidad de hornos al área de panadería que, al área de pastelería, un horno estático para ser utilizado

únicamente por pastelería y la distribución física ligada a las salidas y rutas de arribo de producto. En la figura 18 se detalla la distribución actual.

Figura 18. **Mapeo de división física de hornos y tipo de horno**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 22 se puede observar que en los recuadros color azul se tienen los hornos de panadería y en el color rojo los hornos de pastelería, el marcado con color verde es el horno compartido. Se encuentran ligados físicamente a la ruta de salida de los productos de las áreas productivas y el tipo de horno utilizado, representado con una letra “R” los hornos rotativos, “E” los estáticos y una “P” el horno de piso tradicional.

2.3.2. **Jornada laboral manejada actualmente**

Contando con 16 personas el área de horneado, distribuidos para el área de horneado panadería y horneado pastelería. Trabajando las jornadas diurna y nocturna para el área, teniendo descansos rotativos para cumplir con el tiempo estipulado de trabajo de lunes a domingo dentro de la planta al ser de alto movimiento por la demanda del tipo de producto alimenticio y no dejar el área descubierta en ningún día de la semana.

La metodología de trabajo con el personal es el ingreso de un operario tanto de panadería como de pastelería a las 6 de la mañana, dos de panadería a las 8 de la mañana y uno de pastelería, los puestos faltantes de ingreso se incorporan de 9 a 10 de la mañana según lo consideren los supervisores del área que notifican solamente a las jefaturas de área del manejo de personal manejando jornada laboral de 8 horas efectivas y una hora de almuerzo durante el día, jornada nocturna se turnan para cumplir con los días semanales, trabajando 12 horas al día durante 3 días a la semana para así cumplir sus 36 horas efectivas.

De igual forma se gestiona la carga de trabajo conforme al volumen de producción proyectado por ambas áreas y en caso la carga de producción fuera terminada por un área y todavía se poseen operarios disponibles se apoya al área continua con la carga de trabajo.

Los supervisores son considerados puestos de confianza organizacionalmente dada la naturaleza de sus funciones, teniendo un carácter de vigilancia e inspección.

Según el código de trabajo, artículo 351 titulado Tacha de testigos, en el párrafo 5, se define al puesto de confianza como “Se consideran cargos de confianza a aquellos para cuyo ejercicio es básico que quien los desempeñe tenga idoneidad moral reconocida, y corrección o discreción suficientes para no comprometer la seguridad de la respectiva empresa”.³⁴

El trabajador de confianza se caracteriza por trascender las esferas tradicionales de clasificación organizacional.

³⁴ Ministerio de Trabajo y Previsión Social de la República de Guatemala, Código de Trabajo de Guatemala. *Tacha de testigos*. Op. cit. p. 183.

Los supervisores del área de horneado tienen la modalidad de trabajo de ingreso uno a las 7 de la mañana y el siguiente a las 9 de la mañana, cubriendo dos horas antes y dos horas después cada uno respectivamente, durante ese tiempo el supervisor en turno es el encargado de las dos áreas y de igual manera en los días de descanso se rotan cada uno, teniendo el supervisor de turno que desempeñar sus labores con ambas áreas.

Sus labores son terminadas hasta que el volumen de producción lo demanda y pueden retirarse de sus labores sin tener personal a cargo ni pedidos pendientes de entrega a las áreas consiguientes.

2.3.2.1. Cantidad de horas extra promediada diariamente

El comportamiento actual del área por más de 3 años consecutivos presenta horas extra, presentando el histórico de horas extra de octubre a diciembre del año 2019 en forma de quincena en la tabla XII.

Tabla XII. Histórico por quincena de horas extra del área de horneado octubre a noviembre 2019

Quincena y mes	Turno diurno (horas extra)	Turno nocturno (horas extra)	% de variación quincena anterior (diurno)	% de variación quincena anterior (nocturno)
Primera quincena de octubre 2019	228,5	192	-	-
Segunda quincena de octubre 2019	377,5	368,5	65,21 %	91,93 %

Continuación de la tabla XII.

Quincena y mes	Turno diurno (horas extra)	Turno nocturno (horas extra)	% de variación quincena anterior (diurno)	% de variación quincena anterior (nocturno)
Primera quincena de noviembre 2019	204	121,5	-45,96 %	-67,03 %
Segunda quincena de noviembre 2019	189,5	244,5	-7,11 %	101,23 %
Primera quincena de diciembre 2019	315,5	301	66,49 %	23,11 %
Segunda quincena de diciembre 2019	587	416	86,05 %	38,21 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de variación se calcula con la ecuación de variación porcentual (5) de la forma que se muestra en el cálculo representativo, repitiendo el formato de cálculo para todos los datos expuestos en la tabla VII en las columnas tituladas como “% de variación quincena anterior (diurno)” y “% de variación quincena anterior (nocturno)”.

$$\% \text{ de variación} = \frac{N2 - N1}{N1} * 100 \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde:

- N2 = Número 2
- N1 = Número 1

$$\% \text{ de variación}(\text{oct 2019, quincena 1}) = \frac{377,5 - 228,5}{228,5} * 100 = 65,21 \%$$

Los datos presentados en forma de quincena, para transformarlos a un promedio diario de utilización, se toma como base 15 días calendario y dividida la cantidad de horas dentro de estos mismos días. Los resultados obtenidos son expuestos en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Horas extra promedio por día y jornada del área de horneado**

Quincena y mes	Horas promedio por día (jornada diurna)	Horas promedio por día (jornada nocturna)
Primera quincena de octubre 2019	15,2333	12,80
Segunda quincena de octubre 2019	25,17	24,57
Primera quincena de noviembre 2019	13,60	8,10
Segunda quincena de noviembre 2019	12,63	16,30

Continuación de la tabla XIII.

Quincena y mes	Horas promedio por día (jornada diurna)	Horas promedio por día (jornada nocturna)
Primera quincena de diciembre 2019	21,03	20,07
Segunda quincena de diciembre 2019	39,13	27,73

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla XIII las horas promedio por día de cada jornada tienden a un crecimiento, sustentado en la tabla XII con el histórico de horas extra por quincena en que la jornada diurna en dos de tres ocasiones ha decrecido su porcentaje de horas extra, con la observación que el porcentaje más alto no es de disminución sino de incremento en la segunda quincena de diciembre.

De igual forma en la jornada nocturna solo en una ocasión se disminuyó el porcentaje de horas extra y el porcentaje mayor fue un incremento de la cantidad de horas demandadas por el área.

Esto representa un costo significativamente alto para el área el crecimiento de horas extra, que junto a la distribución anormal de productos dentro del área es una de las causas de exigencia de las horas extra para los trabajadores al no poder dejar el producto a medio proceso sin ningún encargado.

2.3.2.2. Personal asignado para cada área productiva (panadería y pastelería)

El área de horneado tiene actualmente 16 operarios, distribuidos en un supervisor para horneado panadería y un supervisor para horneado pastelería, para panadería su distribución es un coordinador durante la noche, un coordinador durante el día, 4 auxiliares de hornos durante la noche y 4 auxiliares de hornos durante el día.

El área de pastelería su distribución de personal se tiene en un coordinador de día y 3 auxiliares durante el día, pastelería no maneja personal de turno nocturno en el área de horneado.

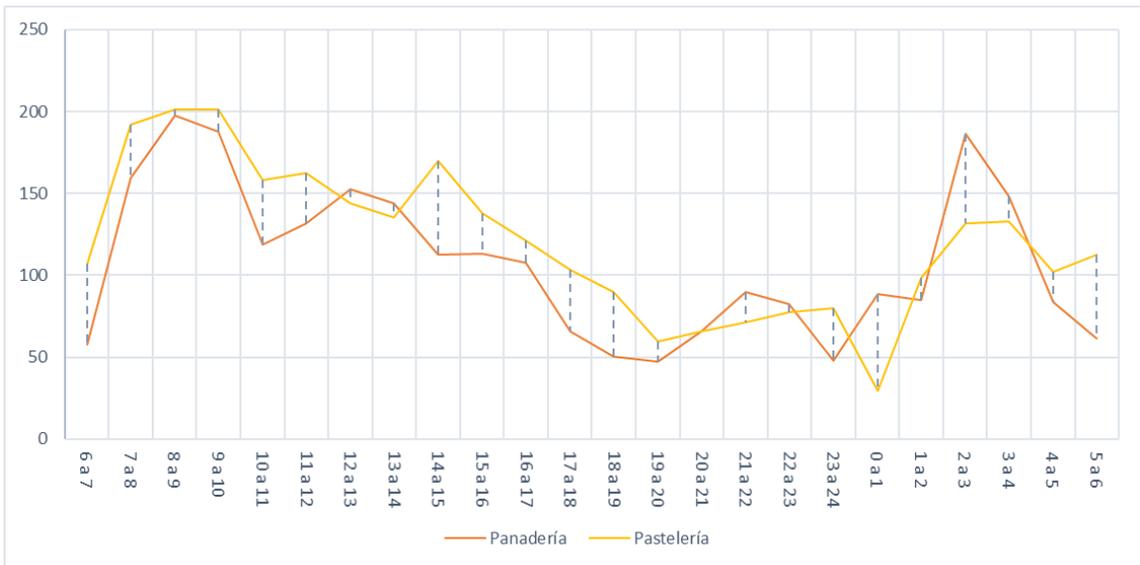
Los productos de pastelería durante la noche son atendidos y realizados por el personal de panadería, decisión tomada en base a la cantidad solicitada y los requerimientos de personal. De igual manera, en el horario de la noche no existe división física de equipo de hornos por lo que los productos que arriban al área pueden ingresar en cualquier tipo de horno que se encuentre disponible en horario de 8 de la noche a 4 de la madrugada del día siguiente.

Se distingue claramente en los turnos de horneado durante la noche los días de producción de productos 0001, 0002, 0003 y 0004 que requieren de alta velocidad de trabajo y actividad marcada dentro del área, así como de una utilización parcialmente alta o completa de los equipos durante la noche, aunque los horneros tienen preferencias de equipo basados en su experiencia, ante el alto movimiento y no repercutir en problemas de calidad por greñado o crecimiento fuera de rango en la etapa de fermentación, optar por dar prioridad a estos productos con los hornos adecuados para este tipo de productos.

2.3.3. Porcentaje de utilización de cada horno respecto a su área

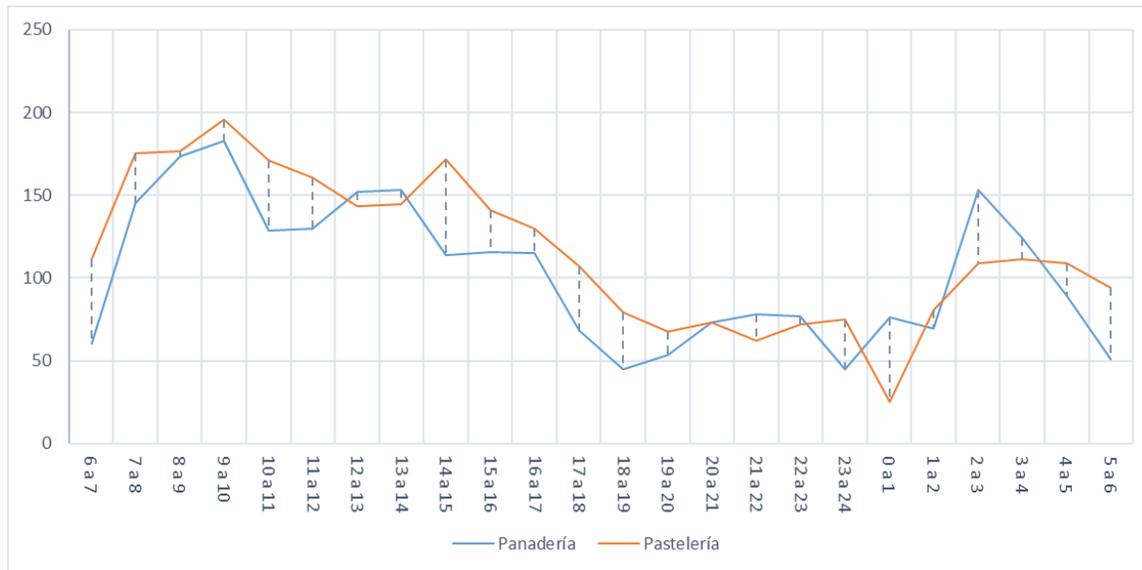
Los equipos de horneado a pesar de que se encuentran divididos para las dos áreas productivas. De igual forma son utilizados por ambas áreas cada equipo en momentos de saturación del área, verificando las figuras 19, 20 y 21 se puede observar el comportamiento durante el mes de octubre, noviembre y diciembre del área de horneado en general respectivamente.

Figura 19. **Cantidad de veces de utilización de los equipos de cada área productiva por hora en octubre 2019**



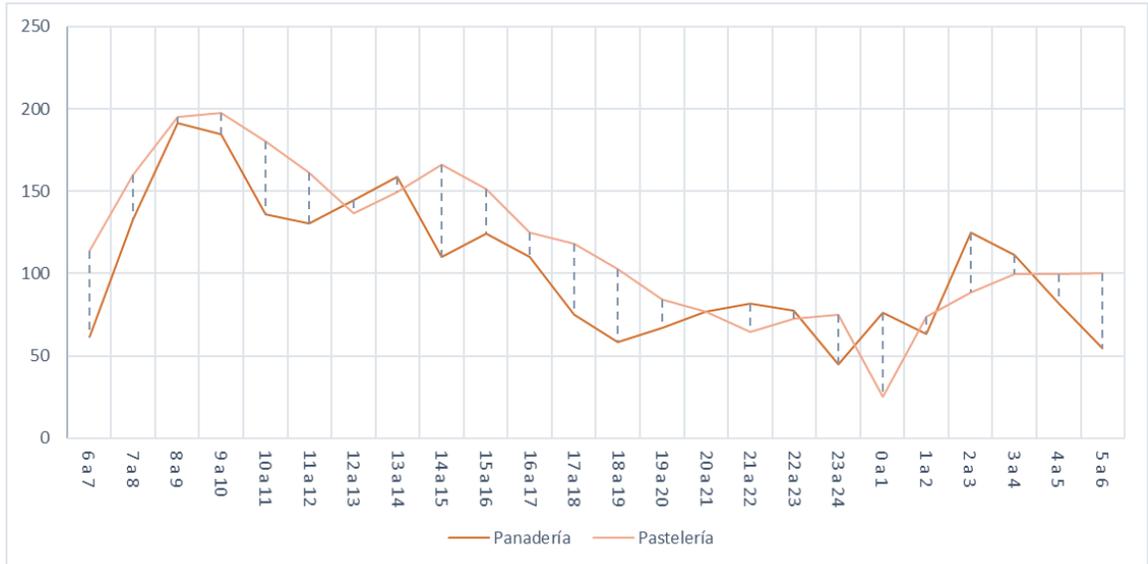
Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 20. Cantidad de veces de utilización de los equipos de cada área productiva por hora en noviembre 2019



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

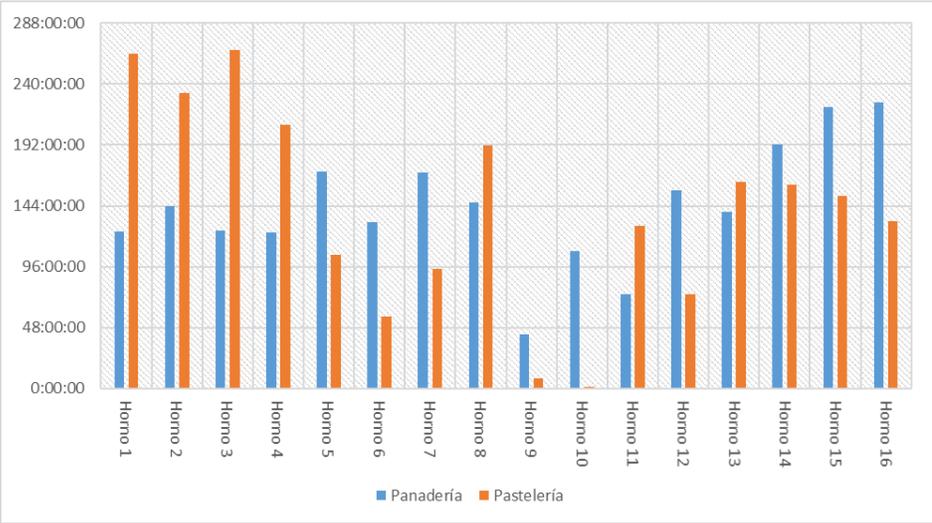
Figura 21. Cantidad de veces de utilización de los equipos de cada área productiva por hora en diciembre 2019



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

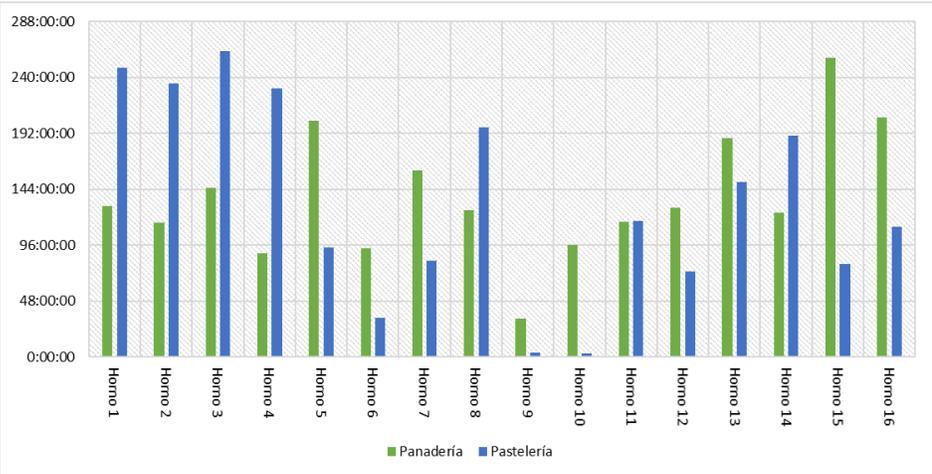
En las figuras 22, 23 y 24 se observa de manera más detallada la comparativa de utilización en cantidad de horas cada horno del área durante los meses de octubre a diciembre 2019 respectivamente.

Figura 22. **Cantidad de horas de utilización de cada horno en cada área productiva en octubre 2019 (horas vs horno)**



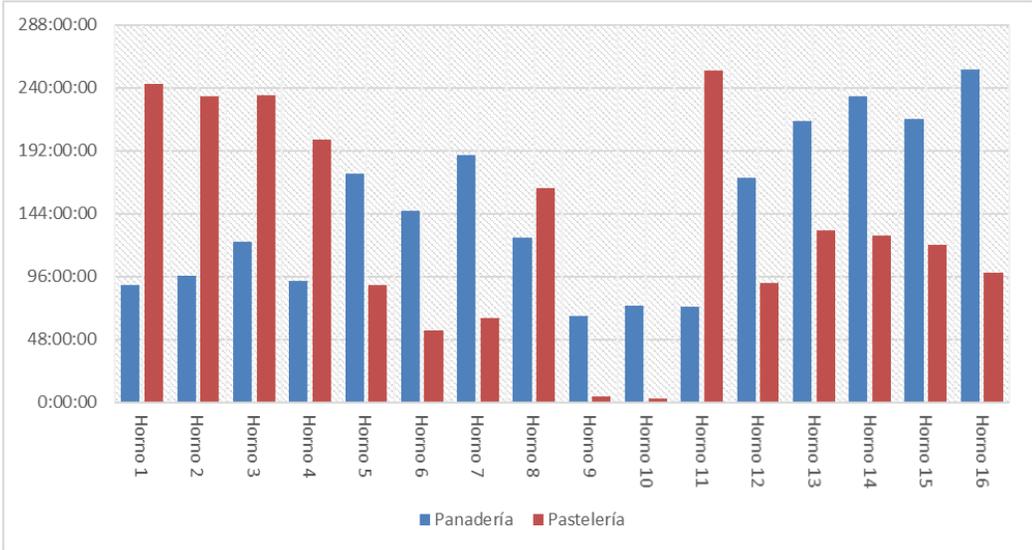
Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 23. **Cantidad de horas de utilización de cada horno en cada área productiva en noviembre 2019 (horas vs horno)**



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 24. Cantidad de horas de utilización de cada horno en cada área productiva en diciembre 2019 (horas vs horno)



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

La obtención de datos se realizó del histórico y digitación de la bitácora de hornos en que se establece claramente el tiempo de inicio y fin de los productos, este tiene agregado un tiempo de suplemento de llenado / vaciado del carrito, establecido por el departamento de ingeniería como un valor fijo de dos minutos por corrida, para la carga y descarga del horno industrial.

Estos datos se representan en las tablas XIV, XV y XVI en que se desglosan los meses de octubre a diciembre.

Tabla XIV. **Número de horas por área y porcentaje de tiempo de utilización por área en octubre 2019**

No. De horno	No. De horas panadería	% de horas utilizado en panadería	No. De horas pastelería	% de horas utilizado en pastelería
1	123:25:00	31,89 %	263:35:00	68,11 %
2	143:51:00	38,17 %	233:01:00	61,83 %
3	124:38:00	31,86 %	266:37:00	68,14 %
4	123:03:00	37,17 %	207:59:00	62,83 %
5	171:06:00	61,82 %	105:39:00	38,18 %
6	131:12:00	69,76 %	56:53:00	30,24 %
7	170:03:00	64,33 %	94:18:00	35,67 %
8	146:49:00	43,42 %	191:19:00	56,58 %
9	42:40:00	84,38 %	7:54:00	15,62 %
10	108:06:00	98,48 %	1:40:00	1,52 %
11	74:43:00	36,87 %	127:56:00	63,13 %
12	156:20:00	67,76 %	74:23:00	32,24 %
13	139:18:00	46,12 %	162:44:00	53,88 %
14	192:16:00	54,53 %	160:21:00	45,47 %
15	221:51:00	59,42 %	151:31:00	40,58 %
16	225:22:00	63,04 %	132:09:00	36,96 %

Fuente: elaboración propia.

En las columnas nombradas como “% de horas utilizado en panadería” y “% de horas utilizado en pastelería” de las tablas XIV, XV y XVI se calcularon utilizando la ecuación 6, de la forma que se presenta en el cálculo ejemplificado.

$$\% \text{ de participación} = \frac{T1}{T1 + T2} * 100 \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

T1 = Tiempo 1

T2 = Tiempo 2

$$\% \text{ de part. (H1, Dic 2019)} = \frac{129:34:00}{129:34:00:00 + 248:42:00} 100 =$$

$$\% \text{ de part. (H1, Dic 2019)} = 34.25 \%$$

Tabla XV. **Número de horas por área y porcentaje de tiempo de utilización por área en noviembre 2019**

No. De horno	No. De horas panadería	% de horas utilizado en panadería	No. De horas pastelería	% de horas utilizado en pastelería
1	129:34:00	34,25 %	248:42:00	65,75 %
2	115:08:00	32,90 %	234:47:00	67,10 %
3	145:03:00	35,57 %	262:42:00	64,43 %
4	89:12:00	27,91 %	230:24:00	72,09 %
5	203:16:00	68,36 %	94:06:00	31,64 %
6	93:11:00	73,34 %	33:52:00	26,66 %
7	160:14:00	65,92 %	82:51:00	34,08 %
8	125:50:00	38,93 %	197:25:00	61,07 %
9	33:19:00	89,96 %	3:43:00	10,04 %
10	96:16:00	96,80 %	3:11:00	3,20 %
11	116:26:00	49,88 %	117:00:00	50,12 %
12	128:14:00	63,50 %	73:43:00	36,50 %
13	187:45:00	55,57 %	150:08:00	44,43 %
14	124:16:00	39,54 %	190:02:00	60,46 %
15	257:01:00	76,26 %	80:00:00	23,74 %
16	205:44:00	64,80 %	111:46:00	35,20 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Número de horas por área y porcentaje de tiempo de utilización por área en diciembre 2019**

No. De horno	No. De horas panadería	% de horas utilizado en panadería	No. De horas pastelería	% de horas utilizado en pastelería
1	89:19:00	26,90 %	242:42:00	73,10 %
2	96:46:00	29,33 %	233:08:00	70,67 %
3	122:44:00	34,37 %	234:23:00	65,63 %
4	92:16:00	31,54 %	200:14:00	68,46 %
5	174:29:00	66,11 %	89:26:00	33,89 %
6	145:46:00	72,74 %	54:37:00	27,26 %
7	188:37:00	74,55 %	64:23:00	25,45 %
8	125:41:00	43,50 %	163:13:00	56,50 %
9	65:54:00	93,99 %	4:13:00	6,01 %
10	73:50:00	95,89 %	3:10:00	4,11 %
11	72:53:00	22,37 %	252:56:00	77,63 %
12	171:21:00	65,40 %	90:40:00	34,60 %
13	214:33:00	62,11 %	130:54:00	37,89 %
14	233:30:00	64,80 %	126:49:00	35,20 %
15	216:22:00	64,25 %	120:25:00	35,75 %
16	254:12:00	71,98 %	98:58:00	28,02 %

Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Porcentaje de cumplimiento de restricción de equipo y naturaleza de producto

Con los datos de las tablas XIV, XV y XVI es posible determinar el porcentaje global del tiempo utilizado en cada área de producción de cada horno del área de horneado.

Utilizando la ecuación de promedio simple (7), durante los tres meses estudiados de la forma expuesta en el cálculo de la ecuación 7 sustentado en el histórico, y el comportamiento similar de los tres meses en su utilización.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Cálculo ejemplificado del porcentaje promedio de utilización del horno 1 para el área de panadería:

$$\bar{x} = \frac{\sum(31.89\% + 34.25\% + 26.9\%)}{3} = 31.01 \%$$

El cálculo es repetitivo para los 16 hornos, cálculos expuestos en la tabla XVII que se tiene el porcentaje promedio de utilización de cada horno por área.

Tabla XVII. Porcentajes promedio de utilización de cada horno en las áreas productivas

No. De horno	% promedio panadería	% promedio pastelería
1	31,01 %	68,99 %
2	33,47 %	66,53 %
3	33,93 %	66,07 %
4	32,21 %	67,79 %
5	65,43 %	34,57 %
6	71,95 %	28,05 %
7	68,27 %	31,73 %
8	41,95 %	58,05 %
9	89,44 %	10,56 %
10	97,06 %	2,94 %
11	36,37 %	63,63 %
12	65,55 %	34,45 %

Continuación de la tabla XVII.

No. De horno	% promedio panadería	% promedio pastelería
13	54,60 %	45,40 %
14	52,96 %	47,04 %
15	66,64 %	33,36 %
16	66,61 %	33,39 %

Fuente: elaboración propia.

Los equipos se encuentran divididos según área de producción (panadería y pastelería), como se puede observar en la tabla XII los porcentajes de utilización en la mayoría de equipos no corresponden en una amplia totalidad a una de las dos áreas, se realiza una comparación teórica y real de las áreas en que se ha utilizado más el equipo y el área al cual corresponde teóricamente verificable en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Comparativa de área teórica y área dominante de utilización y diferencia de utilización**

No. De horno	Tipo de horno	Área teórica asignada	Área dominante de utilización	Diferencia porcentual de utilización
1	Rotativo	Pastelería	Pastelería	37,98 %
2	Rotativo	Pastelería	Pastelería	33,06 %
3	Rotativo	Pastelería	Pastelería	32,14 %
4	Rotativo	Pastelería	Pastelería	35,58 %
5	Estático	Panadería	Panadería	30,86 %
6	Estático	Panadería	Panadería	43,90 %
7	Estático	Panadería	Panadería	36,54 %
8	Estático	Pastelería	Pastelería	16,10 %
9	Estático	Panadería	Panadería	78,88 %
10	De piso	Panadería	Panadería	94,12 %
11	Rotativo	Compartido	Pastelería	27,26 %

Continuación de la tabla XVIII.

12	Rotativo	Panadería	Panadería	31,10 %
13	Rotativo	Panadería	Panadería	9,20 %
14	Rotativo	Panadería	Panadería	5,92 %
15	Rotativo	Panadería	Panadería	33,28 %
16	Rotativo	Panadería	Panadería	33,22 %

Fuente: elaboración propia.

En base a los resultados expuestos en la tabla XVIII se observa el bajo nivel de cumplimiento de la restricción de equipos en donde la mayoría de diferenciales de utilización no rebasan un porcentaje mayor al 50 % evidenciando que muchos equipos son utilizados dos terceras partes del tiempo en un área y un tercio de veces en el área continua.

Destacan solamente los hornos 9 y 10 que muestran un amplio dominio de utilización de parte del área de panadería y caso contrario los hornos 13 y 14 que se demuestra solamente un leve dominio de utilización de panadería y pastelería le sigue muy cercanamente en su porcentaje de utilización.

Basado en el historial de productos y tipos de los mismos manejados por parte de pastelería, se evidencia un incremento de productos de galletería y repostería salada que han demandado de mayor porcentaje de utilización de los hornos rotativos invadiendo así los equipos asignados al área de panadería que no requieren de equipo especializado.

2.4. Porcentaje de eficiencia de utilización del área

El área tiene disponibilidad de equipo de las 24 horas diarias por los 7 días semanales, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre se tuvieron 31, 30 y 31 días respectivamente, descontando los asuetos de ley contemplados dentro de estos tres meses siendo 20 de octubre, 1 de noviembre, medio día del 24 de diciembre y 1 de enero, 25 de diciembre y 31 de diciembre, se tienen 87 días efectivos en que se tiene disponibilidad de los 16 equipos y del personal, teniendo como base teórica 2088 horas por cada horno, un total de 33 768 horas-área, descontando el tiempo de mantenimiento de 8 hornos para los meses de octubre y noviembre cada uno, se cuanta con un total real de 33 576 horas-área, en el mes de diciembre no se realizan mantenimiento preventivo de equipos.

Desglosando cada mes utilizado con los 16 equipos disponibles, se tienen 11 520 horas-área para el mes de octubre, en el mes de noviembre 11 136 horas-área y para diciembre de igual forma 11 112 horas-área. El porcentaje de tiempo utilizado general del área durante los meses se establece en la tabla XIX y de igual forma el tiempo muerto existente.

Tabla XIX. **Desglose de tiempo disponible, eficiente y muerto del área de horneado de octubre a diciembre**

Mes	Tiempo disponible	Tiempo efectivo	Tiempo muerto	Eficiencia del área
Octubre	11 328:00:00	4 532:42:00	6 795:18:00	40,01 %
Noviembre	10 944:00:00	4 324:51:00	6 619:09:00	39,52 %
Diciembre	11 112:00:00	4 448:24:00	6 663:36:00	40,03 %

Fuente: elaboración propia.

Considerando el tiempo de utilización del área como el tiempo eficiente de utilización de los equipos. Para obtener el porcentaje de la eficiencia del área de la tabla XIX durante cada uno de estos tres meses se empleó el cálculo basado en el libro de García Criollo en que expone diversos indicadores, pero a fin de la investigación el indicador que interesa principalmente es el extraído que relaciona el grado de ocupación de las máquinas disponibles, como la correcta utilización del tiempo disponible, ligada al tiempo muerto.

$$\% \text{ de Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real utilizado}}{\text{Tiempo disponible}} * 100 \quad \text{Ecuación(8)}$$

Ejemplificación del cálculo con el mes de octubre.

$$\% \text{ de Eficiencia} = \frac{4532:42:00}{11328:00:00} * 100 = 40.01 \%$$

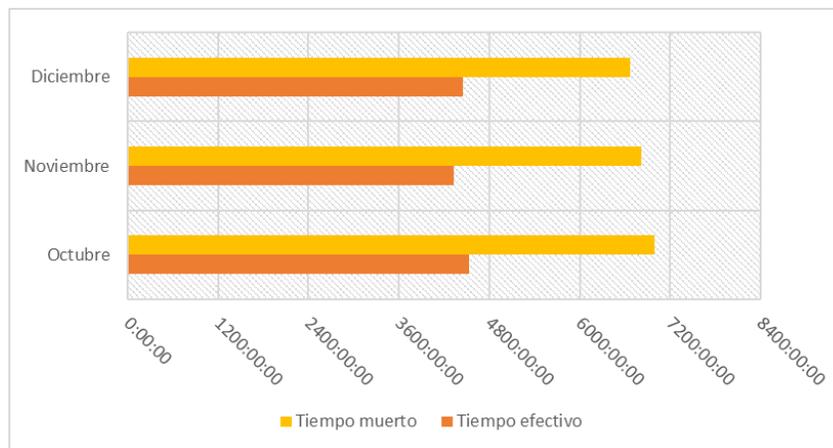
Valor obtenido de esta forma al tener una amplia variedad de productos que no permiten la relación entre lo producido y los insumos utilizados por su amplia variedad de ingredientes, pesos y números en el producto final.

El tiempo de utilización es la unidad homologada para el área, el área de horneado no queda en ningún momento sin ninguno de los operadores quien este de turno para cubrir los equipos, logrando esto al rotar los días de descanso, horarios de almuerzo y entradas de los operarios escalonadas, siendo este análisis por tiempo la mejor forma de comparación de qué tan bien se está utilizando el área y los recursos disponibles.

2.4.1. Comportamiento actual de utilización del área y equipos

En la tabla XIX que se puede tener un detalle de la cantidad de horas utilizadas como tiempo efectivo y tiempo muerto del área, se representa esta tabla de forma gráfica en la figura 25 en que se puede analizar de mejor manera el comportamiento del área en los tres meses de estudio.

Figura 25. **Análisis de tiempo muerto y tiempo efectivo del área de octubre a diciembre**

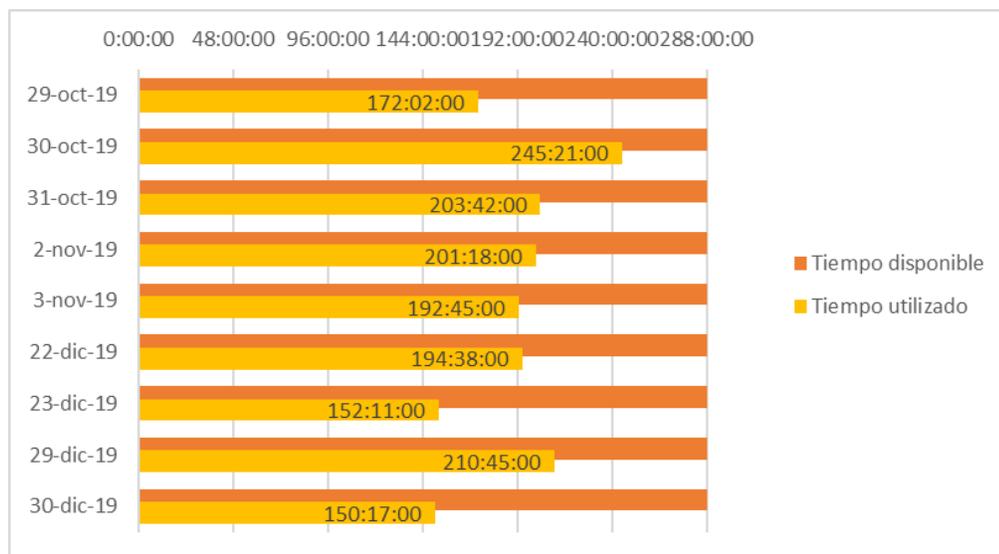


Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

El comportamiento durante los tres meses estudiados es similar en sus totales de tiempo de utilización y tiempo muerto dentro del área, durante las temporadas altas de producción se tiene la variante del producto tipo congelado en incremento a fin de aumentar el nivel de *stock* y que las tiendas se encarguen de un mayor volumen de horneado.

Esta situación se realiza con el fin de estar evitando la saturación del área de horneado y de empaque terminado presentada en años anteriores al 2018, disminuyendo el volumen de producto directo y horneado respecto a años anteriores, detallando los días cercanos a las temporadas altas de producción que son días de alto movimiento para el área representados en forma gráfica en la figura 26.

Figura 26. Análisis de tiempo de utilización en días de picos de producción cercanos a temporada de venta



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Como se observa en la figura 26, se tienen 288 horas disponibles de utilización en el área en un día normal de producción (producto de los 16 hornos y las 24 horas de disponibilidad de cada uno) y se tiene la comparativa de tiempo de utilización por cada día durante los picos de volúmenes de producción por temporada alta, resaltando el día 30 de octubre por el producto 1242 característico de compra durante el día 1 de noviembre.

De igual forma el día 29 de diciembre se tiene un repunte de utilización por el día cercano y los altos volúmenes de compra ligados al día 1 de enero. Un análisis que se ve evidenciado en la forma de utilización de los hornos en los siguientes incisos.

2.4.2. Comportamiento individual promedio de cada horno

El comportamiento individual de cada horno durante los tres meses de octubre a diciembre del año 2019, se tienen con 2088 horas-equipo totales, desglosadas un total de 720 horas-equipo para el mes de octubre, 696 horas para el mes de noviembre y 672 horas para el mes de diciembre. Los tiempos desglosados por cada horno durante los tres meses se detallan en la tabla XX.

Tabla XX. **Tiempo utilizado y sin utilizar, en horas, de cada horno por mes**

No. De horno	Octubre		Noviembre		Diciembre	
	T. usado	T. sin usar	T. usado	T. sin usar	T. usado	T. sin usar
1	387:00:00	333:00:00	378:16:00	293:44:00	332:01:00	363:59:00
2	376:52:00	343:08:00	349:55:00	322:05:00	329:54:00	366:06:00
3	391:15:00	328:45:00	407:45:00	264:15:00	357:07:00	338:53:00
4	331:02:00	388:58:00	319:36:00	352:24:00	292:30:00	403:30:00
5	276:45:00	443:15:00	297:22:00	374:38:00	263:55:00	432:05:00
6	188:05:00	531:55:00	127:03:00	544:57:00	200:23:00	495:37:00
7	264:21:00	455:39:00	243:05:00	428:55:00	253:00:00	443:00:00
8	338:08:00	381:52:00	323:15:00	348:45:00	288:54:00	407:06:00
9	50:34:00	645:26:00	37:02:00	658:58:00	70:07:00	625:53:00
10	109:46:00	586:14:00	99:27:00	596:33:00	77:00:00	619:00:00
11	202:39:00	898:39:00	233:26:00	462:34:00	325:49:00	370:11:00
12	230:43:00	465:17:00	201:57:00	494:03:00	262:01:00	433:59:00
13	302:02:00	393:58:00	337:53:00	358:07:00	345:27:00	350:33:00

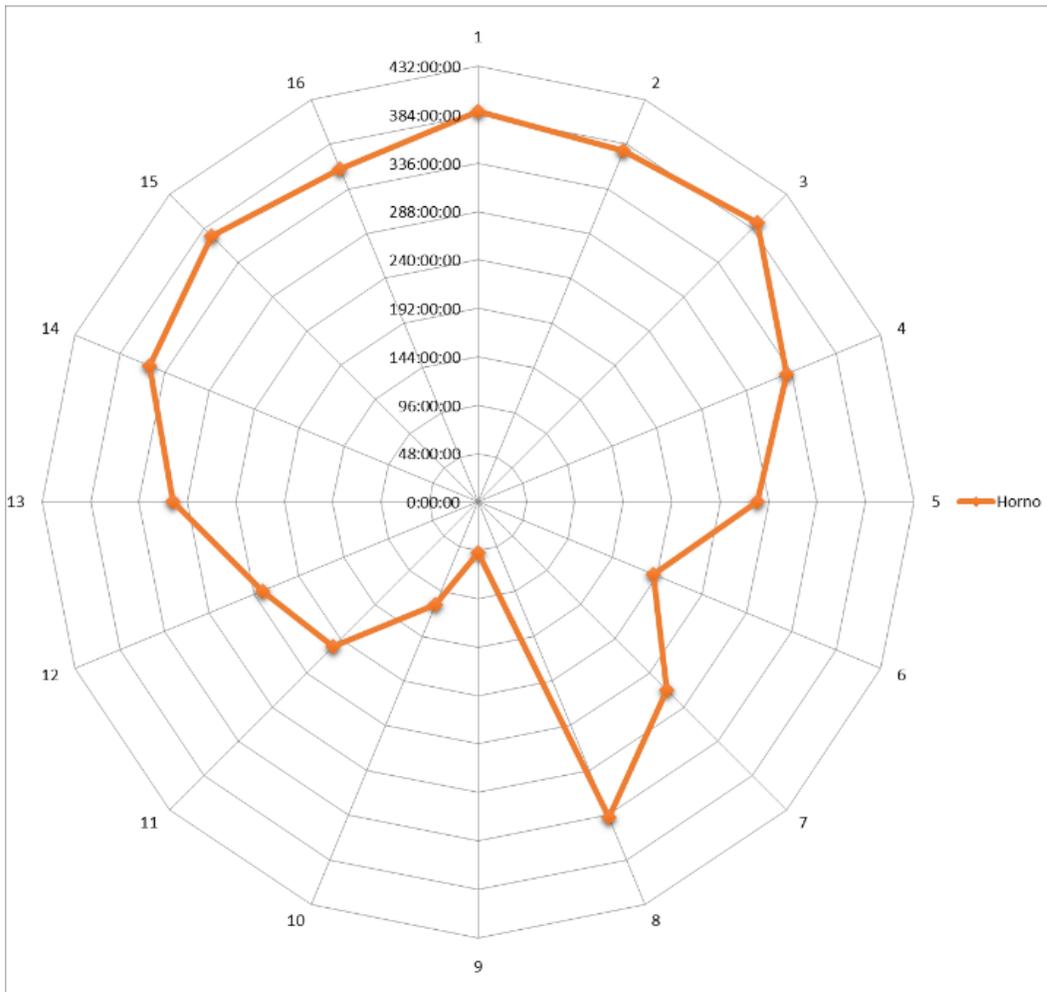
Continuación de la tabla XX.

No. De horno	Octubre		Noviembre		Diciembre	
	T. usado	T. sin usar	T. usado	T. sin usar	T. usado	T. sin usar
14	352:37:00	343:23:00	314:18:00	381:42:00	360:19:00	335:41:00
15	373:22:00	322:38:00	337:01:00	358:59:00	336:47:00	359:13:00
16	357:31:00	338:29:00	317:30:00	378:30:00	353:10:00	342:50:00

Fuente: elaboración propia.

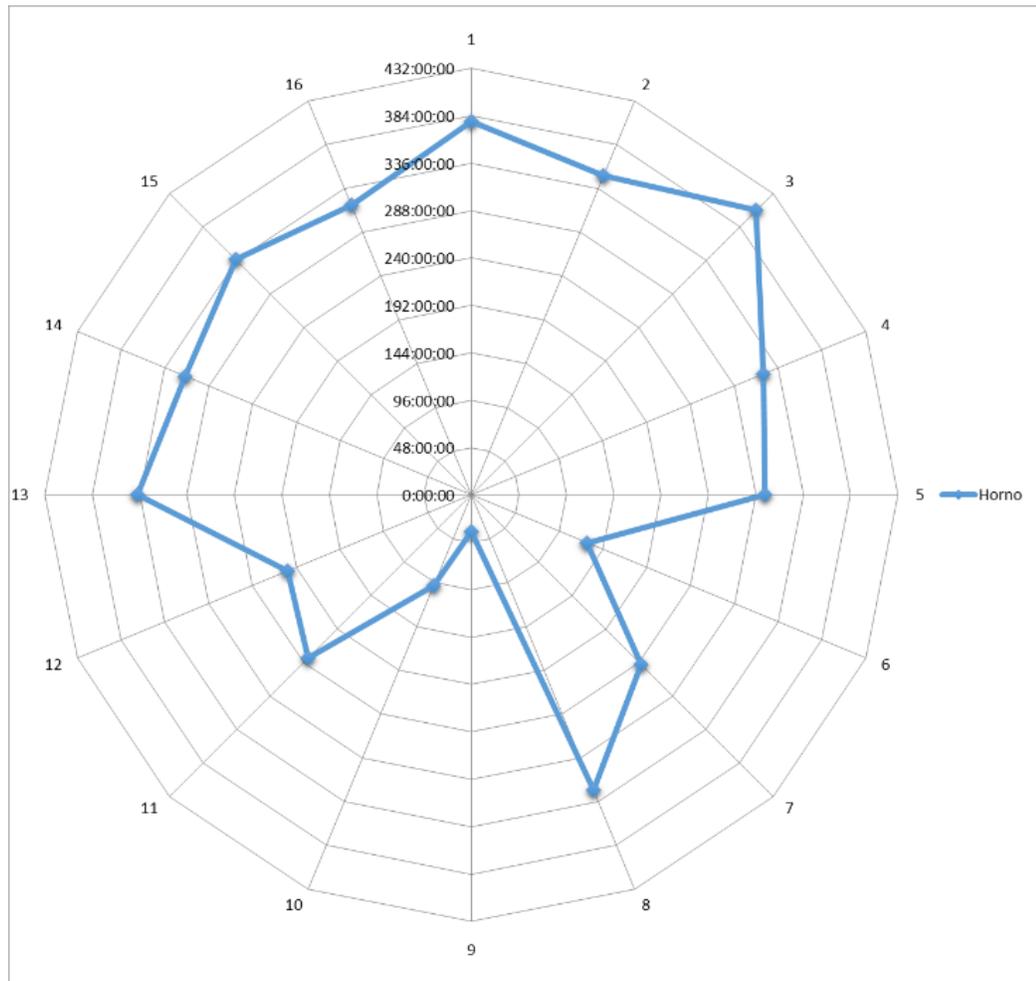
Se realiza en forma gráfica un análisis comparativo de todos los hornos en las figuras 27, 28 y 29 en que se representa en forma de telaraña comparativa el tiempo de utilización de cada uno de los hornos por mes.

Figura 27. **Gráfico comparativo de tiempo utilizado de cada horno en octubre de 2019**



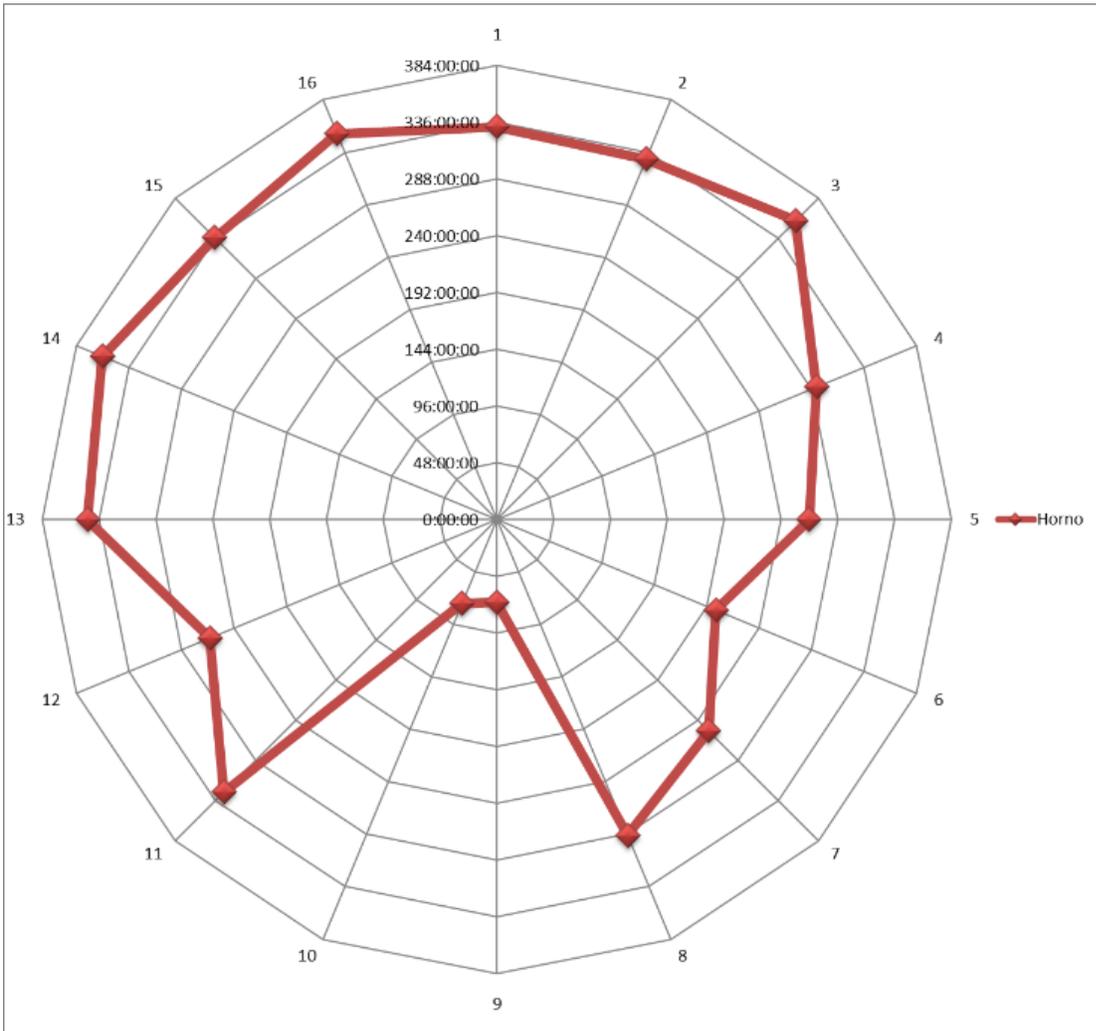
Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 28. **Gráfico comparativo de tiempo utilizado de cada horno en noviembre de 2019**



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 29. **Gráfico comparativo de tiempo utilizado de cada horno en diciembre de 2019**



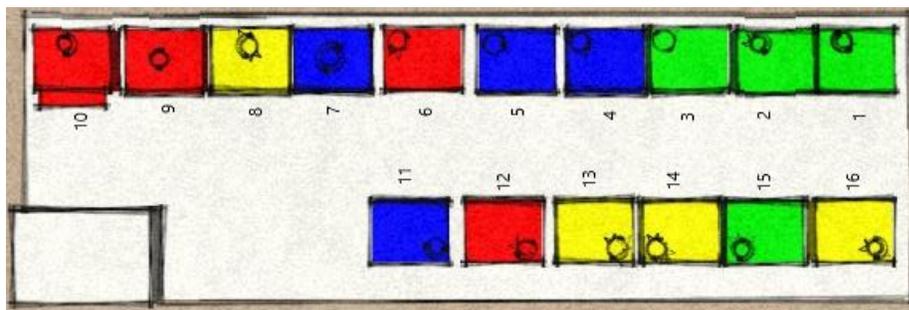
Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

En el croquis de la figura 30 es posible evidenciar gráficamente los equipos más utilizados por una escala de color en donde los equipos en color verde son los cuatro más utilizados que representan el primer cuartil de utilización, los de color amarillo el segundo cuartil de importancia, los equipos

en color azul los de tercer cuartil los que ocupan el tercer periodo de tiempo de utilización y los equipos en rojo el último cuartil que representa los equipos menos utilizados en esta área.

La figura 29 es complementaria con la tabla XXI en que se tiene el promedio mensual de tiempo utilizado por cada horno, calculado con la ecuación de promedio simple para las horas de utilización.

Figura 30. **Mapeo por color de utilización de los equipos**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Sketchup online 2020.

Tabla XXI. **Tiempo promedio mensual de utilización en cada horno y porcentaje de relevancia de mayor a menor**

Horno	Tiempo promedio de utilización mensual	% de relevancia para el área por su utilización
Horno 3	385:22:20	8,69 %
Horno 1	365:45:40	8,25 %
Horno 2	352:13:40	7,94 %
Horno 15	349:03:20	7,87 %
Horno 16	342:43:40	7,73 %
Horno 14	342:24:40	7,72 %
Horno 13	328:27:20	7,41 %
Horno 8	316:45:40	7,14 %

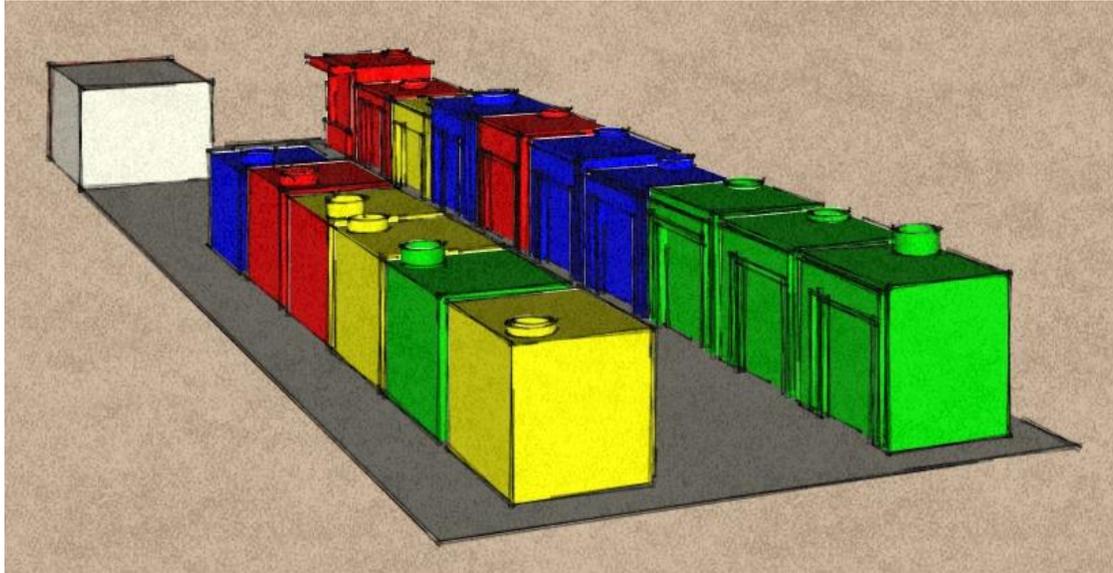
Continuación de la tabla XXI.

Horno	Tiempo promedio de utilización mensual	% de relevancia para el área por su utilización
Horno 4	314:22:40	7,09 %
Horno 5	279:20:40	6,30 %
Horno 11	253:58:00	5,73 %
Horno 7	253:28:40	5,71 %
Horno 12	231:33:40	5,22 %
Horno 6	171:50:20	3,87 %
Horno 10	95:24:20	2,15 %
Horno 9	52:34:20	1,19 %

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 31 que se aprecia una vista a 25° en dos puntos del área, con la identificación de color establecida para la figura 35, que se aprecia de mejor manera la distribución física de los equipos mayormente utilizados

Figura 31. **Vista a dos puntos del área de horneado y equipos clasificados por su utilización**



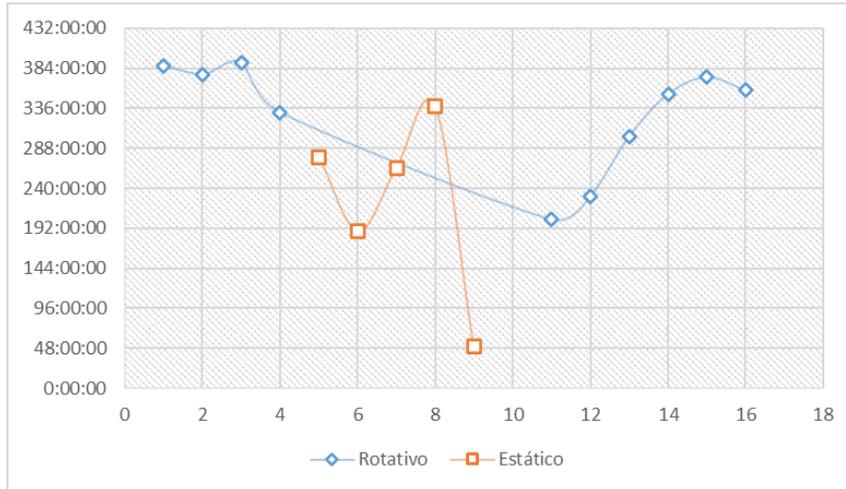
Fuente: elaboración propia, empleando Google Sketchup online 2020.

2.4.3. Comparativa de utilización de cada horno contra su misma familia de hornos

Los grupos en que se dividen los equipos de producción del área de horneado por el tipo de maquinaria son los hornos estáticos, hornos rotativos, hornos de bandeja.

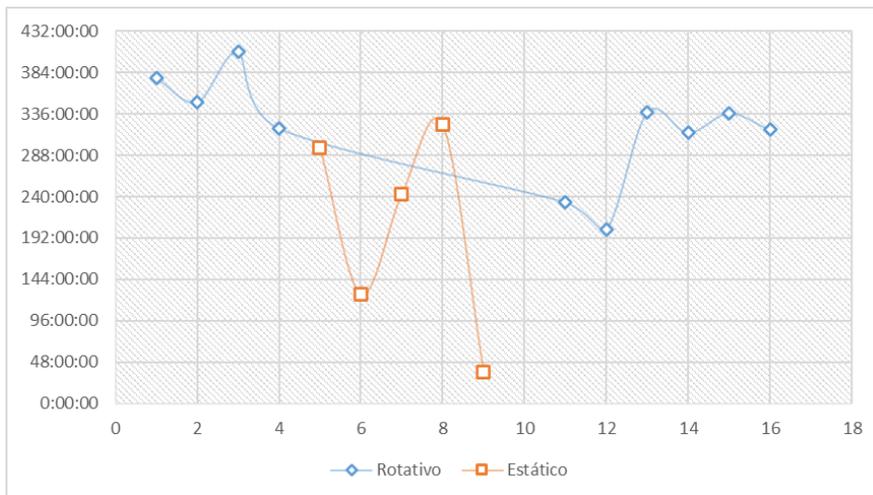
La cantidad respectiva de hornos estáticos es de 5 equipos, 10 equipos de tipo rotativo y un equipo de bandejas. Para poder establecer una comparativa por familias de equipos se presentan los gráficos 32, 33 y 34 en que se detalla en cada uno el tipo de horno y la utilización de los equipos en diferentes valores del gráfico para un mejor análisis mensual, análisis aplicado para cada uno de los tres meses de octubre a diciembre 2019

Figura 32. Comparativa de tiempo utilizado de hornos estáticos y rotativos octubre 2019



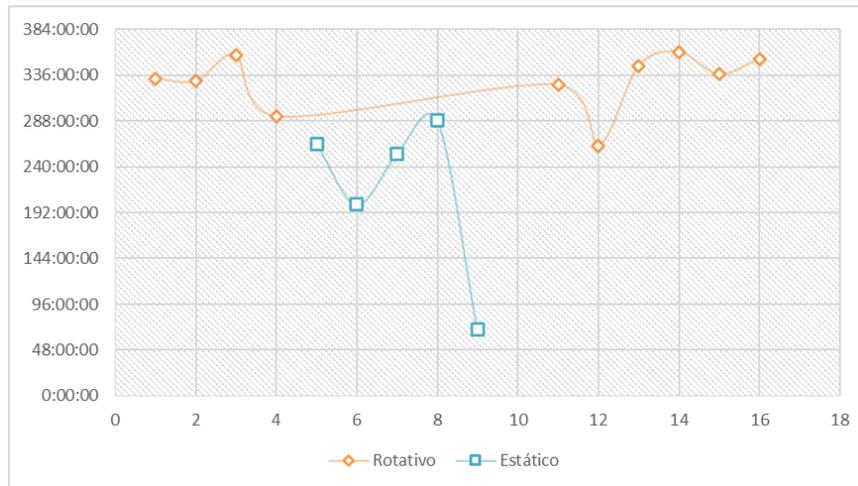
Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 33. Comparativa de tiempo utilizado de hornos estáticos y rotativos noviembre 2019



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Figura 34. **Comparativa de tiempo utilizado de hornos estáticos y rotativos diciembre 2019**



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Como se observa en los gráficos 37, 38 y 39 en la rama de los equipos estáticos el equipo que se destaca por su utilización es el equipo número 8 perteneciente a pastelería seguido cercanamente por el equipo número 5 perteneciente a panadería ubicados en el intermedio del área física.

En la rama de los equipos rotativos los equipos de mayor utilización son los equipos números 1, 2, 3, 15 y 16, los tres primeros del área de pastelería y los dos últimos del área de panadería, caracterizados por encontrarse físicamente cercanos a la salida de circulación de producto de pastelería como la salida de las fermentadoras respectivamente para cada área.

2.4.4. Tiempo eficiente de utilización y tiempo muerto del área

La eficiencia global total del área de horneado durante el tiempo acumulado de los tres meses y las horas disponibles se realiza con el cálculo definido en la ecuación de eficiencia explicado en el inciso 2.4, el resultado obtenido se muestra.

$$\% \text{ de Eficiencia} = \frac{\textit{tiempo real utilizado}}{\textit{Tiempo disponible}} * 100 \quad \textit{Ecuación (8)}$$

$$\% \text{ de Eficiencia} = \frac{13305:57:00}{33384:00:00} * 100 = 39,86 \%$$

Los cálculos de utilización de tiempo eficiente y tiempo muerto del área se realizaron a mayor detalle en los subíndices consiguientes en que se hace hincapié en las actividades que se consideran de tiempo efectivo y las de tiempo muerto o de espera para el área.

2.4.4.1. Tiempo eficiente de utilización por horno

Para estimar el tiempo de eficiencia de cada horno se desglosa la eficiencia de cada mes, utilizando la ecuación de la eficiencia y el tiempo disponible mensualmente por cada horno valores representados en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Porcentaje de tiempo eficiente de utilización de los hornos en los meses de octubre a diciembre**

No. De horno	Horas disponibles	Horas utilizado	Eficiencia
Octubre			
1	720:00:00	387:00:00	53,75 %
2	720:00:00	376:52:00	52,34 %
3	720:00:00	391:15:00	54,34 %
4	720:00:00	331:02:00	45,98 %
5	720:00:00	276:45:00	38,44 %
6	720:00:00	188:05:00	26,12 %
7	720:00:00	264:21:00	36,72 %
8	720:00:00	338:08:00	46,96 %
9	696:00:00	50:34:00	7,27 %
10	696:00:00	109:46:00	15,77 %
11	696:00:00	202:39:00	29,12 %
12	696:00:00	230:43:00	33,15 %
13	696:00:00	302:02:00	43,40 %
14	696:00:00	352:37:00	50,66 %
15	696:00:00	373:22:00	53,64 %
16	696:00:00	357:31:00	51,37 %
Noviembre			
1	672:00:00	378:16:00	54,35 %
2	672:00:00	349:55:00	50,28 %
3	672:00:00	407:45:00	58,58 %
4	672:00:00	319:36:00	45,92 %
5	672:00:00	297:22:00	42,73 %
6	672:00:00	127:03:00	18,25 %
7	672:00:00	243:05:00	34,93 %
8	672:00:00	323:15:00	46,44 %
9	696:00:00	37:02:00	5,32 %
10	696:00:00	99:27:00	14,29 %
11	696:00:00	233:26:00	33,54 %
12	696:00:00	201:57:00	29,02 %
13	696:00:00	337:53:00	48,55 %
14	696:00:00	314:18:00	45,16 %
15	696:00:00	337:01:00	48,42 %
16	696:00:00	317:30:00	45,62 %

Continuación de la tabla XXII.

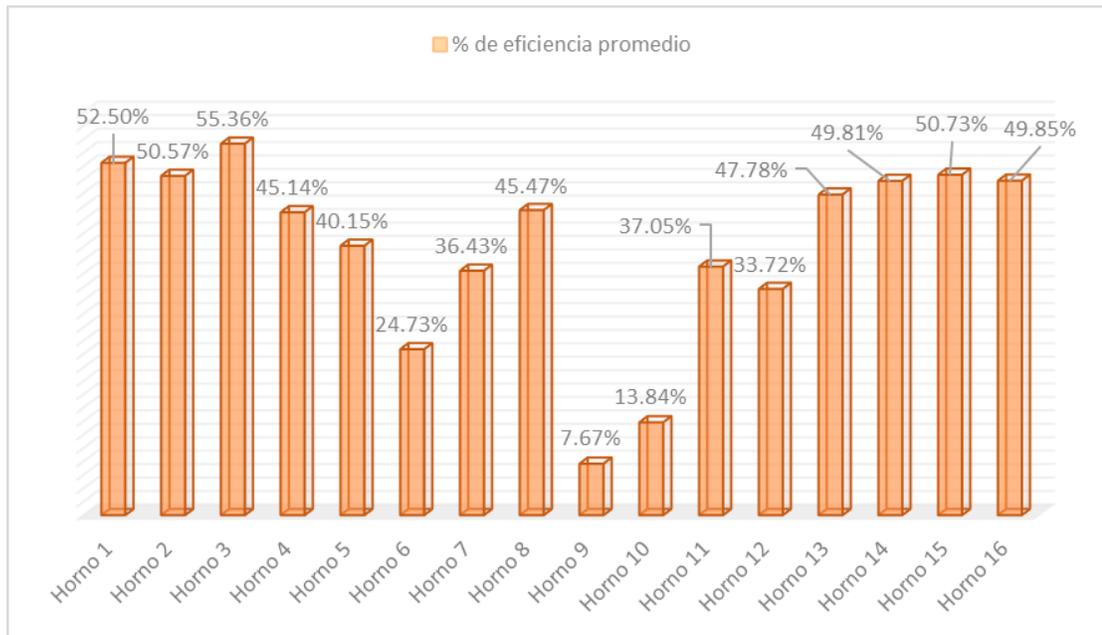
Diciembre			
1	672:00:00	332:01:00	49,41 %
2	672:00:00	329:54:00	49,09 %
3	672:00:00	357:07:00	53,14 %
4	672:00:00	292:30:00	43,53 %
5	672:00:00	263:55:00	39,27 %
6	672:00:00	200:23:00	29,82 %
7	672:00:00	253:00:00	37,65 %
8	672:00:00	288:54:00	42,99 %
9	672:00:00	70:07:00	10,43 %
10	672:00:00	77:00:00	11,46 %
11	672:00:00	325:49:00	48,48 %
12	672:00:00	262:01:00	38,99 %
13	672:00:00	345:27:00	51,41 %
14	672:00:00	360:19:00	53,62 %
15	672:00:00	336:47:00	50,12 %
16	672:00:00	353:10:00	52,55 %

Fuente: elaboración propia.

Se consideran actividades de tiempo eficiente el tiempo utilizado en cargar el carrito de producto al equipo, tiempo de transformación de producto en que se realiza el proceso de horneado y el tiempo de traslado al área consiguiente siendo de un mínimo de 2 metros y máximo de 16 metros.

El tiempo de transformación es variante dependiendo del producto, los datos totales se encuentran en los manuales de operación del área especificado por cada producto y horno en que puede ingresar el producto, tiempos mínimos y máximos.

Figura 35. **Porcentaje promedio de tiempo eficiente de cada horno durante los tres meses estudiados**



Fuente: elaboración propia, informe de eficiencia de equipos.

En la figura 35 se observa que los hornos con mayor porcentaje promedio de tiempo efectivo son los hornos número 3, 1 y 15 como los tres hornos de mayor porcentaje de eficiencia de utilización en el mismo orden. De igual forma se observa que los hornos que menos porcentaje de eficiencia de utilización son los hornos 9, 10 y 6 del orden menor a mayor en los tiempos de utilización.

2.4.4.2. Tiempo muerto por horno

Para obtener el tiempo muerto global del área de horneado se tiene un desglose por mes presentado en la tabla XXIII, datos que se obtienen a partir de las horas de tiempo efectivo y tiempo disponible de los equipos en cada uno de los meses analizados.

Tabla XXIII. **Porcentaje de tiempo muerto de utilización de los hornos en los meses de octubre a diciembre**

No. De horno	Horas disponibles	Horas sin utilizar	% de tiempo muerto
Octubre			
1	720:00:00	333:00:00	46,25 %
2	720:00:00	343:08:00	47,66 %
3	720:00:00	328:45:00	45,66 %
4	720:00:00	388:58:00	54,02 %
5	720:00:00	443:15:00	61,56 %
6	720:00:00	531:55:00	73,88 %
7	720:00:00	455:39:00	63,28 %
8	720:00:00	381:52:00	53,04 %
9	696:00:00	645:26:00	92,73 %
10	696:00:00	586:14:00	84,23 %
11	696:00:00	898:39:00	70,88 %
12	696:00:00	465:17:00	66,85 %
13	696:00:00	393:58:00	56,60 %
14	696:00:00	343:23:00	49,34 %
15	696:00:00	322:38:00	46,36 %
16	696:00:00	338:29:00	48,63 %
Noviembre			
1	672:00:00	293:44:00	45,65 %
2	672:00:00	322:05:00	49,72 %
3	672:00:00	264:15:00	41,42 %
4	672:00:00	352:24:00	54,08 %
5	672:00:00	374:38:00	57,27 %
6	672:00:00	544:57:00	81,75 %
7	672:00:00	428:55:00	65,07 %
8	672:00:00	348:45:00	53,56 %

Continuación de la tabla XXIII.

9	696:00:00	658:58:00	94,68 %
10	696:00:00	596:33:00	85,71 %
11	696:00:00	462:34:00	66,46 %
12	696:00:00	494:03:00	70,98 %
13	696:00:00	358:07:00	51,45 %
14	696:00:00	381:42:00	54,84 %
15	696:00:00	358:59:00	51,58 %
16	696:00:00	378:30:00	54,38 %
Diciembre			
1	672:00:00	339:59:00	50,59 %
2	672:00:00	342:06:00	50,91 %
3	672:00:00	314:53:00	46,86 %
4	672:00:00	379:30:00	56,47 %
5	672:00:00	408:05:00	60,73 %
6	672:00:00	471:37:00	70,18 %
7	672:00:00	419:00:00	62,35 %
8	672:00:00	383:06:00	57,01 %
9	672:00:00	601:53:00	89,57 %
10	672:00:00	595:00:00	88,54 %
11	672:00:00	346:11:00	51,52 %
12	672:00:00	409:59:00	61,01 %
13	672:00:00	326:33:00	48,59 %
14	672:00:00	311:41:00	46,38 %
15	672:00:00	335:13:00	49,88 %
16	672:00:00	318:50:00	47,45 %

Fuente: elaboración propia.

Las actividades consideradas dentro del tiempo muerto para el área son principalmente las actividades de trasiego, el trasiego está definido como la actividad de traslado de bandejas de producto de un carrito a otro tipo de carrito, esta actividad se presenta por diversas causas y al determinarse como la causa de mayor concurrencia se presenta un diagrama de los 5 porqué para explicar los motivos de esta actividad en la figura 36.

Otras actividades que implican tiempos muertos dentro del área son los cambios en la secuencia de producción tanto de panadería como de pastelería que desembocan en desorganización de producción, utilización irregular del área y equipos sub utilizados al no saber el producto que tipo de producto arribará al área continuamente.

El manejo de mayor jornada diurna para las áreas de producción de panadería y pastelería, de igual forma que de las áreas de empaque, deja a los equipos sin ser utilizados durante un amplio tiempo en el turno nocturno, tiempo en que los equipos se encuentran disponibles para ser utilizados. En la figura 37 se tiene el porcentaje promedio de tiempo muerto de cada uno de los hornos en los tres meses analizados.

Figura 36. **Análisis de los 5 por qué en el trasiego de productos de carrito**

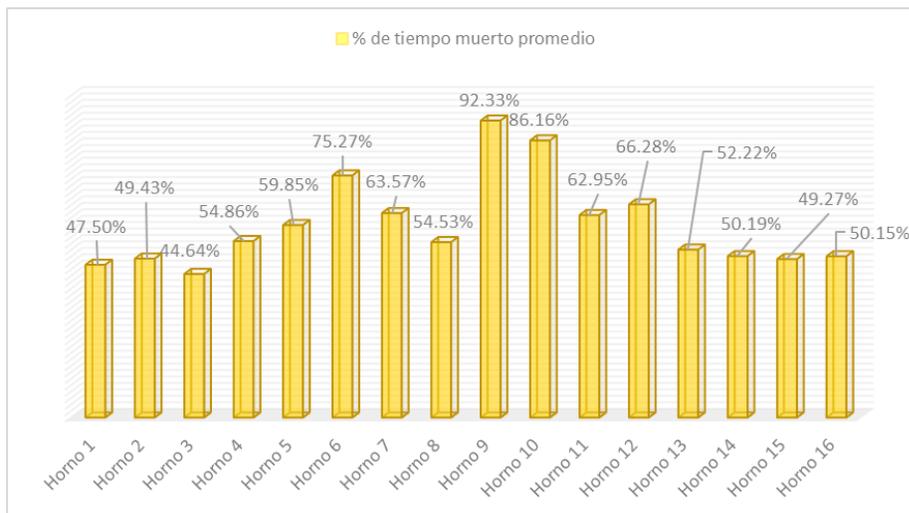
Pregunta 1	Respuesta	Pregunta 2	Respuesta	Pregunta 3	Respuesta
¿Por qué se realiza el trasiego?	Porque no hay suficientes carritos de traslado	¿Y por qué no hay suficientes carritos?	Porque requieren alta inversión por cada uno	¿Por qué no se cambian los carritos existentes por ese tipo de carrito necesario?	Porque la variedad de hornos es muy amplia para cumplir todos los tipos de carrito y productos
¿Por qué afecta la cantidad de hornos distintos con los carritos?	Porque muchos hornos requieren de un tipo de carrito en específico que no hace juego con los demás equipos	¿Por qué los hornos son distintos en el área de horneado?	Porque la adquisición de equipos fue conforme necesidad en el crecimiento organizacional y aumento de capacidad	Resultado	
				El trasiego es una actividad que se realiza por la carencia de carritos de producción para los equipos, este tipo de carritos son variados y representan un alto costo por lo que se opta por cambiar las bandejas de producto a un carro especializado para el equipo	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 37 los dos hornos que exceden ampliamente su tiempo muerto son los hornos número 9 y horno 10, el horno 10 se trata del horno de bandejas y tiene poca cantidad de productos que son capaces de ingresar a este tipo de equipo por la naturaleza del mismo y los requerimientos de productos que es similar a un horno para pizza.

El horno 9 tiene la característica de ser un equipo similar al horno número 6 en que el tamaño entre bandejas, al ser del tipo estático, es muy reducido y el volumen de productos que se elaboran diariamente no requiere la ocupación de dos tipos de equipos de este tipo optando por utilizar más el horno 6 por su ubicación, aunque el mismo horno es otro con un alto porcentaje de tiempo muerto promedio.

Figura 37. Porcentaje promedio de tiempo muerto de cada horno durante los tres meses estudiados



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Se realiza especial atención en los incisos de consumibles y mantenimiento innecesario en los consiguientes puntos (2.4.4.2.1 y 2.4.4.2.2) al ser actividades que no dependen de producción o manejo de jornadas, estas actividades se diferencian de las demás al generar tiempos muertos por factores externos a la empresa y que requieren un detalle de atención

2.4.4.2.1. Costo de tiempo muerto por consumibles

Los consumibles de hornos industriales pueden ser clasificados en partes o repuestos de partes enumeradas del equipo que requieren directamente atención y contacto del proveedor e importación del componente o pieza por completo y partes genéricas con posibilidad de conseguirse dentro del país o enviarse a un torno para su fabricación como cojinetes, ganchos de anclaje, pernos, entre otros.

Con apoyo en el departamento de compras y de mantenimiento industrial, basados en el histórico de compras se conoce que los repuestos para el equipo de horneado provienen de tres países en su amplia mayoría siendo estos México, Italia y España.

El tiempo promedio de arribo para los repuestos solicitados para estos países es de 2 semanas para México y de 4 a 5 semanas para Italia y España, estos repuestos tienen un valor muy alto al tratarse de las piezas originales, piezas que no pueden ser reemplazadas por piezas genéricas y gastos de envío.

Ante este costo sumamente elevado para la empresa se tiene la política de mantener en inventario solamente los consumibles o partes que se conoce

que son críticos para el funcionamiento del equipo, el resto de componentes se piden bajo restricciones de funcionamiento y tiempo de antelación no menor a un mes. Por lo que, si existe un fallo inesperado de una pieza, el tiempo muerto del equipo puede ascender a 4 semanas por el trámite de pedido.

En los consumibles generales, realizando entrevistas a los técnicos de mantenimiento y al personal administrativo del departamento de mantenimiento planta, en su historial de compras, el costo por consumibles genéricos no es un costo considerado alto de compra, muchas veces se compra con la caja chica que tienen asignados, el tiempo de conseguir el consumible es una variante de 3 a 4 horas dependiendo de qué tan específico sea o si es una pieza que debe enviarse al torno para su rectificación o fabricación, de ser así el tiempo asciende de 8 a 24 horas requeridas.

Para estimar el costo por tiempo muerto se utiliza la ecuación 9.

$$CTE = K1 + NK2 \quad \text{Ecuación (9)}$$

Donde:

CTE = costo de tiempo muerto por hora

K1 = Salario por hora del operario

K2 = Costo por hora de la máquina

N = número asignado de máquinas

Los resultados obtenidos para los tipos de hornos son:

$$CTE(\text{horno eléctrico}) = Q 12,54 + Q(16,38 * 2) = Q 45,30$$

$$CTE(\text{horno mixto}) = Q 12,54 + Q((0,91 * 18) + 7,28) * 2 = Q 59,86$$

El valor 7,28 se obtuvo de la división del costo por consumo de gas del área de horneado entre la cantidad consumida del área, este cociente luego dividido en la cantidad de hornos de este tipo, 11 en total. El consumo eléctrico promedio de un horno industrial es de 18 Kwh. Para el costo por tiempo muerto se desglosa ante las variantes antes expuestas de los tipos de consumible y país con la cantidad de horas promedio y el costo que representa para un solo equipo en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Costo por tiempo muerto a causa de consumibles en los equipos de horneado**

Origen del consumible	Tiempo promedio de obtención en horas	Costo TM en horno eléctrico	Costo TM en horno mixto
México	336	Q 15 220,80	Q 20 112,96
Italia	744	Q 33 703,20	Q 44 535,84
España	720	Q 32 616,00	Q 43 099,20
Capital de Guatemala	3,5	Q 158,55	Q 209,51
Fabricación	12	Q 543,60	Q 718,32

Fuente: elaboración propia.

A estos mismos costos se agrega el valor del consumible o repuesto solicitado para su costo total por el tiempo muerto, el volumen de producción se ve raramente afectado al tener una sobre capacidad del área, amplia variedad de equipos y poder utilizar en la mayoría de casos otro equipo para cumplir el volumen de producción sin variar significativamente el porcentaje de horas extra del área de horneado.

2.4.4.2.2. Costo de mantenimiento preventivo innecesario por utilización

Los equipos como se pudo apreciar en el inciso 2.4.4.1 y el inciso 2.4.4.2 no se encuentran utilizados de manera regular, se tiene equipos que son sobre utilizados mientras que otros equipos se encuentran pocamente utilizados y el plan de mantenimiento preventivo continuo en la cantidad de tiempo de rotación igual para todos los equipos no cumple con la cantidad de horas realizada por todos los equipos, utilizando algunos mayor cantidad de horas que otros y dando mantenimiento por consumibles que puede ser programado con mayor holgura de tiempo que los equipos que se ha demostrado anteriormente que son los equipos verdaderamente importantes para el área por sus características.

El tiempo promedio de mantenimiento preventivo es de 9 horas y se tiene a dos técnicos designados del área para realizar el mantenimiento, con un total de costo por hora de ambos técnicos de Q 30,00, lo que asciende a un costo total de mantenimiento preventivo de Q 270,00.

El mantenimiento preventivo realizado por el personal interno del departamento de mantenimiento tiene un valor por día de Q 270,00 los mantenimientos externos fijados por los proveedores en tiempos pactados que cumplan con los días estipulados dentro del calendario fijado en el inciso 2.1.3 tiene un valor aproximado de Q 1 000,00. Estos mantenimientos son establecidos cada 6 meses en los equipos de menor tiempo de adquisición y dejan de ser efectivos a los 5 años de compra.

El costo de mantenimiento preventivo por mes se detalla en la tabla XXV en que se remarcan de color celeste los equipos con un porcentaje promedio de utilización menor al 30 % y que el mantenimiento preventivo pudo prolongarse.

Tabla XXV. **Costos de mantenimiento preventivo de los meses de octubre y noviembre**

No. De horno	Costo de mantenimiento preventivo	Costo acumulativo
Octubre		
1	Q 0,00	Q 0,00
2	Q 0,00	Q 0,00
3	Q 0,00	Q 0,00
4	Q 0,00	Q 0,00
5	Q 0,00	Q 0,00
6	Q 0,00	Q 0,00
7	Q 0,00	Q 0,00
8	Q 0,00	Q 0,00
9	Q 270,00	Q 270,00
10	Q 270,00	Q 540,00
11	Q 270,00	Q 810,00
12	Q 270,00	Q 1 080,00
13	Q 270,00	Q 1 350,00
14	Q 270,00	Q 1 620,00
15	Q 270,00	Q 1 890,00
16	Q 270,00	Q 2 160,00
Noviembre		
1	Q 270,00	Q 270,00
2	Q 270,00	Q 540,00
3	Q 270,00	Q 810,00
4	Q 270,00	Q 1 080,00
5	Q 270,00	Q 1 350,00
6	Q 270,00	Q 1 620,00
7	Q 270,00	Q 1 890,00
8	Q 270,00	Q 2 160,00
9	Q 0,00	Q 2 160,00

Continuación de la tabla XXV.

10	Q 0,00	Q 2 160,00
11	Q 0,00	Q 2 160,00
12	Q 0,00	Q 2 160,00
13	Q 0,00	Q 2 160,00
14	Q 0,00	Q 2 160,00
15	Q 0,00	Q 2 160,00
16	Q 0,00	Q 2 160,00

Fuente: elaboración propia.

2.4.4.2.3. Depreciación del equipo

Un equipo de horneado industrial tiene un precio base de adquisición de compra de Q 250 000.00, como todo artículo y bien de la empresa tiene un porcentaje de depreciación (disminución periódica de su valor), estipulado en el artículo 19. Porcentajes de depreciación, del decreto 26-92 Ley del ISR de Guatemala actualizada al decreto 4-2012, en que el inciso C establece lo siguiente “Instalaciones no adheridas a los inmuebles; mobiliario y equipo de oficina; buques - tanques, barcos y material ferroviario marítimo fluvial o lacustre. 20 %” por lo que la depreciación de un equipo y cualquiera de los equipos totales del área se conlleva en 5 años efectivos.

2.5. Producto afectado y consecuencias de la utilización irregular

Los productos alimenticios son fácilmente alterables, no se excluye de este caso los productos de panadería y repostería que son susceptibles a alteraciones en el resultado final esperado si una de las etapas no se cumple con el debido proceso o si sale de los parámetros de que están establecidos para su normalización.

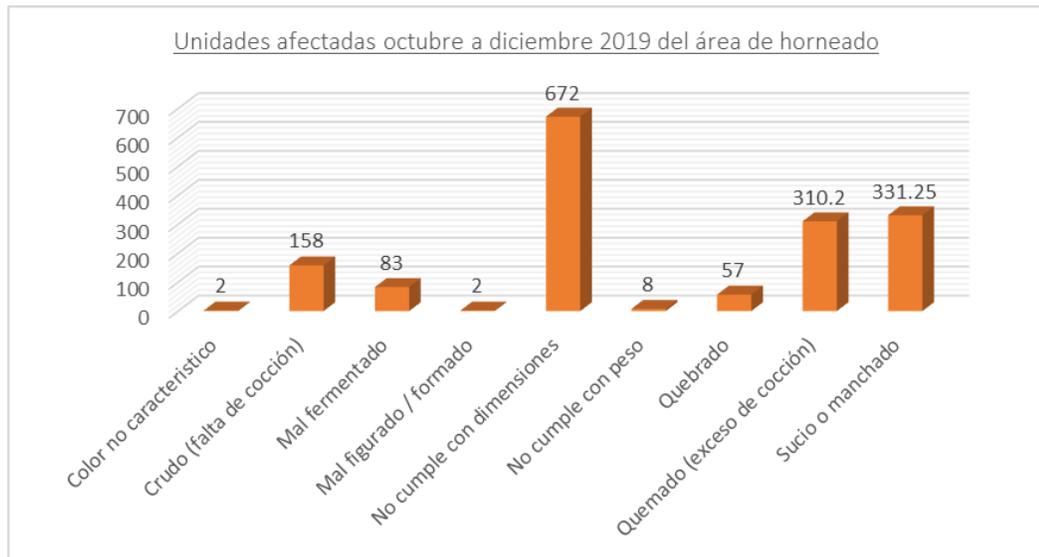
Estas alteraciones en el producto terminado pueden variar su tamaño, peso, apariencia, color, sabor, características químicas e incluso dar por perdido el producto con los productos más delicados en su tratamiento.

La cantidad en unidades de producto afectado cargado al área de horneado durante los tres meses analizados, se obtiene del informe mensual de cantidad de producto afectado por la empresa manejado por bodega de producto terminado y congelado, asciende a 1623.45 unidades como dato total, tomando en cuenta la variedad de tamaños de producto y que este indicador de unidades repercute de manera diferente de si se trata de productos de galletería a un producto clasificado como pan *light* de panadería, por lo que el costo total tomado del mismo informe asciende a Q 10 556.01 para los tres meses analizados.

El área de horneado representa un 30.35 % de porcentaje de productos afectados, dato obtenido del informe mensual de producto afectado elaborado por gestión de calidad. Los costos por productos afectados cargados al área se subdividen en 39.82 % para productos provenientes del área de panadería y 60.18 % en productos provenientes del área de pastelería.

El desglose de causas de producto catalogado como afectado y cargado al área de horneado se presenta en la figura 38.

Figura 38. **Unidades afectadas de octubre a diciembre 2019 del área de horneado**



Fuente: elaboración propia, informe de unidades afectadas anual.

En la figura 38 se puede observar que las tres causas principales de producto afectado es el no cumplir con las dimensiones de producto que se da, principalmente por esperas del producto fuera del área y que afectan el crecimiento del producto al encontrarse todavía en condiciones óptimas de fermentación variando así su tamaño.

No se debe confundir con la causa llamada “mal fermentado”, esta se refiere al producto que es retirado del área de fermentado antes de cumplir su lapso estipulado y se ingresa directamente al equipo.

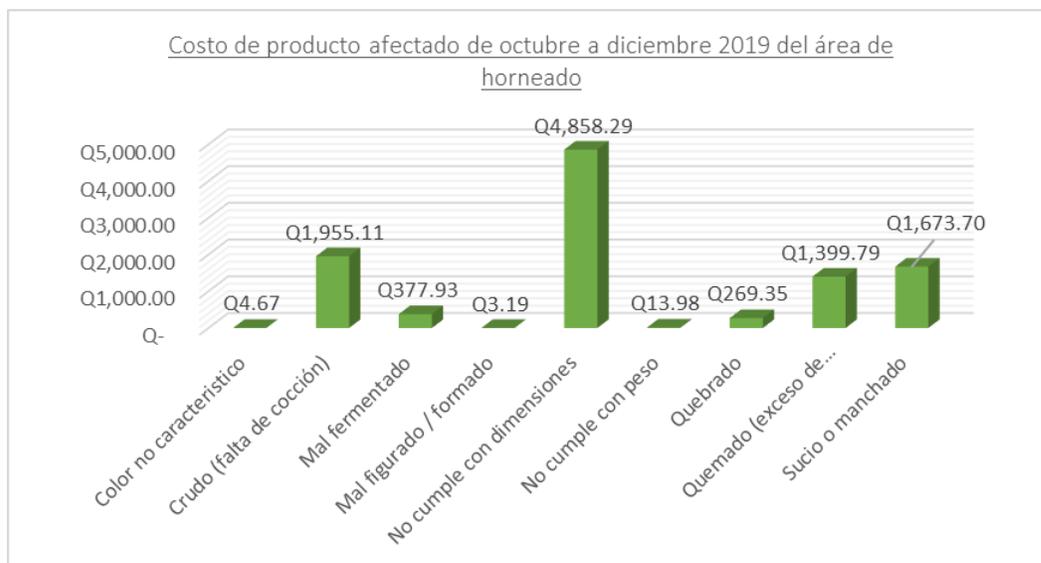
Seguido de la primera causa, el descarte por el producto sucio que se da por un mal manejo de los productos dentro del área especialmente en las actividades de trasiego de productos, donde son rozados con otras bandejas de

producto y por último de las tres causas principales la causa del producto quemado por exceso de cocción debido principalmente a descuidos operativos o ingresar productos fuera de los equipos estipulados. Los porcentajes de cantidad de producto afectado es de 46.38 % en productos de panadería y 53.62 % de productos de pastelería. En números totales de cantidades es un valor de 753 unidades de panadería y 870 unidades de pastelería.

2.5.1. Costo de producto afectado

Como se observa en la figura 38 de las causas de producto afectado en unidades, se realiza un análisis de costo por las mismas causas de producto afectado partiendo del informe mensual de cantidad de producto afectado de la empresa que se representan los montos por causa en la figura 39.

Figura 39. **Costo de producto afectado de octubre a diciembre 2019 del área de horneado**



Fuente: elaboración propia, informe de unidades afectadas anual.

Se observa una discrepancia entre la figura 38 y la figura 39, el costo principal del error de “No cumple con dimensiones” cumple con el gráfico de la figura 37 en la cantidad de unidades afectadas, el segundo costo más elevado se trata de la causa “Crudo (falta de cocción)” que en cantidad de afectado en unidades se tiene como la cuarta en su valor acumulado evidenciando que el costo de los productos crudos se trató de productos de mayor valor para la empresa, el tercer valor de la figura 39 como producto sucio o manchado concuerda con el segundo de valor de unidades en que los productos se alteran al ser trasladados de un carrito de producción a otro.

Con los porcentajes de costos brindados anteriormente de 39,82 % para los productos de panadería y 60,18 % para los productos de pastelería, los valores de costo total por área ligado a la etapa de horneado ascienden a Q 4 203,40 para panadería y Q 6 352,61 para pastelería.

2.5.2. Productos que son afectados fácilmente por la utilización irregular

Las características de algunos productos los vuelven susceptibles a ser alterados y darse como producto afectado si se tienen leves alteraciones dentro del proceso y entorno del producto.

La utilización irregular del área vista en el punto 2.2.4 y las causas de producto afectado expuestas en el inciso 2.5 guardan estrecha relación con la utilización irregular del área. El producto crudo o con falta de cocción al tener momentos de saturación en el área y no verificar la cocción terminada del producto, mal fermentado al estar fuera de rango establecido, no se cumple con dimensiones al tener producto en espera fuera del área de fermentado, pero con las condiciones de temperatura del área se sigue con el proceso productivo

de fermentación y quemado (exceso de cocción) son alteraciones que se dan por la desatención de los equipos en momentos de alta saturación por actividades de trasiego y atención a los demás equipos y hornos.

Los productos que por sus características son afectados con facilidad ante cualquiera de estas causas son:

- Dulces típicos de panadería
- Familia de pan de molde de panadería
- Familia de pan *light* de panadería
- Repostería salada de pastelería
- Familia de bizcochos de pastelería

2.5.3. Recurrencia de producto afectado y costo acumulativo

Considerando las causas principales como las mencionadas en el inciso 2.5.1 y los productos a los que se hace referencia en el inciso 2.5.2 se expone en la tabla XXVI un estimado de productos por cantidad de afectados en unidades, tiempo promedio de fallo en esta familia de productos basado en las fechas registradas de producto afectado y el importe económico acumulado en esa familia de productos representado en quetzales.

Tabla XXVI. Costo de producto afectado por recurrencia de productos

Familia de productos	Cantidad de producto afectado	Tiempo promedio de recurrencia	Costo del error
Dulces típicos de panadería	28	6 días	Q 860,26
Familia de pan de molde de panadería	35	12 días	Q 325,30
Familia de pan <i>light</i> de panadería	89	3 días	Q 465,40
Repostería salada de pastelería	35	2 días	Q 161,21
Familia de bizcochos de pastelería	245	3 días	Q 2 365,20

Fuente: elaboración propia.

3. ANÁLISIS DE CAUSAS Y EFECTOS DE LA UTILIZACIÓN IRREGULAR DEL ÁREA

Como parte de la investigación es imprescindible el estudio de las causas y los efectos inminentes de la utilización irregular, también toma parte importante el estudio de los procesos productivos que tienen contemplada al área y su método de trabajo. Las consecuencias en términos de producto se detallaron en el segundo capítulo, en los siguientes sub incisos se realiza especial énfasis al procedimiento, método de trabajo, documentación y mantenimiento.

3.1. Diagrama de causa y efecto de la utilización irregular del área.

El diagrama de causa y efecto o conocido comúnmente como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa, es un método de análisis de causas universalmente aceptado por ser versátil en su utilización y poder enfocarse a una causa y poder estratificarla.

En el libro el método Juran en la página 63 de la quinta edición se encuentra un ejemplo de esta metodología en el análisis de un proyecto por defectos de soldadura.

En dicho ejemplo se muestra que la utilización de esta metodología no requiere de utilizar siempre la implementación de las “6M” o análisis de dispersión como se describe en el *blog* de Jairo Caballero método que comprenden las llamadas Metodología, Maquinaria, Mano de obra, Medición, Materiales, Medio ambiente.

Este se trata del método de construcción más común para agrupar las causas potenciales en las ramas del diagrama de causa y efecto, el cual no se trata de una metodología imprescindible, pero si de una ampliamente aceptada y que se acopla a la investigación en curso.

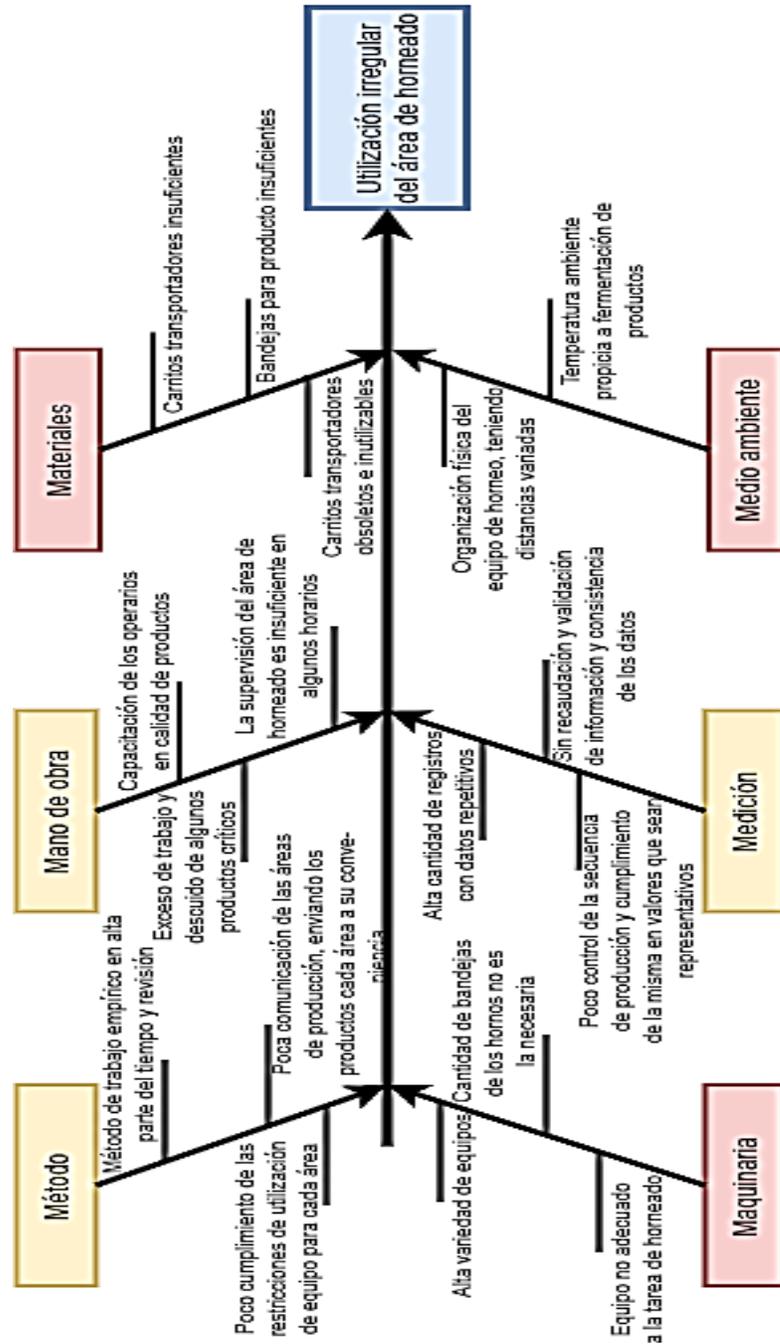
Ante la problemática de la utilización irregular del área se realiza un diagrama de Ishikawa como se observa en la figura 40 con el desglose de las causas a partir del método de las 6M.

Al ver el análisis por las 6M es necesario categorizar las causas en las de mayor impacto. Basado en los colores implementados se observa que las marcadas con color rojo requieren de una inversión alta por la naturaleza de las causas y las marcadas con color amarillo son atribuibles al método de trabajo utilizado actualmente.

En el siguiente punto se hace especial énfasis en las causas consideradas como críticas para el problema en cuestión y las causas no consideradas como críticas dentro del análisis la razón.

La metodología aplicada de análisis de las 6M para el diagrama de Ishikawa de la figura 45 se realiza también a finalidad de agrupar las causas en el mejor rango posible y que sea aceptado a la investigación, sin entrar en términos técnicos que requieran de elaborar una espina o bien causa derivada de la causa raíz para cada una de las causas especiales del caso de investigación.

Figura 40. Diagrama de Ishikawa por utilización irregular del área de horneado



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

3.1.1. Causas principales

Las causas críticas o de mayor impacto se consideran como las que repercuten de manera directa y en alta relevancia a la utilización irregular del área de horneado. En las 17 causas de la figura 40, existen causas que toman especial importancia por la naturaleza de las mismas, debiéndose a fallos internos o de planificación.

Basado en las entrevistas con personal administrativo y con supervisores del área de horneado y de producción se enlistan de mayor a menor las causas que afectan a la utilización del área:

- Carritos transportadores insuficientes
- Poca comunicación de las áreas de producción
- Alta variedad de equipos
- Poca cumplimiento de restricción de equipos por área
- Organización física del equipo del área de horneado
- Métodos de trabajo empíricos de revisión
- Equipo no adecuado a la tarea de horneado
- Cantidad de bandejas de los hornos no es la necesaria
- Alta cantidad de registros por llenar repetitivos
- Poca control de la secuencia de producción
- Carritos transportadores obsoletos
- Bandejas de producto insuficientes
- Supervisión del área insuficiente en algunos horarios
- Exceso de trabajo y descuido de algunos productos
- Capacitación de los operarios
- Sin recaudación y validación de información del área
- Temperatura ambiente propicia a la fermentación de productos

Luego del octavo inciso (marcados los incisos superiores a este en fuente de estilo negrilla) se consideran como causas que, aunque afectan a la utilización del área no son factores críticos que requieran de acciones inmediatas para su mejora.

3.1.2. Análisis de causas

Al observar las causas en orden prioritario en el inciso 3.1.1 se puede notar que muchas de las causas críticas pertenecen al sector que requiere de inversión para poder ser modificadas las condiciones de trabajo. Se procede a realizar un análisis de porque las causas listadas dentro de las ocho marcadas como críticas son de alto impacto a la utilización irregular del área:

- **Carritos transportadores insuficientes:** Los hornos industriales requieren de carritos especializados para su funcionamiento, si bien sea por el diseño que admiten solo un tipo de carrito para un correcto enganche o bien por la cantidad de bandejas necesarias y que los carritos son especiales para poder encajar con las bandejas.

La cantidad de carritos transportadores de producto son el único medio de transporte e ingreso a los hornos (exceptuando el horno 10 que es de bandejas), el realizar actividades de traslado de productos se debe en su amplia mayoría a la falta de carritos transportadores que puedan soportar el producto por alta cantidad de tiempo teniendo problemas de planificación de utilización de horneo y apagándose al equipo disponible y perdiendo en buena parte la documentación móvil perteneciente al carrito para su trazabilidad.

- Poca comunicación de las áreas de producción: Las áreas de producción de panadería y pastelería trabajan como entes independientes el uno del otro y el envío de sus productos sin contemplar la saturación del área o la cantidad de equipos individualmente por cada área representa una de las causas principales de la utilización irregular, la llegada de productos que requieren de alto tiempo de horneado de ambas áreas en forma simultánea seguido por la llegada de productos que requieren de menores tiempos del área generando una descompensación de equipos y el requerimiento de utilizar todos los equipos disponibles para no alterar las características de producto ya sea en su crecimiento o composición.
- Alta variedad de equipos: Las preferencias por equipo individualmente como práctica de los operarios en el área de horneado es una variante de bastante importancia debido a la personalidad del horno mencionada con anterioridad, en que se describe la variación en cada horno incluso dentro de la misma marca y los tipos de horno existentes.

La implementación de un solo tipo de horno requiere de una alta inversión, como verificación de todos los productos y su naturaleza de requerimiento de equipo industrial para no alterar sus características físicas, la variedad de equipos, productos y la poca comunicación de las áreas orilla a la espera o retrasar lo mayor que se puedan los productos que requieran de equipos específicos para su transformación, de la misma forma el punto de los carritos insuficientes se complementa con esta causa al tener una alta variedad de equipos se tiene una alta variedad de carritos y la inversión de compra de estos no es pareja.

- Poco cumplimiento de restricción de equipos por área: Complementario con el punto anterior, este punto está estrechamente con la variedad de

equipos al requerirse un equipo específico por sus características técnicas en el ingreso de producto para conservar su integridad física y su óptima calidad, estas variantes junto a la poca comunicación desembocan en el poco cumplimiento de restricciones de equipo para cada área, lo que es una causa así mismo de la utilización irregular en el área, perdiéndose control en los equipos, cantidad disponible, tiempo estimado de salida de productos, tornándose en un punto en que se requiere utilizar los demás equipos para no perjudicar a los productos.

- Organización física del equipo del área de horneado: La distribución física de los equipos del área tiene influencia directa en la utilización por las distancias a recorrerse, la acumulación de productos en los pasillos, la preferencia de equipos por su distribución al tener equipos iguales o similares en distintas posiciones como lo son el horno 6 y el horno 9 que infieren mucho sus porcentajes de utilización por su ubicación y por tanto en la utilización del área, teniendo preferencia por distancia de equipos, impidiendo una utilización constante y regular.
- Métodos de trabajo empíricos de revisión: Los operarios dependen en alta medida de su experiencia como horneros, chequeando el producto y su tiempo necesario antes de ingresar al área de horneado en manera empírica o basada en su experiencia. La implementación de un sistema lineal de carritos en las etapas infiere mucho en las etapas de su elaboración como en el área de fermentación, pudiendo intercalarse los carritos y generando desorden en el área.
- Equipo no adecuado a la tarea de horneado: Un equipo de horneado industrial como se describió anteriormente se caracteriza por su sistema de horneado si bien sea estático o rotativo, la cantidad y distribución de

equipos es un factor de importancia en la utilización del área. El no poseer un horno que se adapte a las necesidades del producto consiguiente en cola requiere de la utilización de un horno del área de panadería o pastelería de forma prestada para completar la actividad y no dañar el producto, generando variaciones en la utilización hasta lograr estabilizar la cantidad de hornos y productos.

- Cantidad de bandejas de los hornos no es la necesaria: Los hornos estáticos a mayor cantidad de bandejas infieren en menor distancia entre ellas, los productos que requieren de crecimiento y no pueden ser ingresados en algún horno por la distancia existente entre bandejas es una causa de utilización irregular.

Al tener que tomarse en cuenta una serie de variables que, sumadas a las anteriores de variación de equipos y productos, con el fin de no afectar el producto terminado, tiene como resultado una serie de movimientos innecesarios de los operarios para ingresar los productos en el equipo idóneo.

3.2. Procesos de producción y planeación

Las actividades del proceso de producción pueden sub dividirse según la naturaleza de producto, las ramas de producto se tienen principalmente en producto horneado, pre cocido y congelado.

Se suma el producto terminado de parte del área de repostería tanto dulce como salada en el área de pastelería. La planificación de productos del área de producción panadería tanto como de producción pastelería se origina en el

departamento de planificación en conjunto a inteligencia de negocios y solicitudes de marketing, tomando en cuenta también las pruebas de producto ejecutadas por ingeniería y desarrollo de producto.

3.2.1. Diagrama de flujo general

Las operaciones en el área de producción dentro de la empresa se pueden agrupar en cuatro tipos para fines investigativos, producto directo, producto pre cocido, producto congelado y producto terminado o decorado. Estas operaciones abarcan los productos del área de panadería y pastelería, en las figuras siguientes del inciso se desglosa actividad por actividad.

Al tenerse una variedad tan alta de productos en la empresa, los diagramas representan a los tres productos principales de este proceso productivo en específico haciendo la salvedad que existen una alta cantidad de productos más de estos tipos, con el fin de representar que para todos los productos de una familia sus etapas están conformadas en los mismos órdenes y variación dentro del tiempo de elaboración o transporte según la línea de operación en que se realiza.

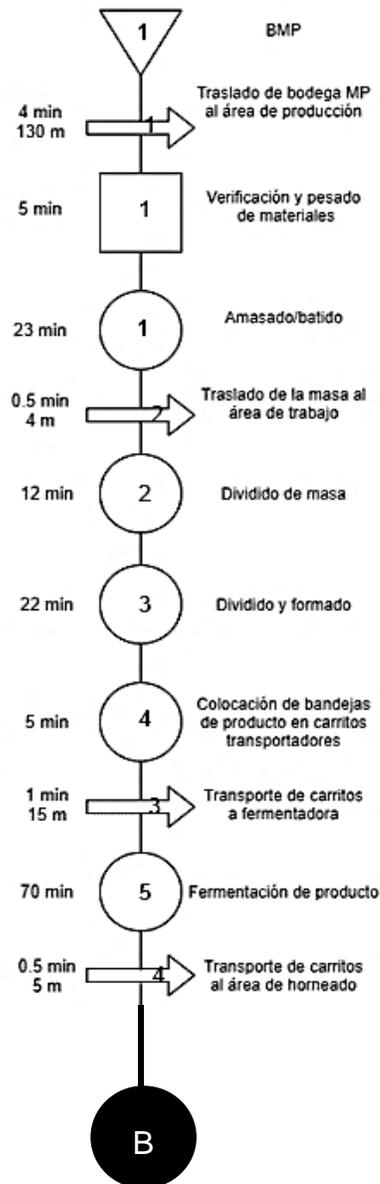
Estos diagramas representan las operaciones actualmente dentro de la organización y como elemento fundamental del diagrama se tiene al final del mismo un cuadro de resumen que se detallan las actividades, según el capítulo uno respetando la simbología básica de diagramación, y el tiempo utilizado en cada una de estas actividades.

Los tiempos expuestos se encuentran dentro de la documentación interna de la empresa y ritmos de producción (por términos de confidencialidad no se adjunta el documento), estipuladas con el trabajo del cuadro base y la

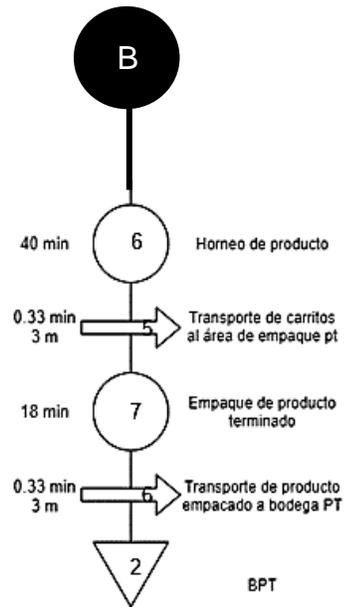
verificación de dichos tiempos solo pudo realizarse en algunas etapas manuales, puesto que etapas de fermentación, amasado, horneado y congelación son etapas que están estipuladas con un rango de tiempo específico para no alterar las características del producto ni alterar la calidad e inocuidad del producto terminado y presentado al consumidor final.

Figura 41. Diagrama de flujo de producto directo 1

Diagrama de operaciones de producto directo 1			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 41.

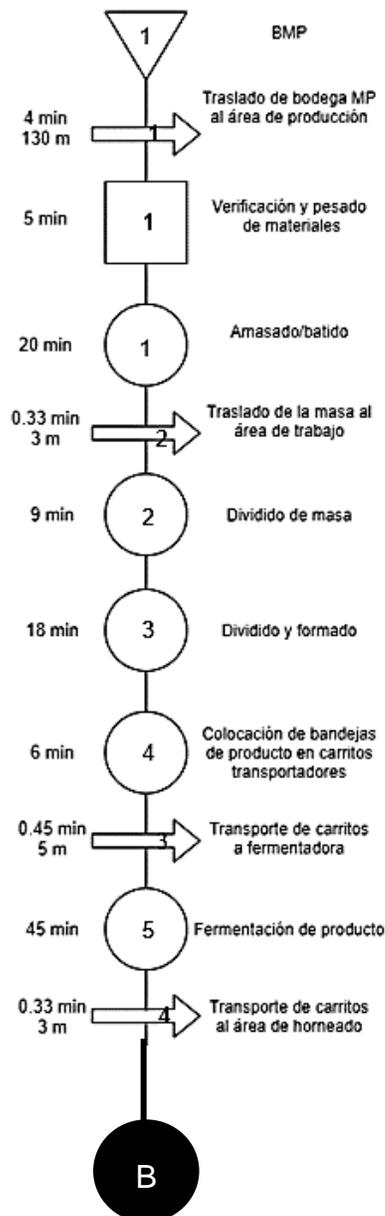


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	7	190	----
□	Inspección	1	5	----
➡	Transporte	5	6.66	160
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		15	201.66	160

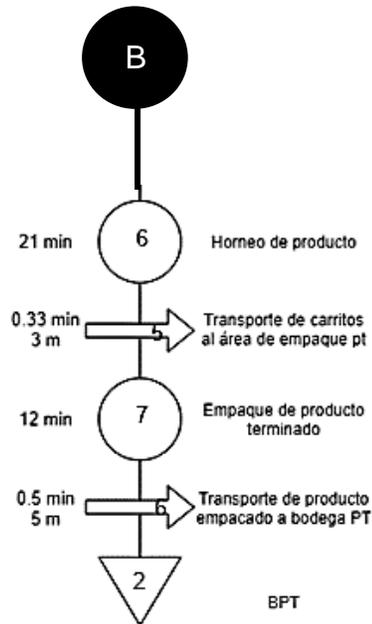
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 42. Diagrama de flujo de producto directo 2

Diagrama de operaciones de producto directo 2			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 42.

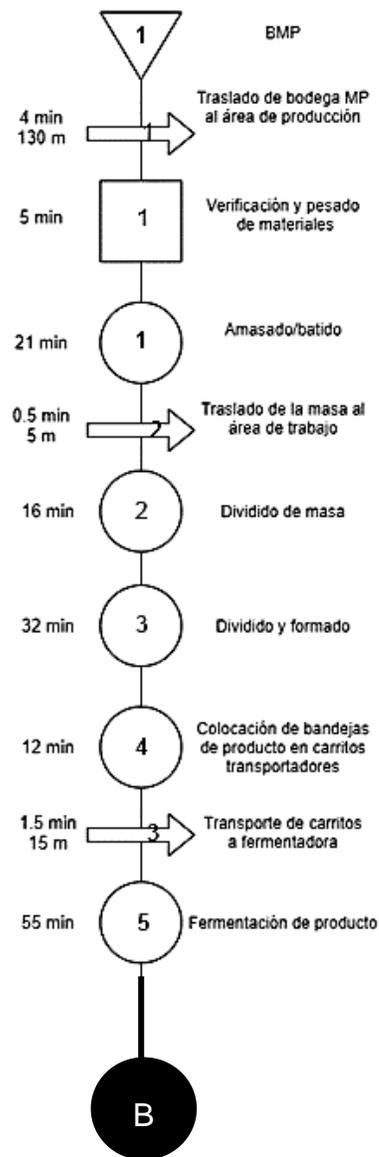


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	7	131	----
□	Inspección	1	5	----
➡	Transporte	5	5.94	149
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		15	141.94	149

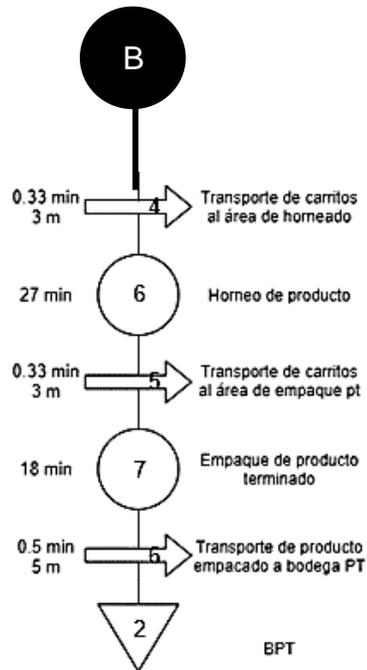
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 43. Diagrama de flujo de producto directo 3

Diagrama de operaciones de producto directo 2			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 43.

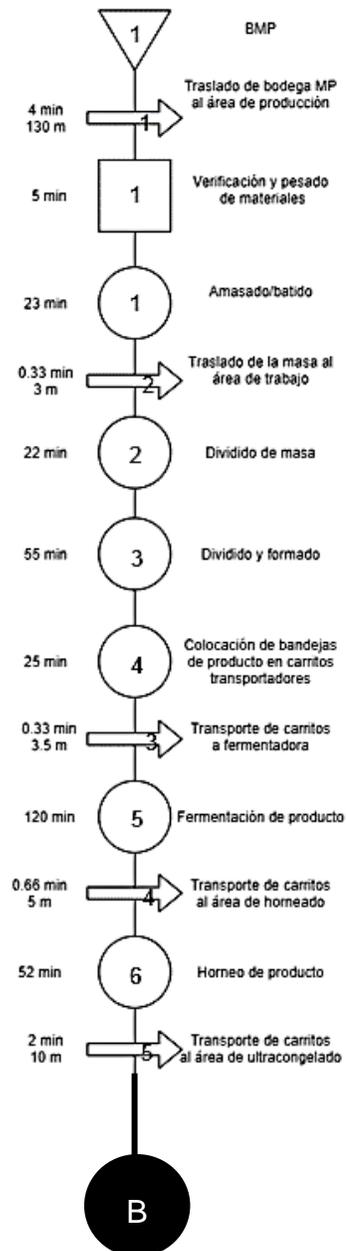


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	7	181	---
□	Inspección	1	5	---
➔	Transporte	5	6.83	161
▽	Bodega	2	---	---
TOTAL		15	192.83	161

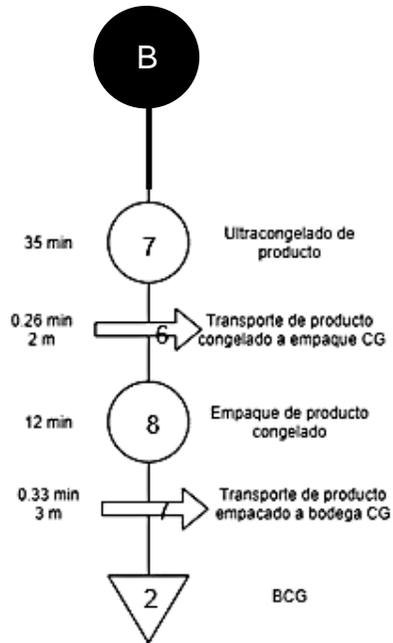
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 44. Diagrama de flujo de producto pre cocido 1

Diagrama de operaciones de producto precocido 1			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 44.

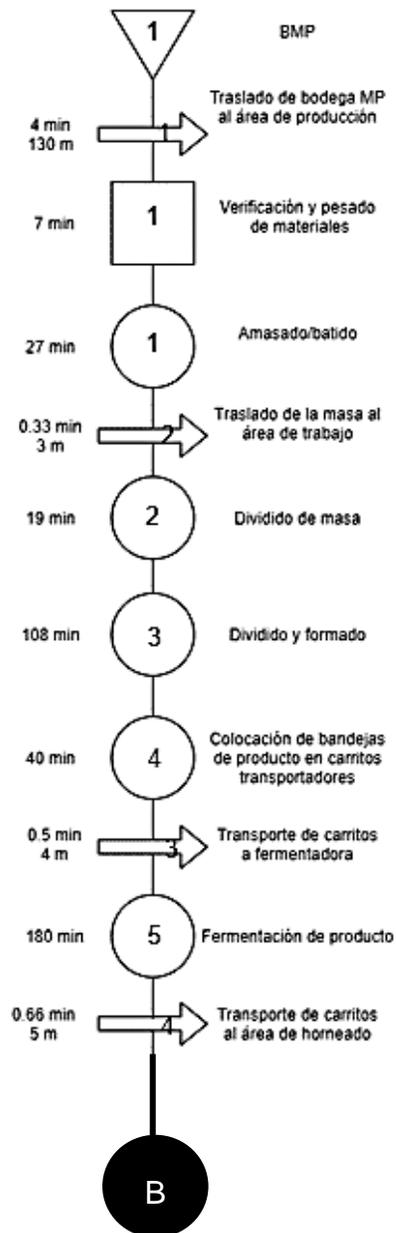


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	8	344	----
□	Inspección	1	5	----
➡	Transporte	7	7.91	156.5
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		18	356.91	156.5

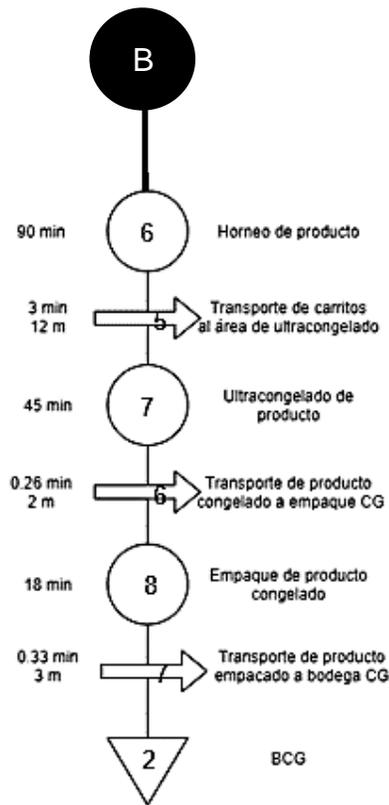
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 45. Diagrama de flujo de producto pre cocido 2

Diagrama de operaciones de producto precocido 2			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 45.

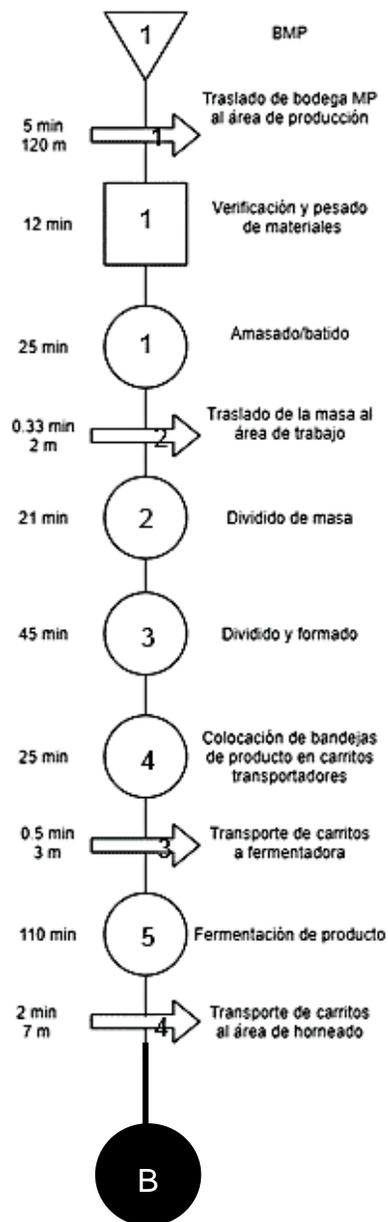


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	8	527	----
□	Inspección	1	7	----
➔	Transporte	7	9.08	159
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		18	543.08	159

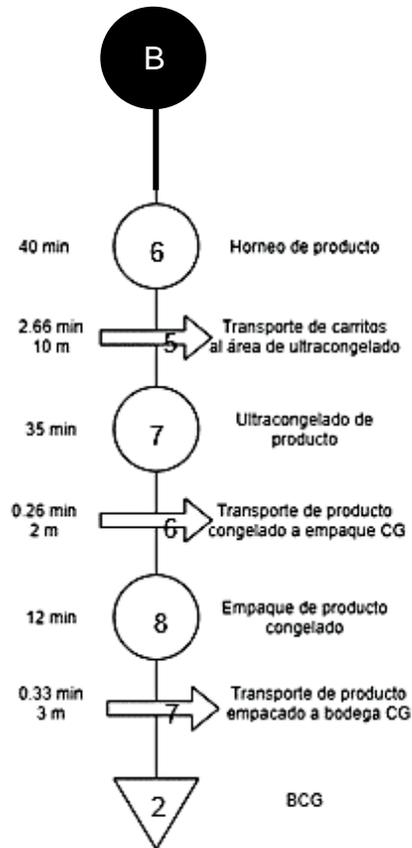
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 46. Diagrama de flujo de producto pre cocido 3

Diagrama de operaciones de producto precocido 3			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 46.

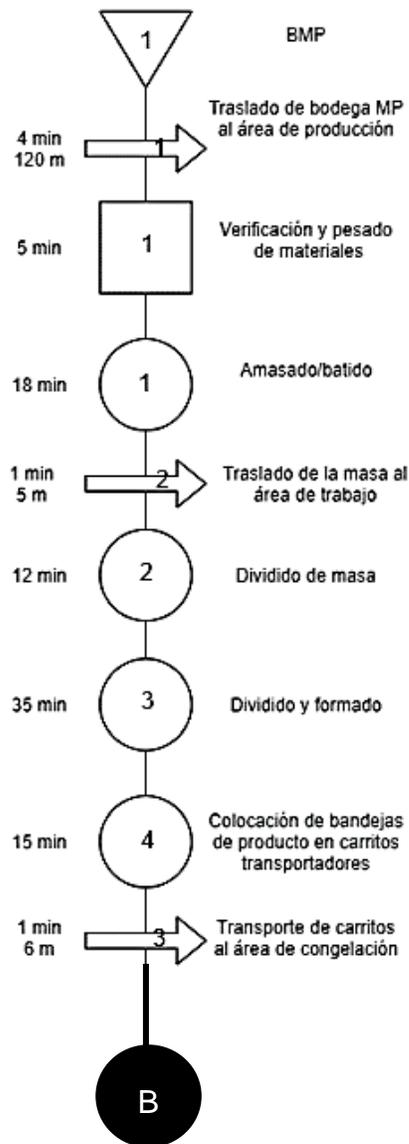


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	8	313	----
□	Inspección	1	12	----
➡	Transporte	7	11.08	147
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		18	336.08	147

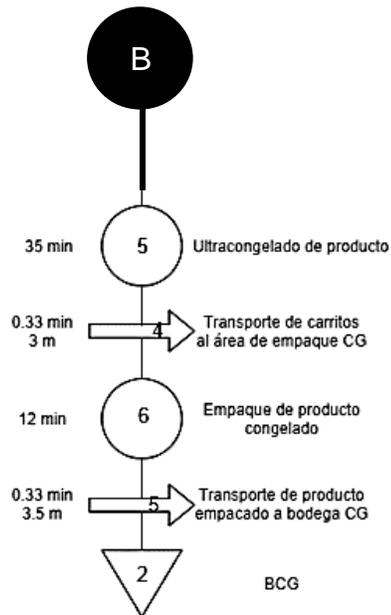
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 47. Diagrama de flujo de producto congelado 1

Diagrama de operaciones de producto congelado 1			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 47.

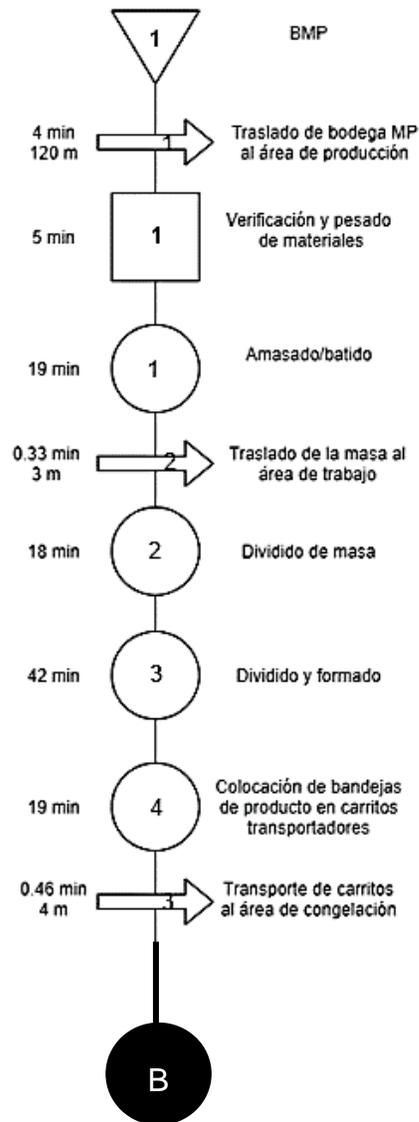


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	6	127	----
□	Inspección	1	5	----
➡	Transporte	5	6.66	137.5
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		14	138.66	137.5

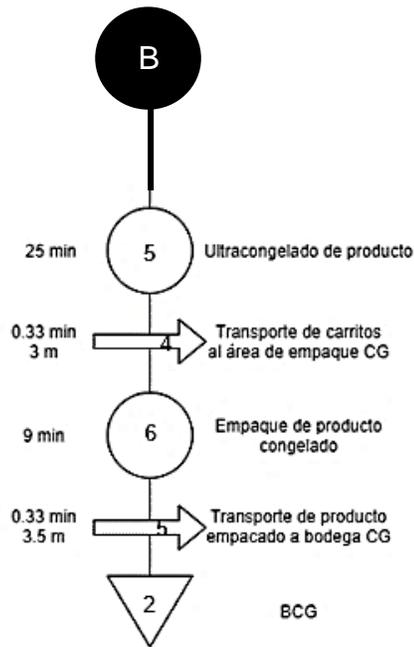
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 48. Diagrama de flujo de producto congelado 2

Diagrama de operaciones de producto congelado 2			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 48.

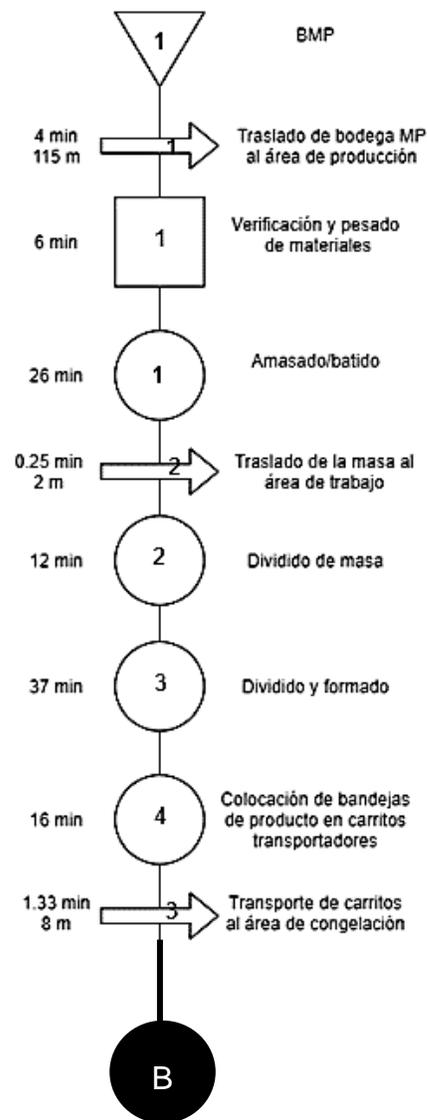


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	6	132	---
□	Inspección	1	5	---
➡	Transporte	5	5.45	133.5
▽	Bodega	2	---	---
TOTAL		14	142.45	133.5

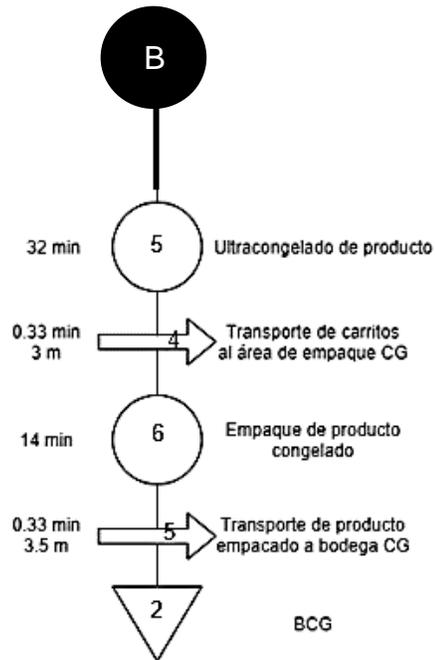
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 49. Diagrama de flujo de producto congelado 3

Diagrama de operaciones de producto congelado 3			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 49.

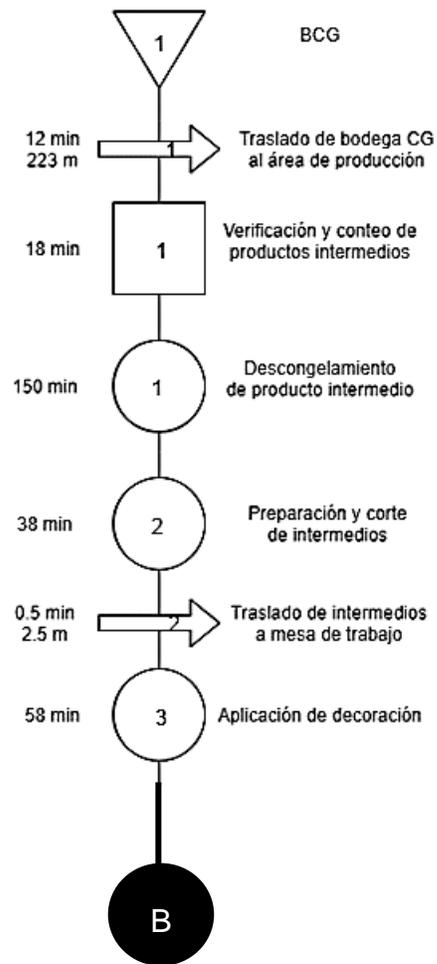


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	6	137	----
□	Inspección	1	6	----
→	Transporte	5	6.24	131.5
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		14	137	131.5

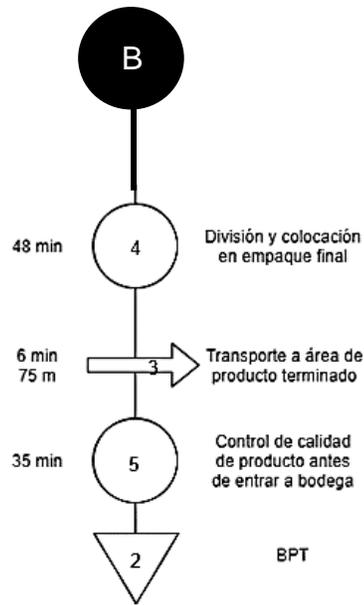
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 50. Diagrama de flujo de producto terminado 1

Diagrama de operaciones de producto terminado 1			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 50.

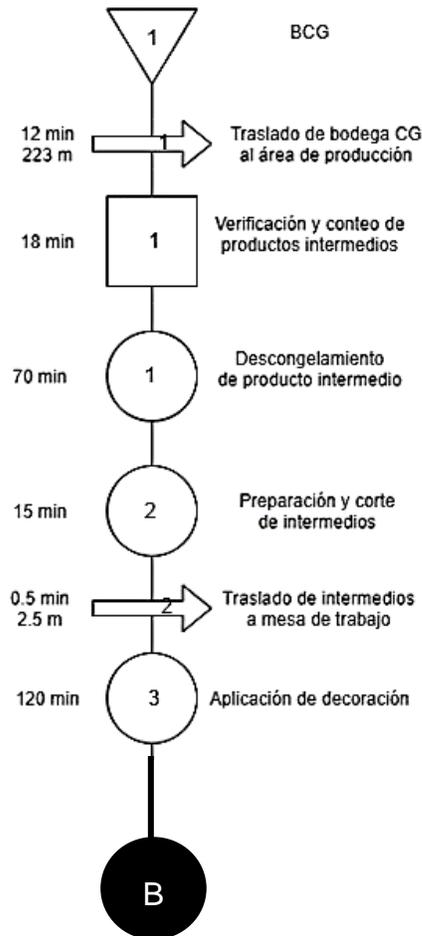


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	5	329	----
□	Inspección	1	18	----
→	Transporte	3	18.5	300.5
∇	Bodega	2	----	----
TOTAL		11	365.5	300.5

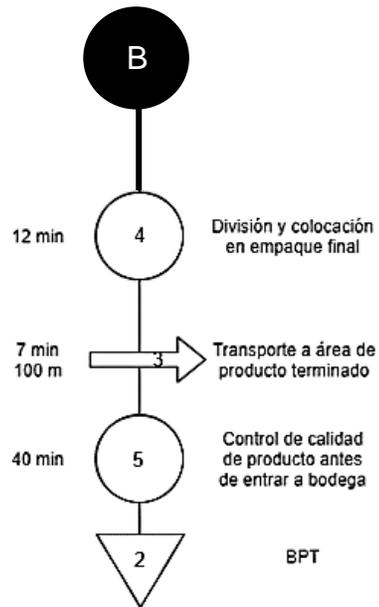
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 51. Diagrama de flujo de producto terminado 2

Diagrama de operaciones de producto terminado 2			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 51.

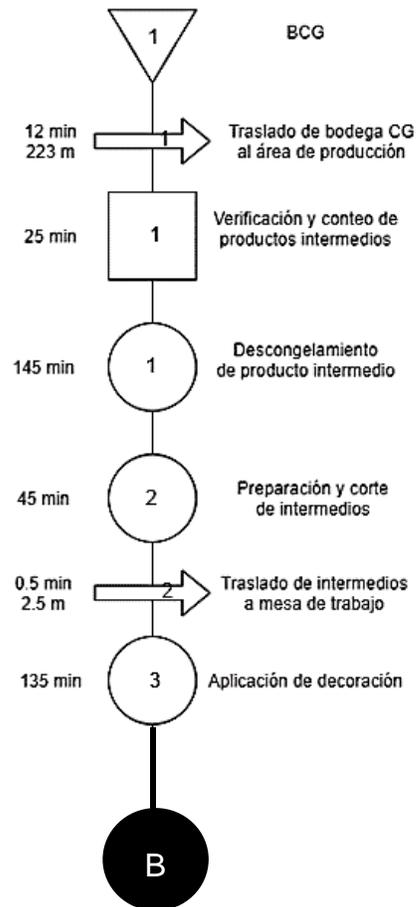


RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	5	257	----
□	Inspección	1	18	----
➡	Transporte	3	19.5	325.5
▽	Bodega	2	----	----
TOTAL		11	294.5	325.5

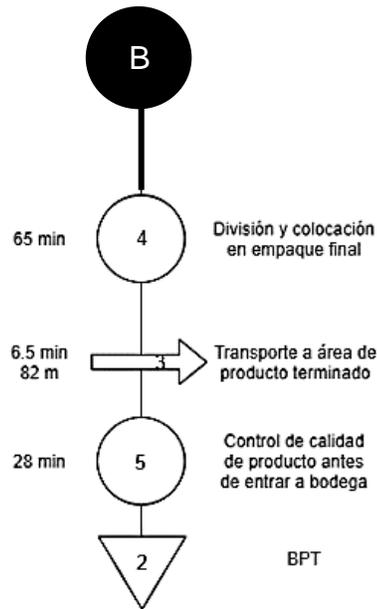
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 52. Diagrama de flujo de producto terminado 3

Diagrama de operaciones de producto terminado 3			
Empresa:	PANADERÍA	Hoja:	1 de 1
Departamento:	Ingeniería	Fecha:	Junio 2020
Autor:	José Vallejo	Método:	Actual



Continuación de la figura 52.



RESUMEN				
SÍMBOLO	ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
○	Operación	5	418	—
□	Inspección	1	25	—
→	Transporte	3	19	307.5
∇	Bodega	2	----	----
TOTAL		11	462	307.5

Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

3.2.2. Diagrama de flujo de información

El flujo de información es distintamente manejado para el área de panadería y pastelería. La información nace del mismo departamento raíz que es planificación de la producción, sin embargo, el manejo de información y pedidos extra es distinto en cada tipo de las dos grandes ramas productivas

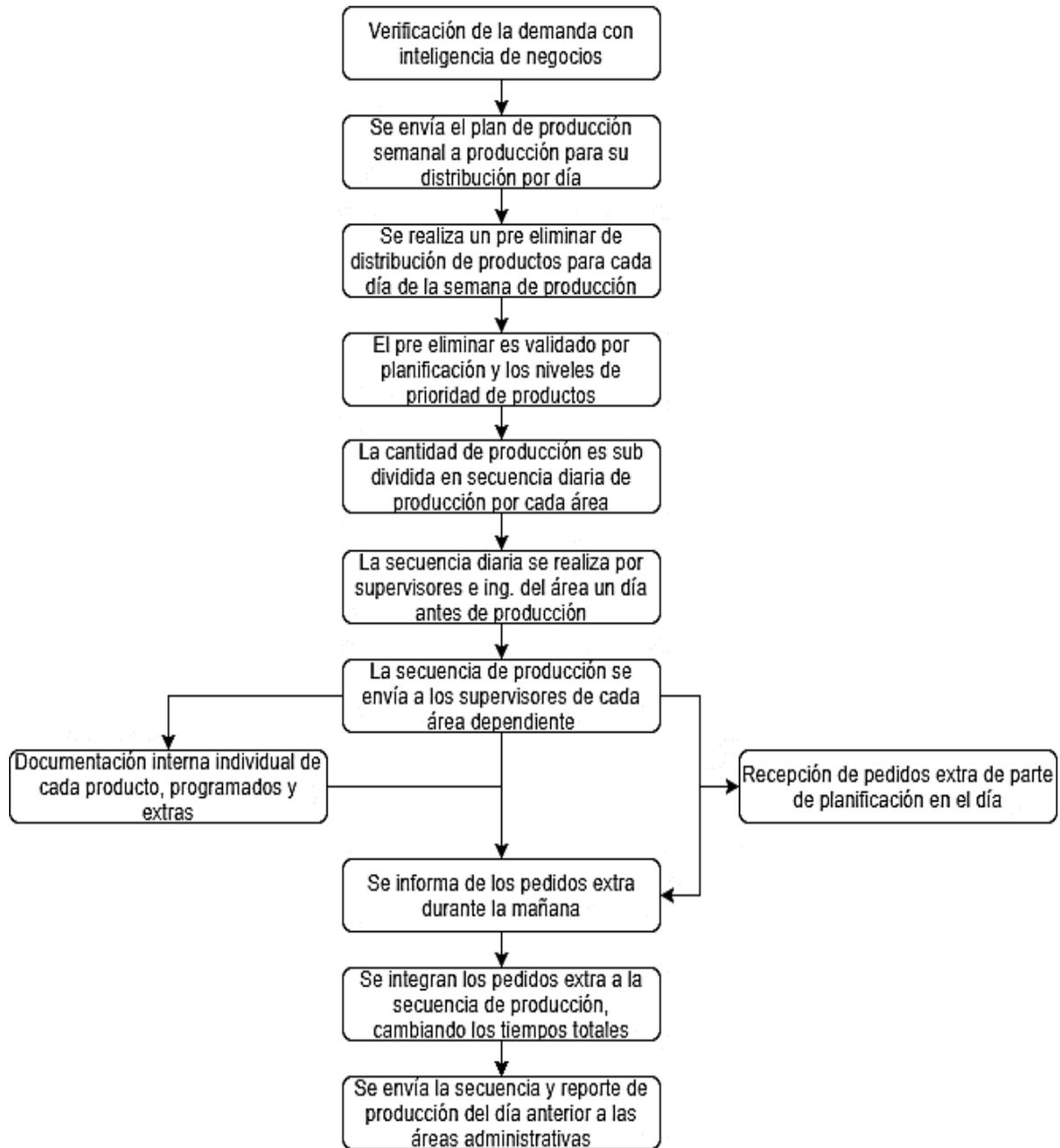
pues la naturaleza y volúmenes de producto juegan un papel importante en la toma de decisión y la comunicación entre las áreas de producción. Para poder mostrar el flujo de la información en las figuras 53 y 54 se especifica todo el flujo de la información para panadería y pastelería respectivamente.

La diferencia de manejo de los pedidos extra tiene diversas causas, una de las principales es que la persona encargada de la producción de panadería y la producción de pastelería son completamente distintas en su operación y cálculo de trabajo.

No se tienen protocolos claros de trabajo en el departamento de planificación en el manejo de pedidos extra, dejando a criterio del personal a cargo la distribución de pedidos no contemplados con anterioridad, los productos de pastelería clasificados como extra son regularmente productos terminados o de repostería, que pueden ser realizados con intermedios retirados de la bodega de congelado y afectan los tiempos finales de la elaboración de secuencia de producción.

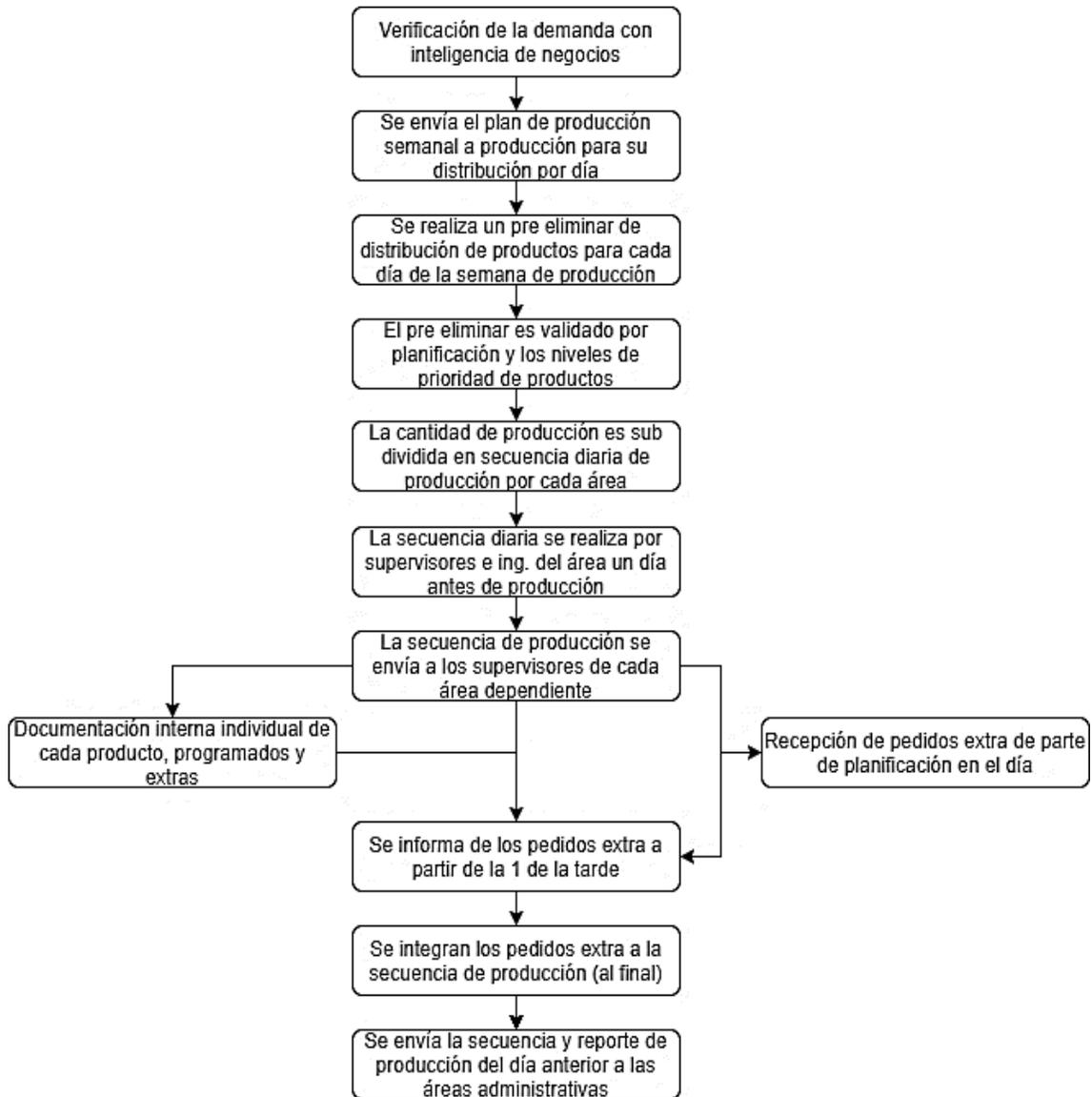
Los productos de panadería por caso contrario no pueden elaborarse de la misma manera y requieren ser integrados durante el día a la secuencia de producción para aprovechar y distribuir la maquinaria a utilizar, como la cantidad de personal sumado a la cantidad de personas que se contemplaran para realizar horas extra.

Figura 53. Diagrama de flujo de información de panadería



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 54. Diagrama de flujo de información de pastelería

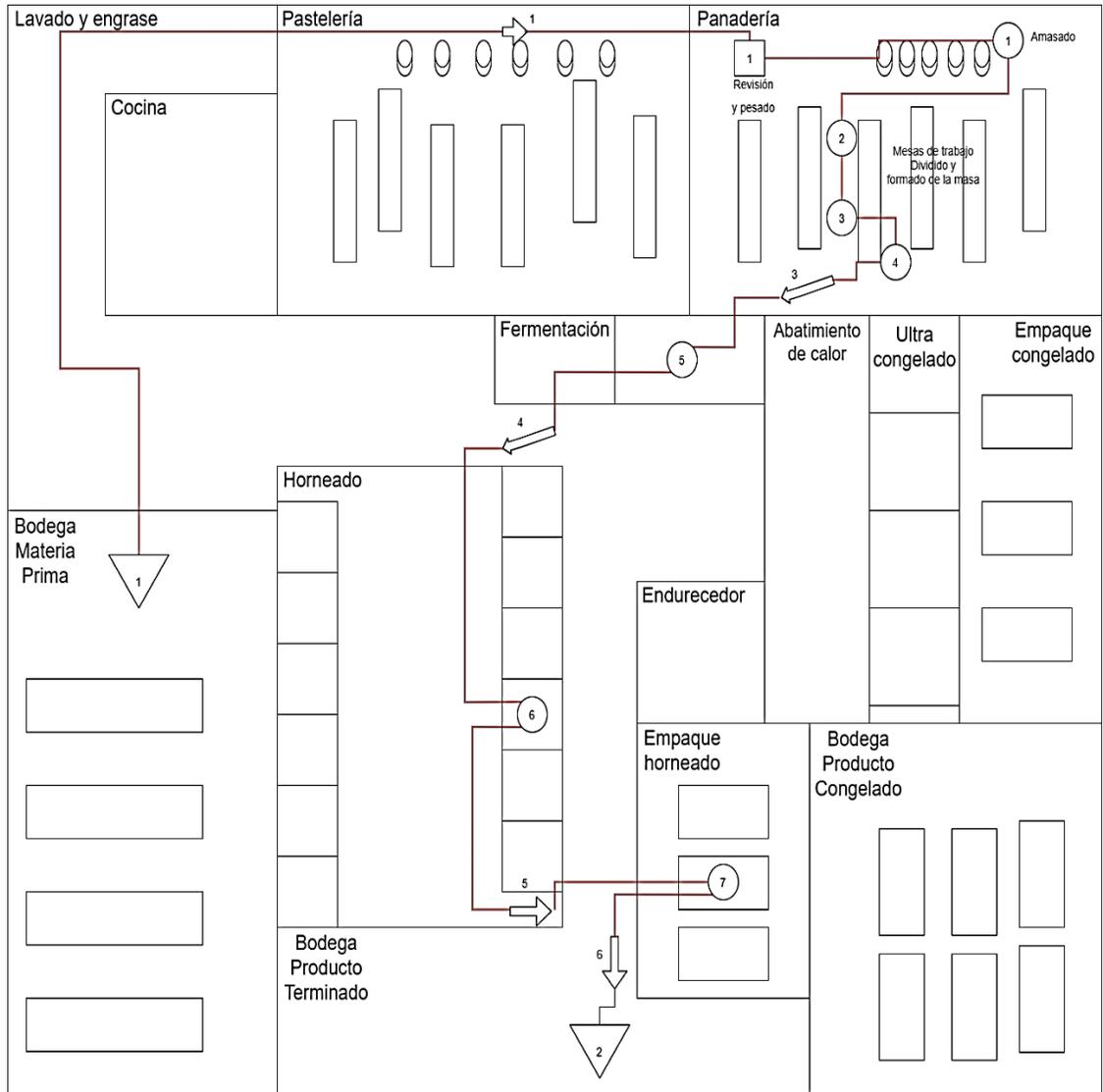


Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

3.2.3. Diagrama de recorrido

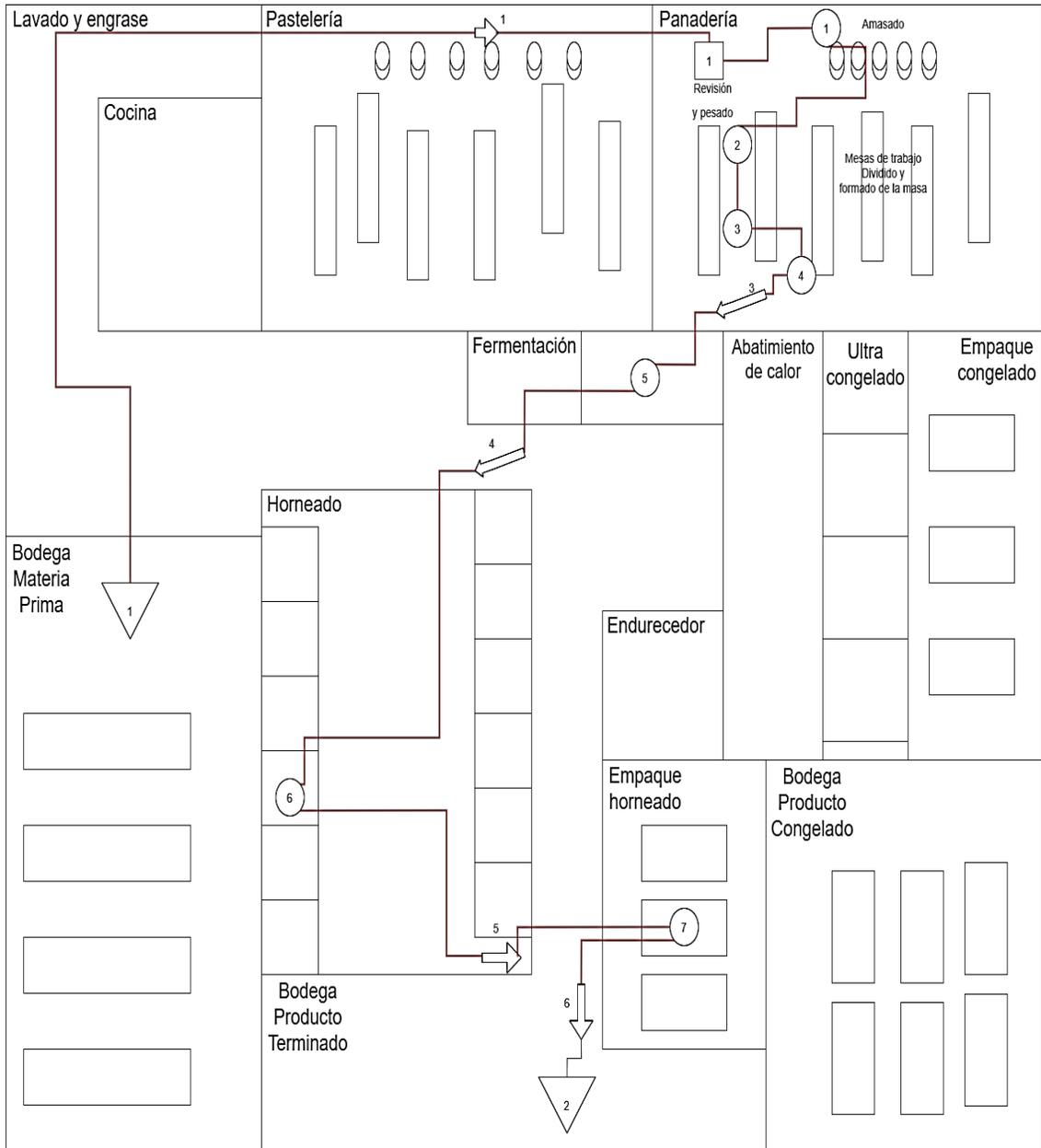
Los productos diagramados en el inciso 3.2.1 se realiza su diagramación individual en el diagrama de recorrido, de igual manera que en lo anteriormente expuesto estos diagramas representan a una familia completa de productos en que se ha tomado los tres productos más importantes y representativos de la familia, las rutas de recorrido físico de los productos son las mismas, variando en los tiempos y cantidad de metros recorrida dependiendo del número de equipo.

Figura 55. Diagrama de recorrido, producto directo 1



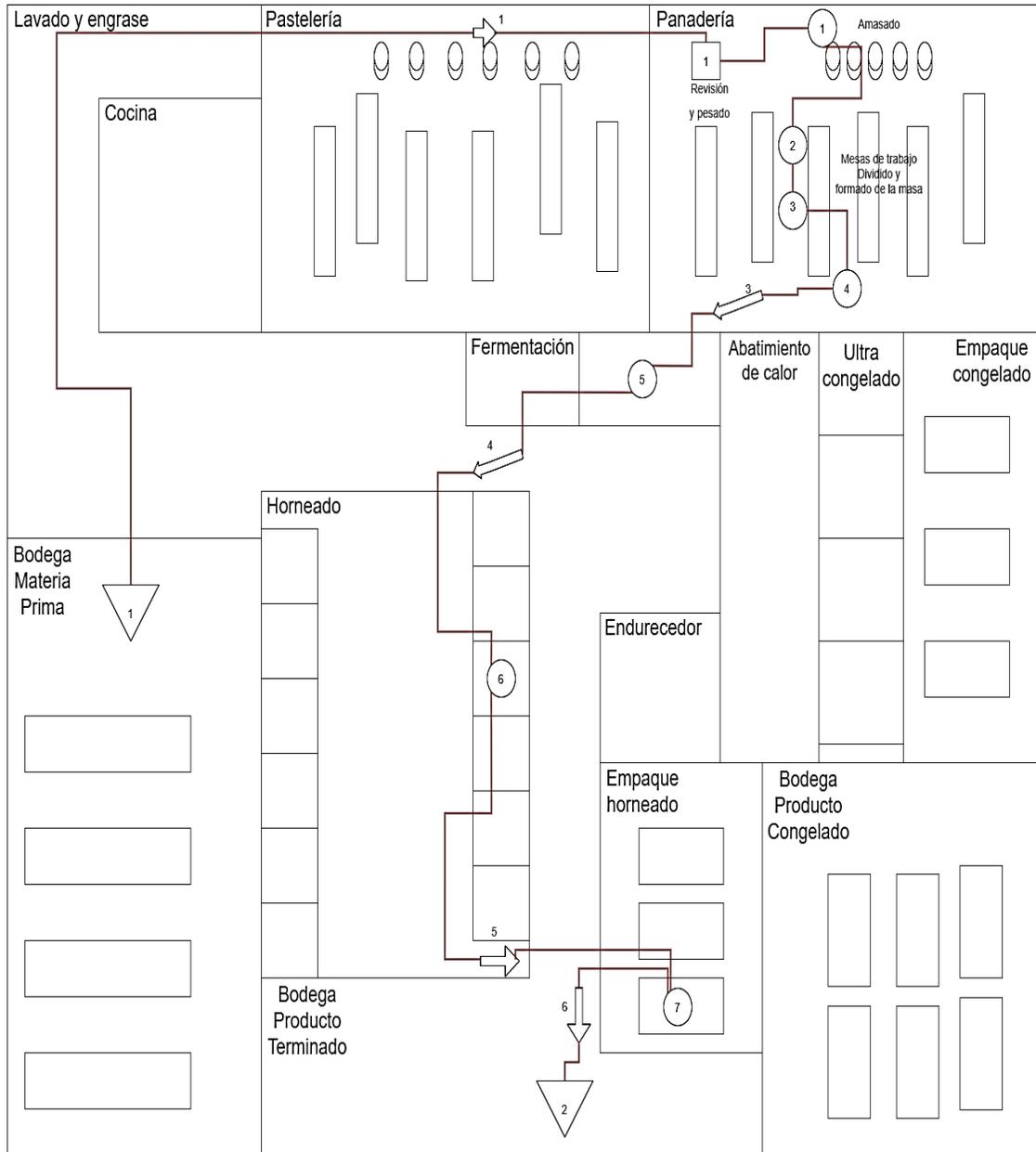
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 56. Diagrama de recorrido, producto directo 2



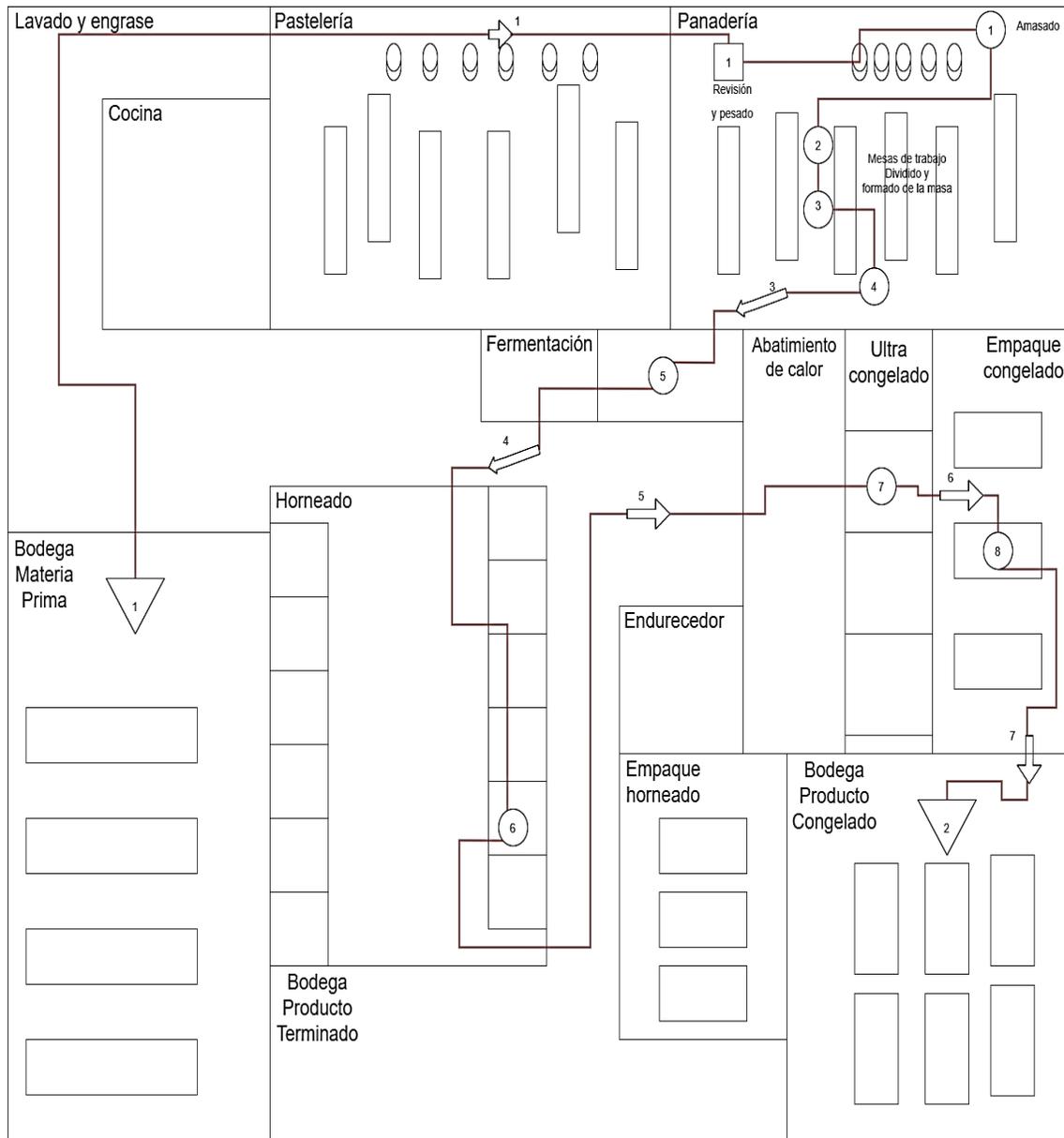
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 57. Diagrama de recorrido, producto directo 3



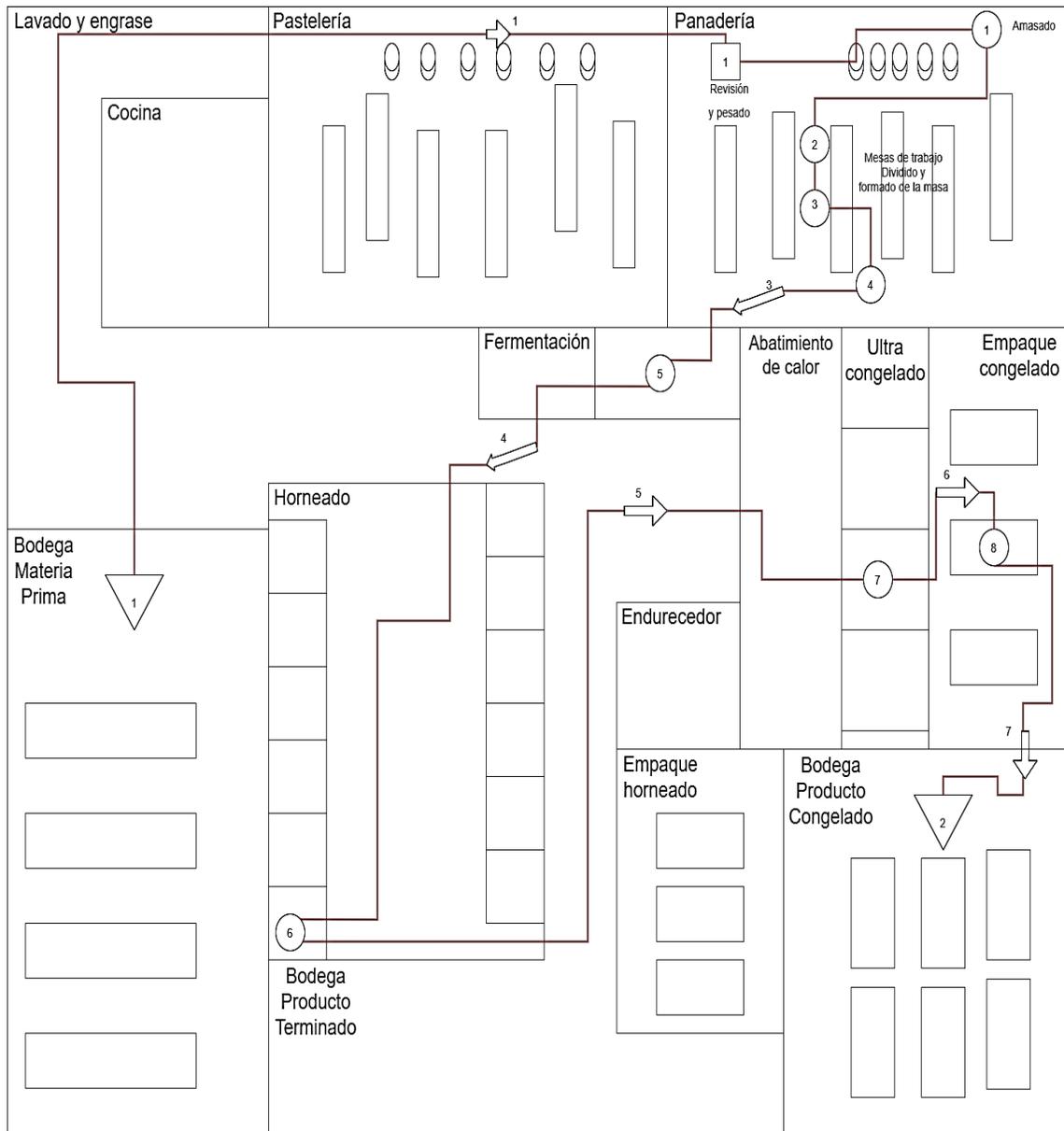
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 58. Diagrama de recorrido, producto pre cocido 1



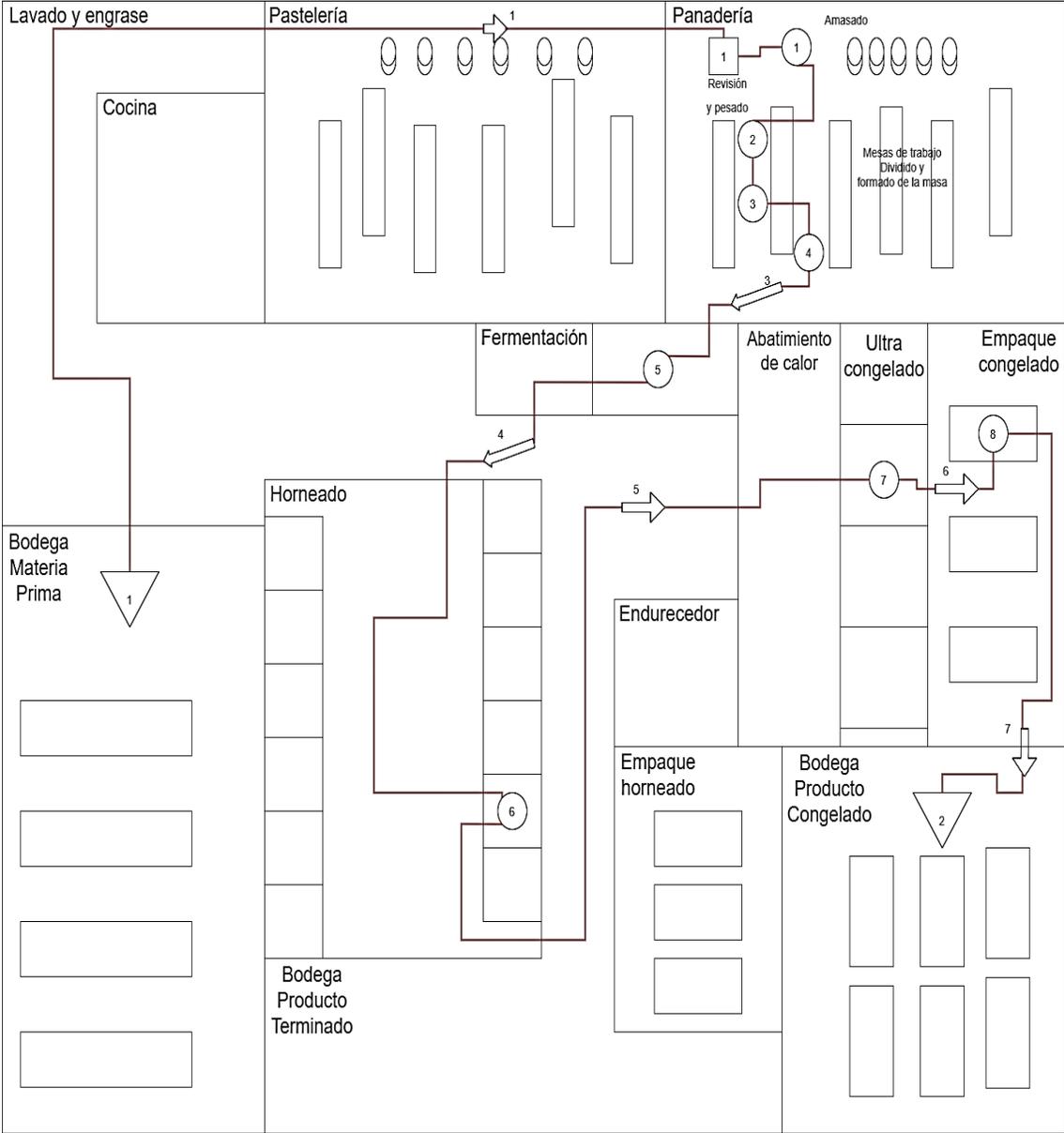
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 59. Diagrama de recorrido, producto pre cocido 2



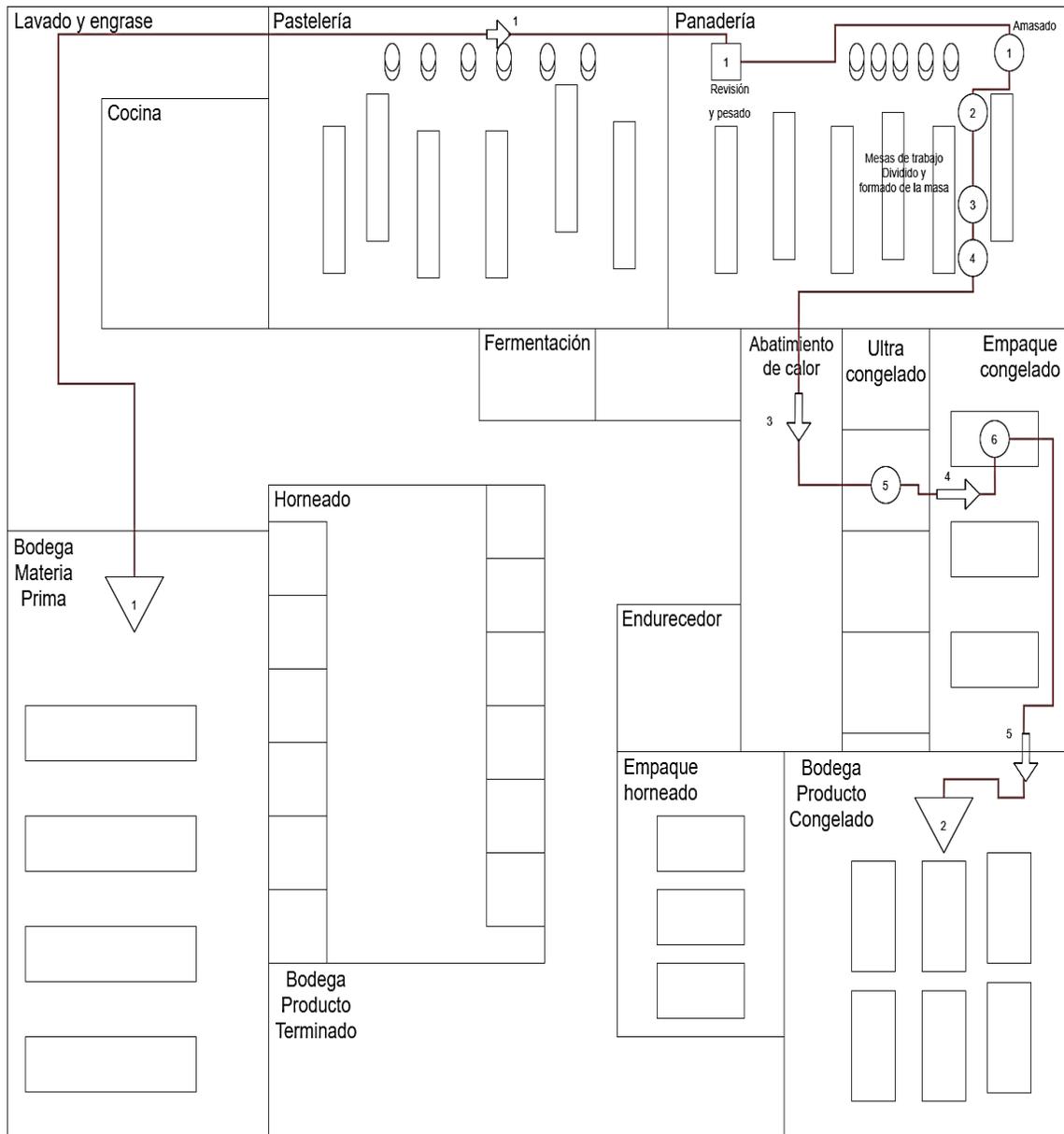
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 60. Diagrama de recorrido, producto pre cocido 3



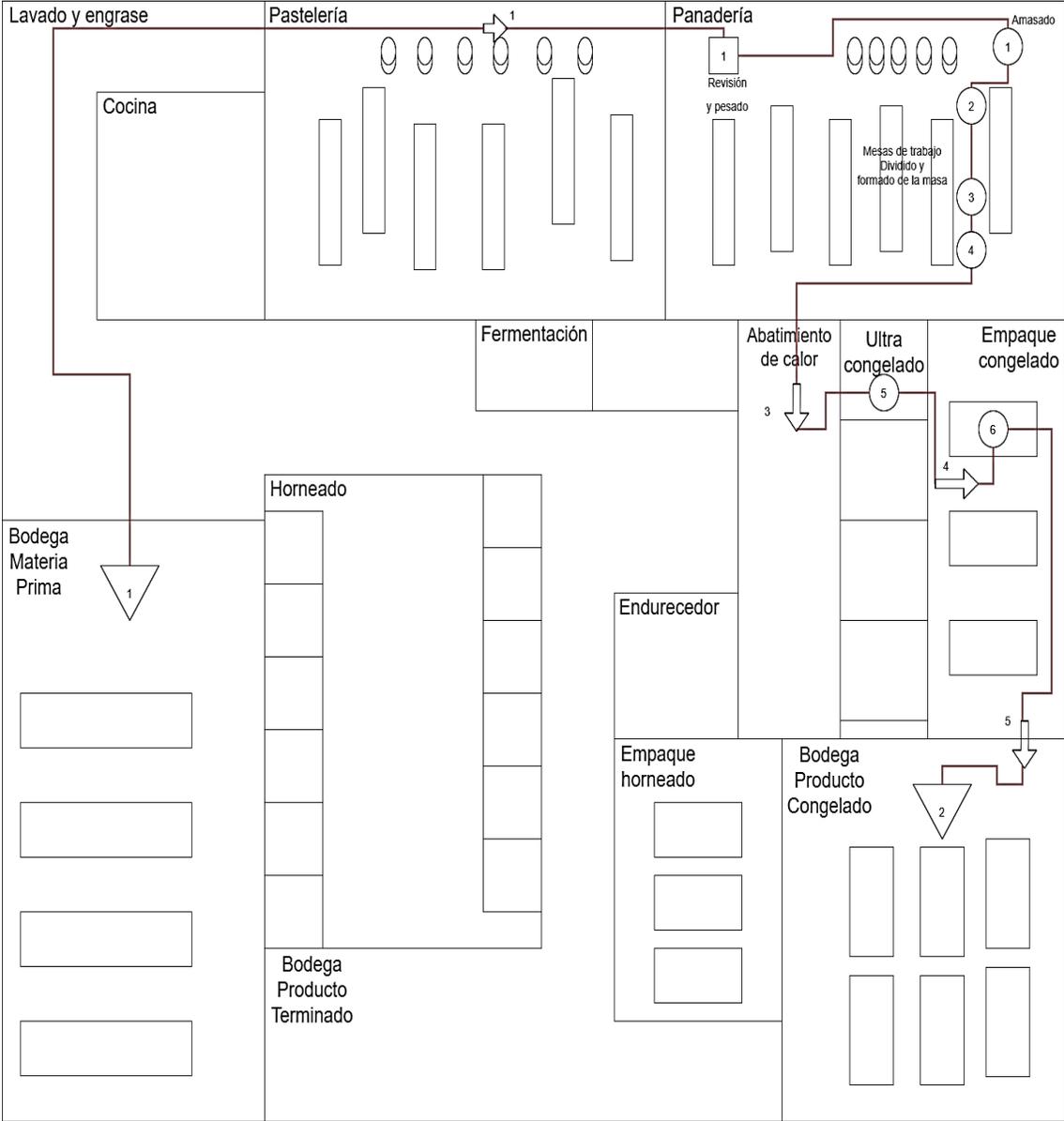
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 61. Diagrama de recorrido, producto congelado 1



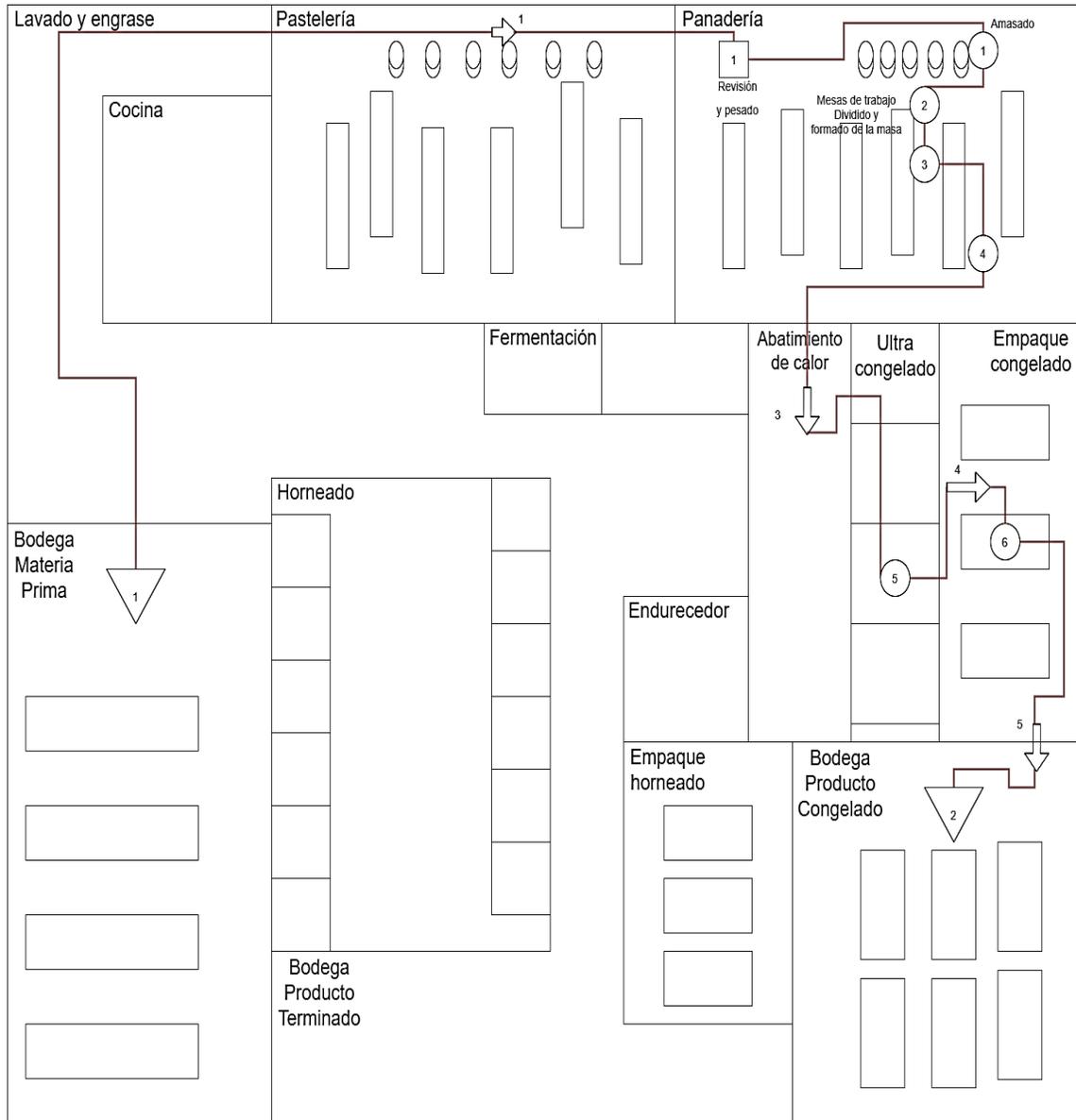
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 62. Diagrama de recorrido, producto congelado 2



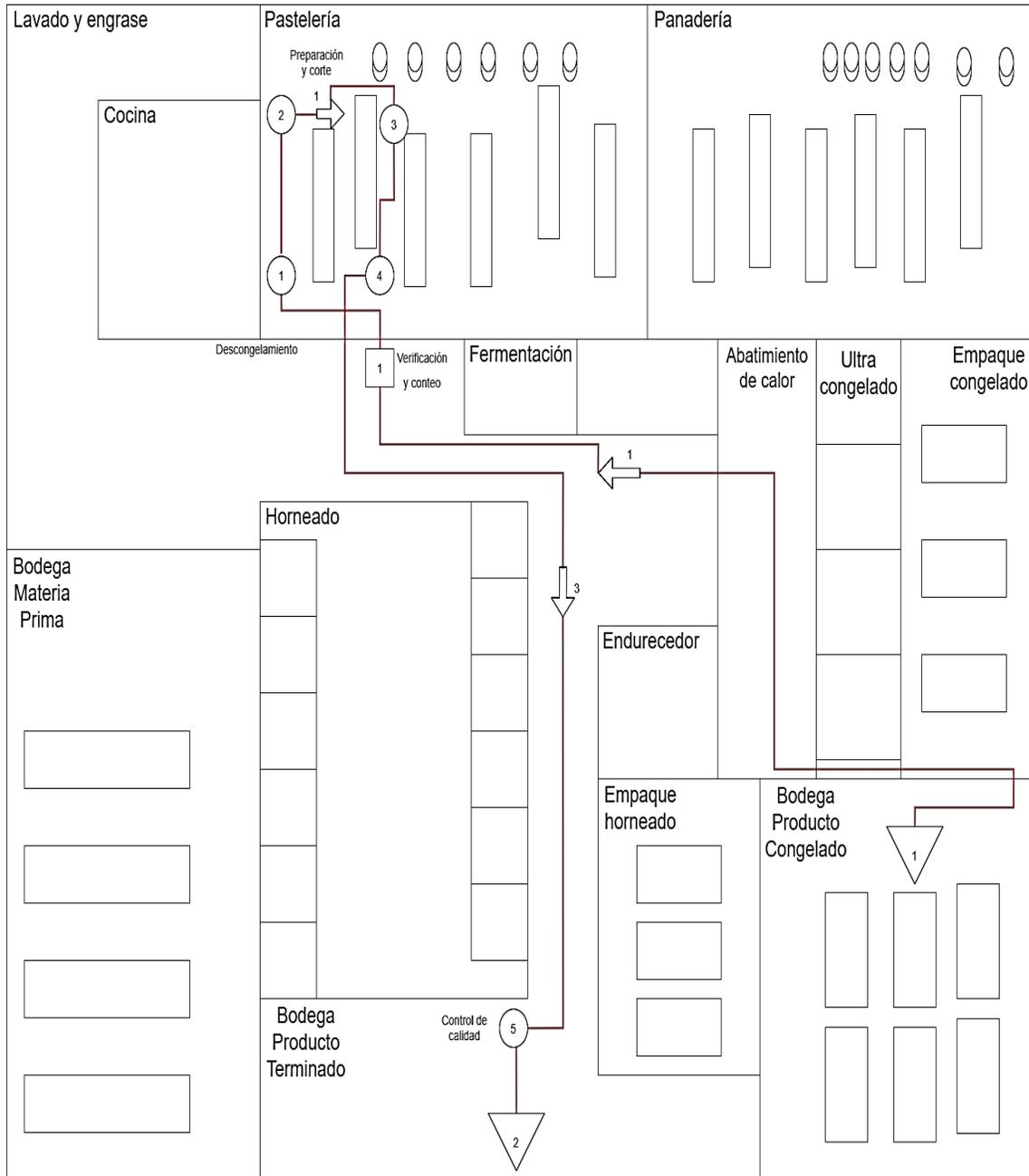
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 63. Diagrama de recorrido, producto congelado 3



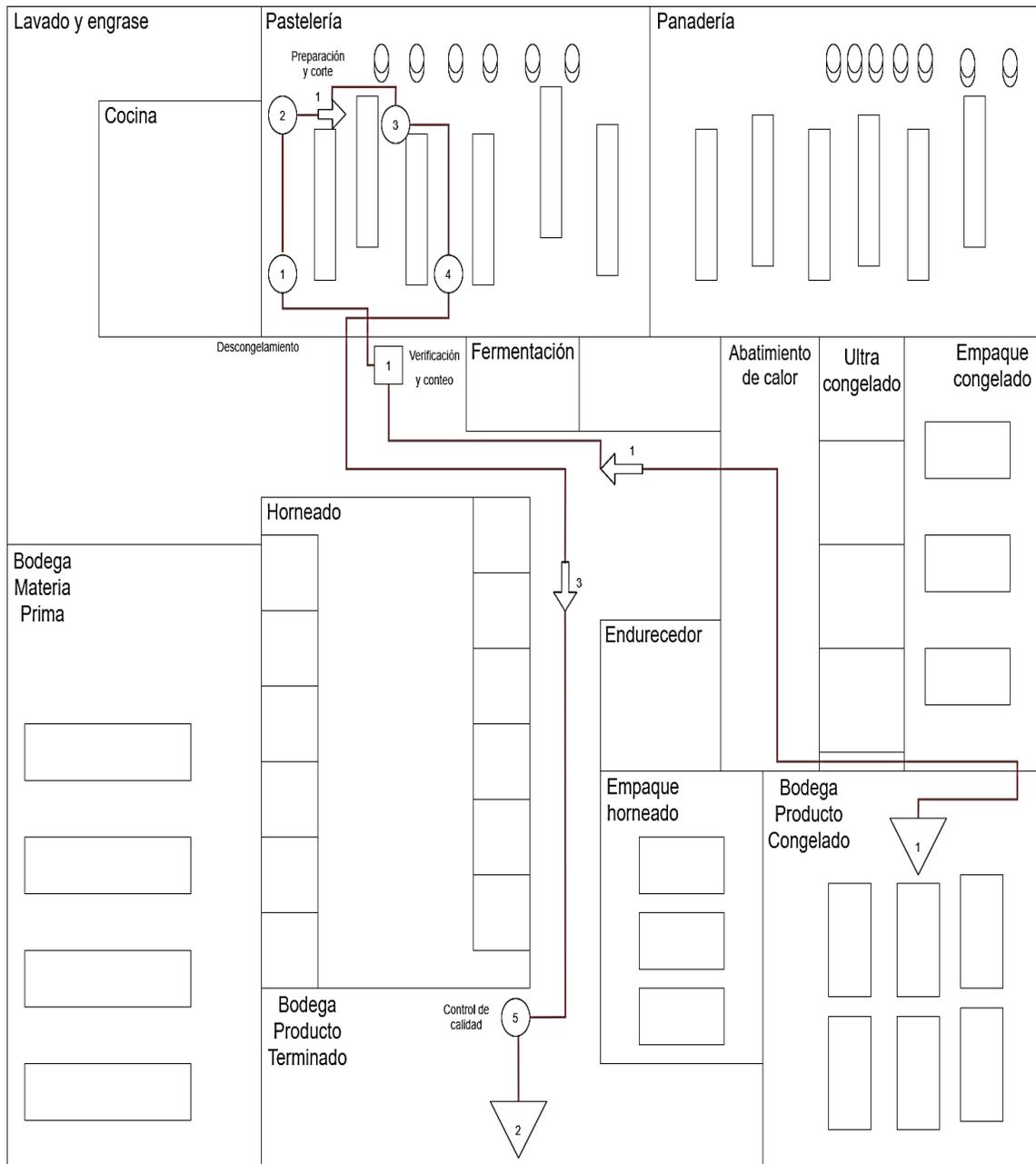
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 64. Diagrama de recorrido, producto terminado 1



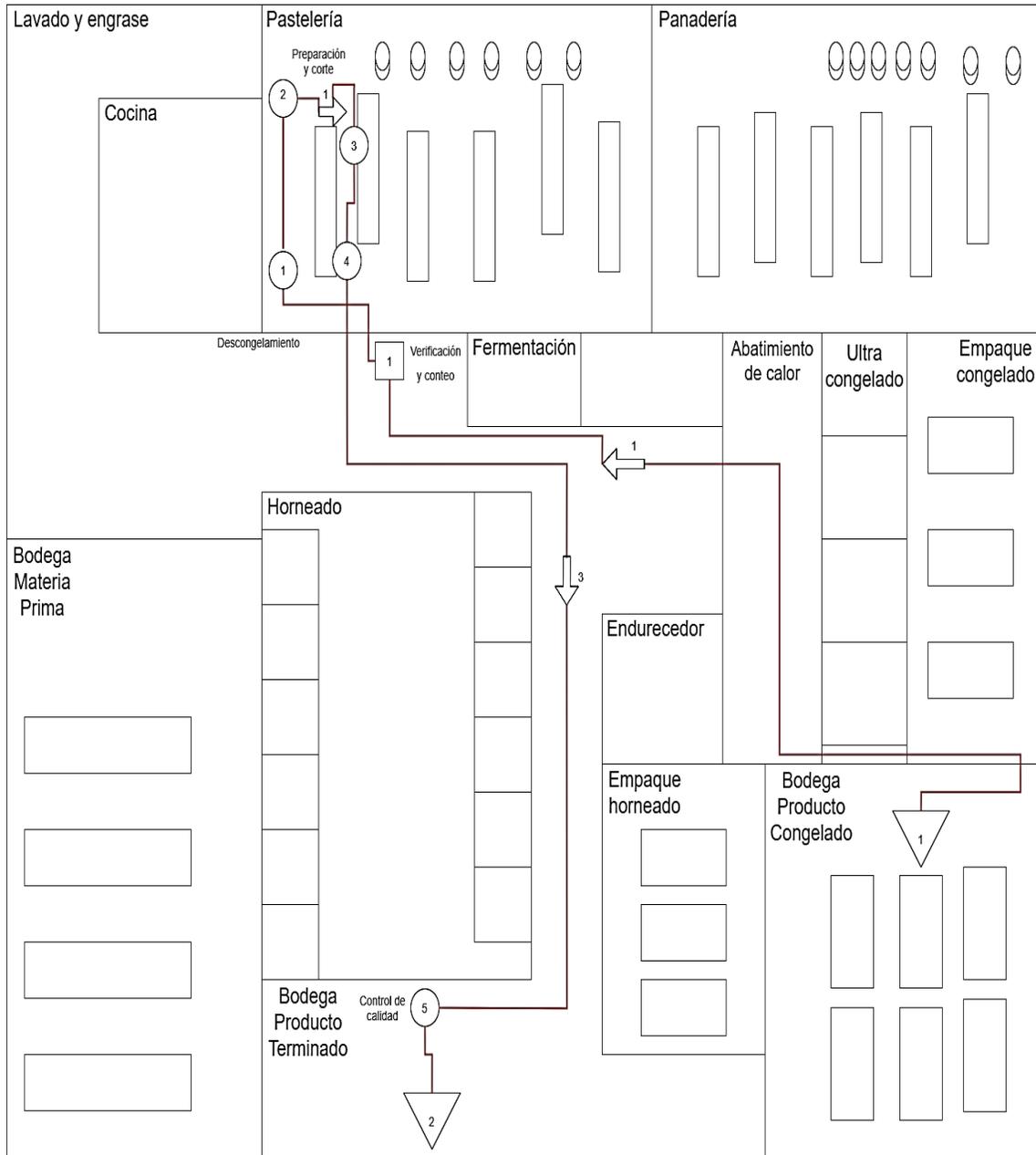
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 65. Diagrama de recorrido, producto terminado 2



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

Figura 66. Diagrama de recorrido, producto terminado 3



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

3.2.4. Diagrama hombre-máquina del área de horneado

Al ser el objeto de estudio el área de horneado de una industria panificadora, se realiza el diagrama hombre-máquina de un operario del área de producción. Se puede observar con mayor detalle en la figura 67, teniendo un detalle del tiempo efectivo y muerto promedio por día de un operador del área.

Para la elaboración de este diagrama se deben describir los tiempos por actividades establecidos en el estudio de tiempo en la tabla XXVII con la salvedad de que un operario maneja dos equipos al mismo tiempo y la tabla hace referencia a las actividades de un equipo industrial:

Tabla XXVII. **Tiempos por actividades**

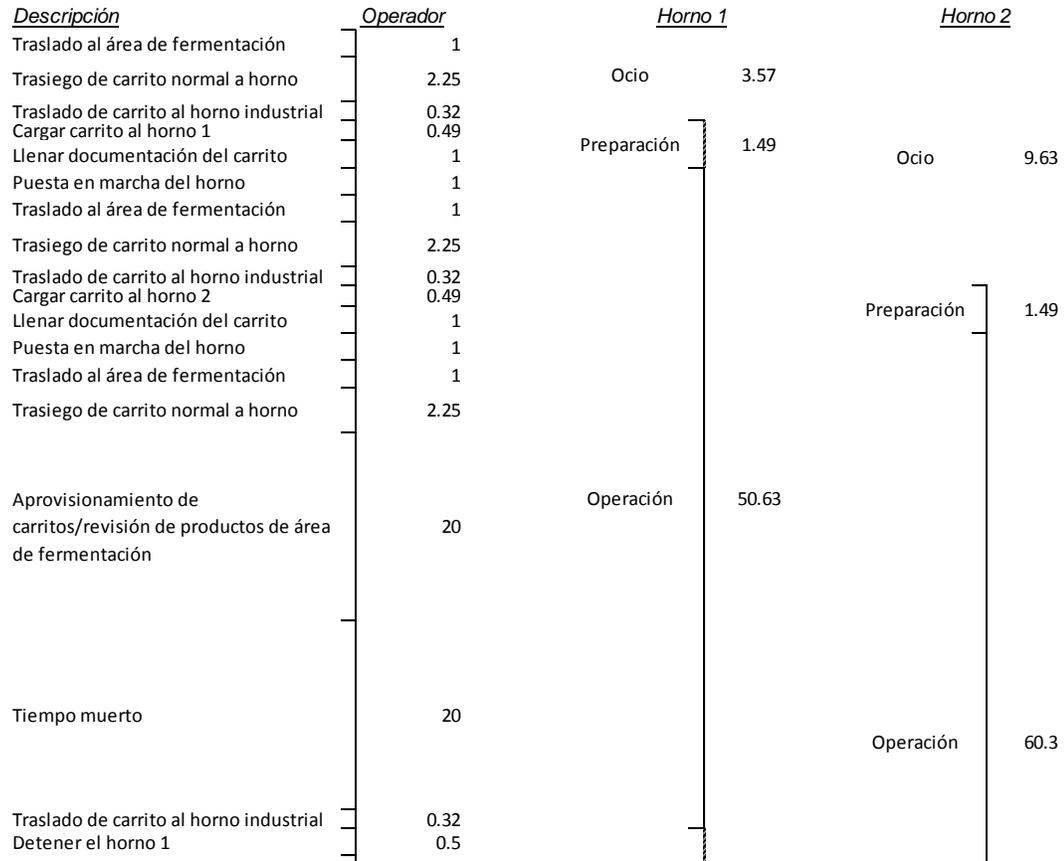
ESTACIÓN: HORNEADO		Tiempo por un solo horno		
DESCRIPCIÓN		TP	TN	TE
No.	Operación	Min.	Min.	Min.
1	Trasiego de latas a otro carrito de horno	2,5	2	2,25
2	Traslado de carrito a horno industrial	0,36	0,28	0,32
3	Cargar carrito de producción al equipo	0,48	0,5	0,49
4	Horneo del producto	75	55	65
5	Inspeccionar producto parcialmente terminado	12	8	10
6	Descarga del equipo de horneado	0,48	0,5	0,49
7	Trasiego de carrito de producto del horno	2,5	2	2,25
8	Desmoldado de producto	15	10	12,5
9	Traslado al área de enfriado	0,38	0,25	0,32
	No. De operarios	1		
	No. De equipos	1		
	Tolerancia (%)	5		
	Calificación de velocidad del operario	0,9		

Fuente: Departamento de Mantenimiento de Planta. *Programa de mantenimientos preventivos anual*. p. 20.

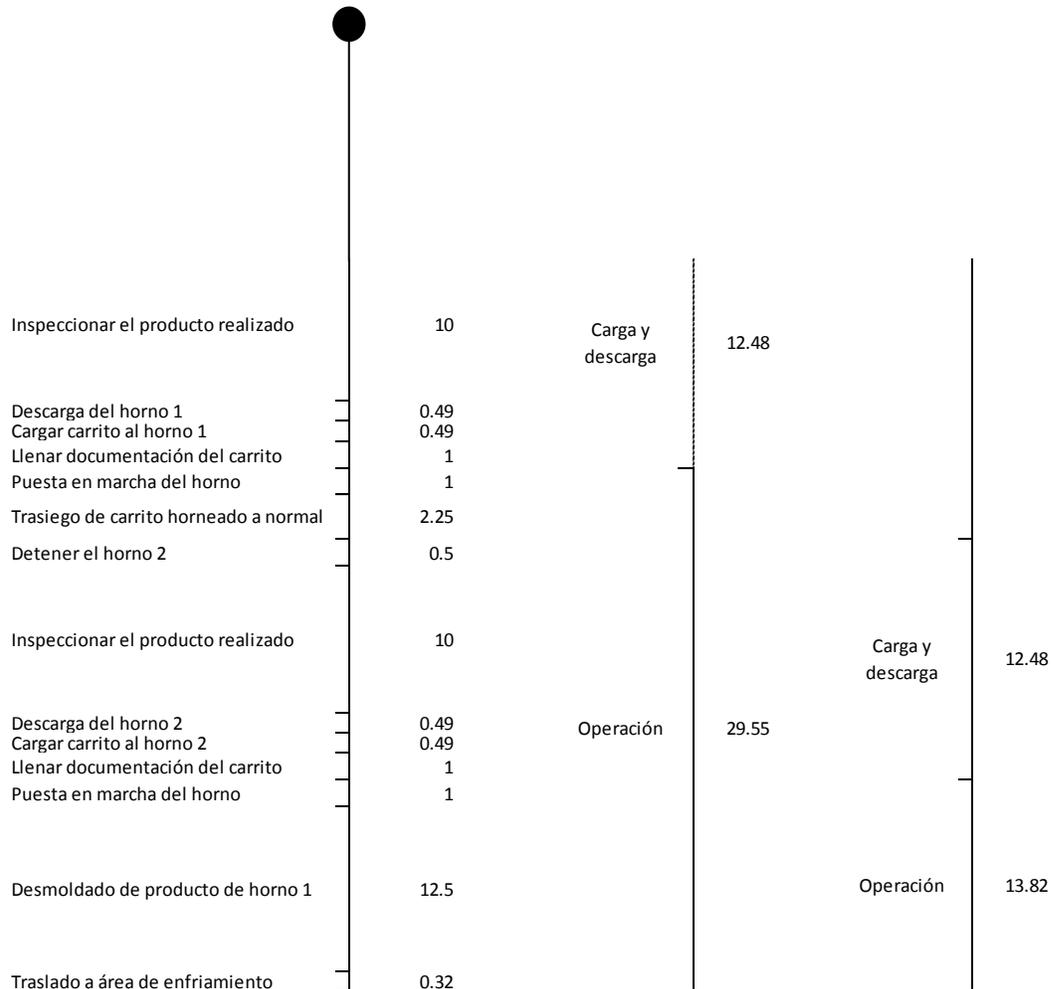
Para la elaboración del diagrama se consideran ambos equipos y los tiempos estándar definidos por operario, identificando la cantidad de tiempo de ocio y el tiempo considerado efectivo tanto por maquinaria como operario. Los hornos del ejercicio son del tipo rotativo.

Figura 67. Diagrama hombre-máquina de un operario de horneado

Diagrama hombre máquina de área de horneado			
Tema del diagrama:	Ocupación operario con 2 equipos	Fecha:	jul-20
Realizado por:	José Vallejo	Método:	Actual
Departamento:	Ingeniería	Hoja:	1 de 1



Continuación de la figura 67.



RESUMEN	Tiempo de ciclo (min)		Tiempo operativo (min)		Tiempo de ocio (min)	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Operador	97.72	-	77.72	-	20	-
Máquina 1	97.72	-	94.15	-	3.57	-
Máquina 2	97.72	-	88.09	-	9.63	-
TOTAL % DE UTILIZACIÓN	Operador	79.53%	Máquina 2	96.35%	Máquina 2	90.15%

Fuente: elaboración propia.

3.3. Documentación de control y utilización de equipo

El área de horneado de la empresa maneja distintos documentos de control y seguimiento tanto de productos como de los equipos, esta información tiene diferentes fines ya sea reportes mensuales o semanales y toma de decisiones, seguimiento de productos, programación de mantenimientos, trazabilidad y respaldo de auditorías. Los documentos principales son los descritos del inciso 3.3.1 al inciso 3.3.5 en los datos a llenarse y su importancia para el área.

3.3.1. Ficha histórica del horno

Este documento también llamado como bitácora del horno, lleva un registro detallado del equipo diariamente de los tiempos de utilización del horno y datos relevantes respecto al producto.

Este documento es individual para cada equipo y se cambia físicamente cada día en el horario de las 6 de la mañana iniciando el nuevo ciclo de escritura. Se llena de forma manual y escrita por los operarios de producción, en esta se llenan las casillas de No. De fila, Nombre de producto, No. De carrito, Hora de inicio, Hora de fin, temperatura de producto, cantidad de producto y firma de operario.

Este registro se almacena con la papelería de producción durante tres meses físicamente, en el departamento de ingeniería y en calidad de garantía en los documentos de seguimiento de trazabilidad, como análisis de datos y toma de decisiones para balance de equipos por áreas.

3.3.2. Ordenes de trabajo diarias

Como parte de la iniciativa de los operarios del área, en coordinación de los supervisores y el departamento de planificación se maneja un documento especializado en las ordenes de producción establecidas para el día en el horario de entrega de las 7 de la mañana que llegarán al área de horneado en conjunto.

Se entrega personalmente a cada uno de los supervisores del área, tanto de productos de panadería como de pastelería, este documento no es un documento de seguimiento del área, es una guía de apoyo a los supervisores en los productos que arribaran al área y poder coordinar sus actividades tanto de distribución de actividades por persona como el apoyo que se requerirá con el personal del área cercana en caso de ser necesaria.

Los documentos se almacenan semanalmente y son desechados cada domingo, solo cuentan con los datos de código, nombre y cantidad de producto.

3.3.3. Control de procesos

El marbete o ficha de control de procesos es un documento individual por carrito de producto, que persigue al producto desde su inicio en la etapa de amasado o batido hasta su finalización en las etapas de empaque congelado u horneado según naturaleza de producto.

Este documento por etapa se debe llenar con los datos requeridos, haciendo énfasis en inicio y fin del proceso, además de los valores críticos de la actividad a evaluar como temperatura, pH, temperatura del equipo, entre otros.

Especialmente en el área de horneado se deben de llenar los datos correspondientes a temperatura de producto, tiempo de vapor, temperatura antes de vapor, temperatura de horneo, % de humedad relativa, unidades, hora de inicio y hora final.

Este apartado se complementa con los apartados de enfriamiento de producto o abatimiento de calor, dependiendo de la familia de producto puede venir de una etapa previa de fermentación o manufactura directa. Este documento se lleva en control de procesos, y almacena durante un día para ser digitado electrónicamente por las personas a cargo al día siguiente de su elaboración. Su consiguiente función de apoyo es al departamento de calidad y la trazabilidad de los lotes de producción, el departamento de producción toma decisiones en base a estos resultados históricos en la mejora de procesos y seguimiento de proyectos.

3.3.4. Reporte de actividades

El reporte de actividades es el documento básico de llenado, se llena por parte de los supervisores y coordinadores de área, tanto panadería como pastelería, este documento sirve como bitácora diaria para los horneros, se lleva un control de ingreso y egreso de operarios conjunto a los productos de los que estuvieron a cargo, los equipos que se tuvieron en medida y el control de lavado de manos como de las buenas prácticas de manufactura diarias.

Este documento en físico se almacena mensualmente y luego se procede a su destrucción, no se digita ni se utiliza como documento de toma de decisiones organizacionales salvo en casos de respaldo en recursos humanos ante las actividades elaboradas por cada operario o seguimiento del equipo de parte de mantenimiento.

3.3.5. Cumplimiento de secuencia de producción

La secuencia de producción es el documento interno de reporte de todas las áreas, que sirve de guía en el orden de elaboración de los productos por parte de las áreas de panadería y pastelería.

Se realiza un chequeo de la secuencia y del cumplimiento de arribo de los productos según lo programado, no se procede a llenar algún dato extra, solamente se trata para esta área de un documento de apoyo en el orden como cantidad de producto que llegará al área para organizar a los operarios y los equipos de horneado según la naturaleza del producto.

El reporte de cumplimiento organizacional en respecto al orden de secuencia se entrega diariamente al jefe del área para dar un seguimiento correcto con los supervisores de las etapas anteriores en caso de no existir congruencia de envíos y programación.

3.4. Mantenimiento de los equipos

Las actividades de mantenimiento de equipos son coordinadas con varios meses de antelación en el departamento de mantenimiento planta. Los supervisores del área conocen los días programados para los equipos industriales y dividen las actividades con el fin de tener los equipos disponibles para su mantenimiento en el día indicado, caso contrario se pospone el mantenimiento del equipo según el mes calendario a la semana sobrante si tiene 5 semanas o bien se corren los equipos un día de programación.

3.4.1. Establecimiento de políticas de mantenimiento

Las políticas de mantenimiento de planta están enfocadas a lograr el objetivo principal de mantenimiento que se tiene planteado como mantener los equipos y utensilios de forma adecuada para lograr el cumplimiento total de la producción solicitada a la empresa utilizando de manera óptima los recursos y equipos disponibles.

Estas políticas son las directrices específicas, métodos, procedimientos y prácticas administrativas se describen en los incisos 3.4.1.1 al 3.4.3.1 en que se define tanto la descripción de las actividades como el procedimiento guía para alcanzar el objetivo principal de mantenimiento.

3.4.1.1. Programación de mantenimiento a lo largo del año

Las actividades de mantenimiento preventivo son las actividades que son programables y se realizan a inicio de año. La estructuración de los demás equipos se realiza un programa mensual en cada inicio de mes y se entrega a supervisores y jefatura de área para coordinar los equipos y estar coordinados con la demanda solicitada por el departamento de planificación de la producción.

El cumplimiento de esta programación de mantenimiento se lleva tanto en forma física como virtual, en que los encargados de cada equipo y área firman de recibido y conformidad de trabajo, así como ingresados a un sistema y verificado el cumplimiento de la programación, mostrado en un porcentaje de cumplimiento mensual al final de cada mes y un reporte final a cada año.

En que se presenta el porcentaje de cumplimiento y las causas de los no cumplimientos de equipos conjunto a las acciones correctivas realizadas para poder ejecutar el mantenimiento programado y el desfase de tiempo existente.

Esta información sirve de base en la programación final de diciembre para el año siguiente, mes en que no se efectúan mantenimientos preventivos solo en causas críticas o de alta relevancia.

3.4.1.2. Objetivos del mantenimiento

El objetivo principal del mantenimiento es tener los equipos y utensilios de forma adecuada y óptima para lograr el cumplimiento total de la producción solicitada a la empresa utilizando de manera óptima los recursos y equipos disponibles.

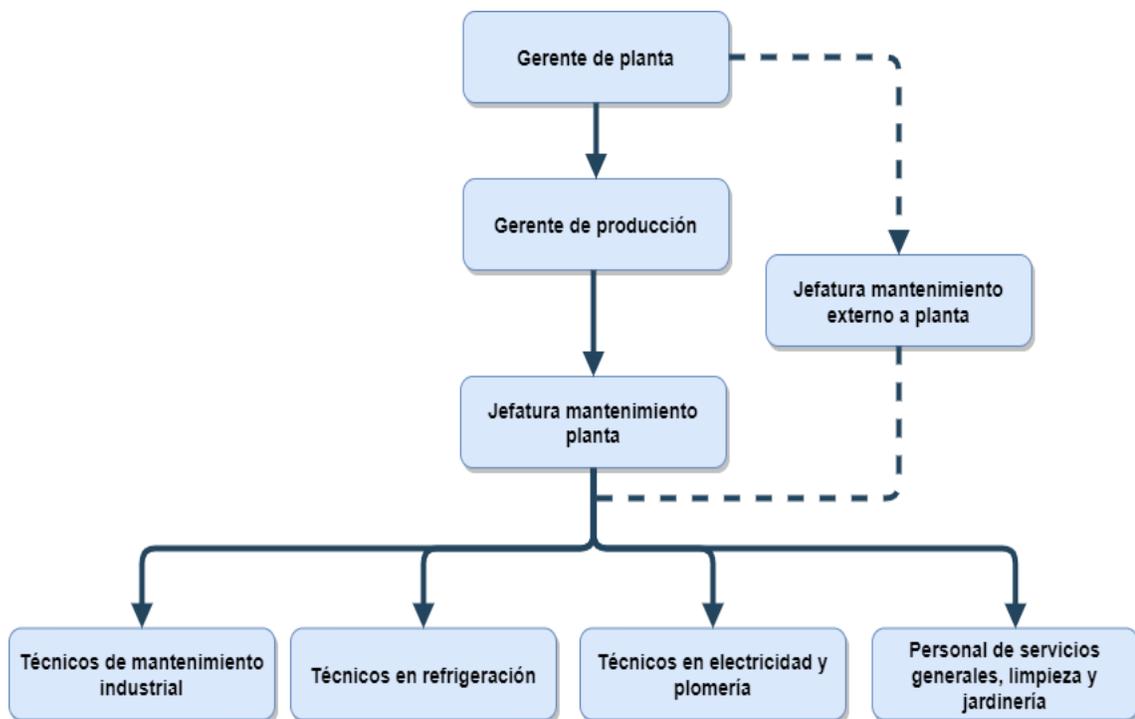
Todas las actividades realizadas se encaminan al cumplimiento correcto del objetivo principal y sus principales ejes de trabajo son cumplir el tiempo de mantenimiento establecido, no interferir con la producción a no ser que se requiera una interrupción crítica de la maquinaria, documentación de la actividad e informar a las personas a cargo para dar fe y conformidad del equipo y priorizar el funcionamiento de la maquinaria en los tiempos requeridos por producción en conjunto a los lineamientos de inocuidad exigidos por calidad.

3.4.1.3. Estructura de mantenimiento

Organizacionalmente el área de mantenimiento se compone como se puede observar en la figura 68, las actividades a nivel organizacional y de

planificación se ejecutan a partir del nivel de jefatura, las actividades operacionales son elaboradas por los técnicos y operarios.

Figura 68. **Diagrama organizacional del área de mantenimiento**



Fuente: Departamento de Mantenimiento de Planta. *Distribución administrativa y de puestos del área de mantenimiento*. p. 2.

La estructura de trabajo en el área de mantenimiento se sub divide según la naturaleza del trabajo, especializándose en técnicos de mantenimiento industrial encargados de cubrir todas las actividades referentes a equipos de planta, técnicos en refrigeración encargados de sistemas de extracción de aire, refrigeración, aires acondicionados y sistemas de cadena de frío, técnicos en electricidad y plomería a cargo de todas las instalaciones en planta y por último de estas categorías es el personal de servicios generales conjunto a limpieza y

jardinería, encargados de actividades de limpieza industrial, mantenimiento de jardinería, apoyo operativo a las demás áreas técnicas y control de plagas.

La estructura de la operación de mantenimiento se conforma de ciertos pasos según la naturaleza del mantenimiento, en caso de ser un mantenimiento preventivo se tienen el chequeo del programa, verificación de disponibilidad de equipo, verificación de insumos necesarios, limpieza y verificación inicial del equipo, realización de mantenimiento preventivo, chequeo final conjunto al operario y entrega del equipo con su documentación. En caso contrario se trate de un mantenimiento correctivo los pasos a seguir se encuentran conformados por chequeo del equipo, verificación de insumos disponibles, compra o retiro de bodega, realización del mantenimiento correctivo, chequeo final con el operario y supervisor encargado, entrega del equipo y documentación.

3.4.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el mantenimiento programado mensualmente como anualmente, en el caso de los equipos de horneado industrial son programados anualmente su mantenimiento y los equipos complementarios son programados durante el año incluyendo los carritos transportadores de producto.

Este mantenimiento se estipula en una periodicidad constante a fin de tener los equipos en la mejor condición disponible salvaguardando el bienestar del equipo y no tener retrasos inesperados en la producción diaria. Este tipo de mantenimiento es documentado y firmado, se especifica cada una de las acciones tomadas durante el mantenimiento, los técnicos a cargo del mantenimiento, firmas de conformidad de operario y supervisor a cargo, por

último, la documentación física y digital de la orden de trabajo realizada en su fecha y costo estimado.

Algunos equipos aún cuentan con garantía y seguimiento de fábrica, y se establecen fechas con las empresas fabricantes o representantes de los fabricantes, para dar mantenimiento a los equipos de horneado, revisión y chequeo de partes, seguimiento de eficiencia y funcionalidad del equipo.

Estos chequeos son establecidos conforme las políticas de compra del equipo y la periodicidad de revisión, así como el acceso a los repuestos de ser necesarios de su utilización, este mantenimiento se documenta por parte de la empresa y se informa tanto al supervisor del área como al jefe de mantenimiento de las acciones realizadas, hallazgos, recomendaciones y costo si existiera un trabajo adicional realizado. Este informe se entrega de forma física y se almacena para posteriores revisiones.

3.4.2.1. Tiempo de mantenimiento preventivo

El tiempo estimado de mantenimiento preventivo para cada horno industrial es de 9 horas si el mantenimiento es realizado por personal interno de la división de técnicos en mantenimiento industrial, en caso de ser realizado por una empresa externa el tiempo variara según la naturaleza de las actividades y la profundidad del mantenimiento entre 2 horas a un día completo. Se realiza de manera metódica de la forma especificada en el inciso 3.4.1.3, en que se describen los pasos como: chequeo del programa, verificación de disponibilidad de equipo, verificación de insumos necesarios, limpieza y verificación inicial del equipo, realización de mantenimiento preventivo, chequeo final conjunto al operario y entrega del equipo con su documentación.

El chequeo de programa, verificación de disponibilidad, de insumos y la documentación no se cuentan como tiempo efectivo de mantenimiento ya que no se realiza una operación en sitio ni se alteran las actividades programadas de producción, en este caso son actividades que corresponden tanto a personal administrativo o de supervisión como a los técnicos encargados del mantenimiento.

El tiempo estipulado en las actividades previas a la limpieza es de alrededor de 30 minutos, el tiempo de limpieza, verificación y mantenimiento es el estimado en 9 horas, en este tiempo se realiza una limpieza externa del cuerpo del horno con apoyo de personal de servicios generales, limpieza interna, verificación de consumibles, revisión del control de temperatura, panel de control eléctrico, campana, control falla flama, ganchos de encaje de los hornos, cámara de cocción y demás componentes comprendidos dentro del mantenimiento, estas actividades pueden ser realizadas por una o dos personas según la programación mensual de actividades.

Una amplia cantidad de veces se realizará el mantenimiento preventivo solamente por una persona para que los demás técnicos puedan realizar los demás mantenimientos programados o bien cubrir los correctivos que se presenten.

La revisión final y entrega del equipo se realiza con el operario encargado del equipo y el supervisor del área encargado tanto horneado panadería como horneado pastelería, se revisan todos los componentes del sistema y su funcionamiento en conjunto realizándose una prueba en sitio. Se procede a elaborar un reporte de las actividades realizadas de forma escrita que es firmado por el supervisor del área en conformidad con el trabajo realizado y jefatura del departamento de mantenimiento de recibido y realizado el trabajo.

3.4.3. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es un tipo de mantenimiento que se está evitando en toda la medida en las industrias y la industria objeto de la investigación no es la excepción, este tipo de mantenimiento representa paros a las líneas de producción, tiempos muertos, costos ocultos e improductividad organizacional a nivel producción y distribución.

Este mantenimiento al igual que el mantenimiento preventivo es realizado por los técnicos correspondientes al área de mantenimiento industrial, dando amplia prioridad a este tipo de trabajo en lugar al mantenimiento preventivo programado en caso de no tener suficientes personas disponibles para la elaboración de ambos mantenimientos o requerir de una mayor velocidad de entrega en los equipos industriales.

Se inquiera muchas veces en costos elevados al tener que solicitar repuestos con prioridad alta o no realizar las cotizaciones debidas en el departamento de compras, este tipo de mantenimiento terminan siendo de alto costo globalmente y en un área cuyo funcionamiento de los equipos es crucial para no afectar el producto es sumamente importante su correcto funcionamiento.

3.4.3.1. Circunstancias bajo las que se tienen mantenimientos correctivos

Un mantenimiento correctivo en el área de horneado solo puede ocurrir por causas de fuerza mayor en los productos, los equipos son controlados en el mantenimiento preventivo y la duración de los consumibles y componentes, los cambios son programados con antelación en los equipos para evitar los fallos

en cuestiones relacionadas al mantenimiento, los fallos existentes en un equipo por desgaste o por la utilización inadecuada o irregular de un equipo se reflejan en este tipo de mantenimiento.

Cuando un equipo presenta un fallo crítico en su funcionamiento que atenta tanto contra la inocuidad alimentaria como a la integridad del equipo es necesaria la intervención inmediata y retirar el producto dentro del equipo de existir en funcionamiento, las causas de este tipo de fallo pueden ser diversas tanto de manera física visible como lo es desprendimiento de alguna de las partes del horno como en su funcionalidad como ejemplo el poco calentamiento del horno e incongruencia con el dato mostrado en la pantalla del horno.

El mantenimiento correctivo por causas diversas, no puede ser medido en tiempo de reparación debido a la naturaleza del fallo y su intervención del técnico a cargo, algunos problemas internos de funcionamiento como sondas de temperatura averiadas o defectuosas en equipos que entran en la garantía son mantenimientos realizados por los fabricantes o empresa representante.

La proporción de los mantenimientos correctivos es significativamente menor respecto a los mantenimientos preventivos en el área de horneado según la documentación ingresada al sistema integrado de datos de la empresa, siendo un 70 % de veces mantenimientos preventivos y 30 % mantenimientos correctivos.

3.5. Estudio económico

Como parte del ejercicio de investigación y análisis se evalúa la parte económica involucrada en el área, abarcándolo desde dos puntos

complementarios como lo son el inciso 3.5.1 correspondiente a una cotización de compra de la maquinaria industrial y al inciso 3.5.2 correspondiente al estudio financiero en que se evalúan por diversos índices la viabilidad de compra de un equipo industrial para el área de horneado y en qué valor se puede decir que es factible la compra del equipo. Este estudio se realiza en conjunto tanto por el departamento de compras como por producción en que interviene el departamento de ingeniería de procesos y proyectos.

3.5.1. Cotización de un equipo promedio

Anteriormente a un proceso de cotización se requiere un estudio de parte de ingeniería de procesos en que se establecen las causas y motivos de adquisición de un equipo industrial para el área de horneado, en dicho estudio pueden influir una serie de factores como lo es la proyección de demanda y de producción conforme históricos anuales y porcentajes de variación, capacidad del área según horas disponible por maquinaria y utilizadas eficientemente, requerimientos de producción en productos con especial atención o condiciones de horneado o bien agilizar los procesos y rutas del área, reduciendo costos de horas extra sustanciosos del área como de las consiguientes.

Una vez establecida y justificada la necesidad de un equipo de horneado industrial se procede a la realización de la solicitud de compra, que deberá ser autorizada por junta directiva debido al costo del equipo y volumen de traslado de no ser existencias en el país.

Toda vez autorizada la compra del equipo industrial, el departamento de compras se encarga de revisar los equipos que cumplen total y parcialmente los parámetros especificados para el equipo de parte de producción. La cotización de compra se maneja con un referente mínimo de tres empresas ofreciendo el

producto, regularmente cuatro, en que dos se acoplan directamente al modelo solicitado y dos a modelos similares, pero en un costo más barato o más alto por sus características técnicas, ofrecimiento de servicios en continuidad y mantenimiento o bien el renombre de marca.

Estas cotizaciones son enviadas a producción para verificar cual es el equipo que se acopla a los requerimientos solicitados de compra, solicitando una opción prioritaria y una opción de respaldo para evaluar los costos adicionales de envío, estas dos opciones son presentadas a la alta gerencia para la autorización de compra con el costo total en que se toman en cuenta el costo de la maquinaria, costo de ensamble, flete marítimo o aéreo, flete terrestre, costos por montacargas y servicios complementarios.

3.5.2. Estudio financiero

Como parte del análisis se toman en cuenta los índices financieros de compra, en que es la forma que se evalúa el proceso de compra de un equipo adicional para el área de horneado y el verdadero beneficio que trae la adquisición de compra, dichos análisis se realizan con un porcentaje de incremento de la demanda o una disminución del costo de hora extra a fin de ver la rentabilidad del equipo.

3.5.2.1. Valor presente neto (VPN)

Para elaborar el cálculo del valor presente neto (VPN) se requiere de un análisis detallado de los ingresos proyectados y de los costos que tendrá en su vida útil el proyecto y la inversión inicial del equipo. Para la inversión inicial se desglosan todos los costos en la tabla XXIII con las cifras en quetzales. Este tipo de costos de inversión tienen la particularidad de presentarse como un

pago único a través del tiempo, los costos consiguientes en la tabla XXVIII son los costos repetitivos a través del tiempo en que se especifica tanto la cantidad en monto como su ciclo de pago este tipo de datos son claves en la realización de este análisis y el dimensionamiento incorrecto inicial de los costos tendrá como resultado un análisis erróneo en todos los demás análisis financieros.

Tabla XXVIII. **Desglose de costos de inversión inicial**

Descripción	Monto en GTQ
Costo del equipo industrial	Q 198 860,96
Costo de ensamble de equipo	Q 1 666,67
Flete de envío	Q 12 000,00
Transporte terrestre	Q 1 200,00
Costo por montacargas	Q 4 000,00
Servicios complementarios	Q 1 200,00
Total	Q 218 927,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Desglose de costos periódicos a través del tiempo**

Descripción	Costo mensual	Costo estimado anual
Costos directos		
Mano de obra	Q1 600,00	Q 19 200,00
Prestaciones laborales	Q 704,00	Q 8 448,00
Consumibles/repuestos	Q 666,67	Q 8 000,00
Energía eléctrica	Q 3 431,17	Q 41 174,00
Costos indirectos		
Servicios de agua	Q 218,44	Q 2 621,32
Mantenimiento interno	Q 135,00	Q 1 620,00
Servicio de limpieza	Q 100,00	Q 1 200,00
Costos de admón.	Q 270,00	Q 3 240,00
Mano de obra indirecta	Q 945,00	Q 11 340,00
Prestaciones laborales	Q 415,80	Q 4 989,60
Total	Q 8 486,08	Q 101 832,92

Fuente: elaboración propia.

Los años proyectados para el proyecto y verificar el retorno sobre la inversión escogida es de 5 años, durante estos años los costos se someten al porcentaje promedio de inflación en Guatemala correspondiente al 2.60 % según el banco de Guatemala en su tabla titulada “Inflación total, Ritmo inflacionario, años 1996-2020, porcentajes”, disponible en la página del banco de Guatemala, www.banguat.gob.gt, que la misma hace referencia como fuente al Instituto Nacional de Estadística (INE).

Todos los costos tanto directos como indirectos son sometidos a esta tasa de inflación para el análisis financiero, los costos directos comprenden la mano de obra de un operario, que se sub divide su sueldo en dos equipos por persona y es el costo atribuible a un solo equipo, las prestaciones laborales se calculan sobre esta subdivisión del sueldo que son las atribuibles al equipo.

Los consumibles y repuestos tienen la salvedad de realizarse en costos trimestrales que se sub dividen para efectos de la tabla XXIX en que se representan los costos en forma mensual de igual forma la energía eléctrica al ser uno de los componentes de funcionamiento y consumo del equipo se estipula el costo de consumo mensual y el estimado anual con un periodo de funcionamiento diario de 8 horas.

Los costos indirectos tienen de igual forma intervención de mano de obra indirecta como lo es la supervisión de turno, sub dividiendo el salario en la cantidad de personas y equipos que tienen a su cargo, de igual forma que lo anteriormente mencionado se calculan sus prestaciones laborales atribuibles al equipo.

Los servicios de agua y limpieza se cuentan en los costos indirectos porque no tienen que ver con el funcionamiento puro del equipo o la

transformación de materias primas, pero es necesario este servicio para la conservación del equipo en estado óptimo como evitar cualquier fallo por inocuidad en el producto.

El mantenimiento realizado organizacionalmente de igual forma se cuenta como un costo indirecto cargado al equipo industrial para mantenerlo en un estado óptimo y parte del programa de cumplimiento de todos los equipos industriales en planta, de igual forma se agregan los costos administrativos imputables al proceso y al equipo en relación a su crecimiento.

El apartado de ingresos, al tratarse de un horno tipo rotativo, se proyecta como un equipo de mayor utilización de panadería, para esto se tiene una proporción de 70 % de tiempo de utilización de equipo en panadería, y 30 % en pastelería en las 8 horas hábiles. Considerando las tendencias y aproximaciones de crecimiento de la demanda, las ventas del primer año en valores monetarios se incrementan en un 3.27 % para panadería y un 2.10 % para el área de pastelería.

El procedimiento de cálculo de ingresos se obtiene de la multiplicación del porcentaje de ganancia con el precio promedio (IVA incluido) y por último con la cantidad proyectada de producción por el horno. Estos valores monetarios proyectados para los siguientes 5 años a las respectivas tasas de crecimiento se presentan en la tabla XXX y representan el ingreso económico percibido y sustentable para el proyecto.

Tabla XXX. **Proyección de venta en quetzales**

Año	Ingresos proyectados panadería	Ingresos proyectados pastelería
1	Q 148 335,00	Q 64 125,00
2	Q 153 185,55	Q 65 471,63
3	Q 158 194,72	Q 67 612,55
4	Q 163 367,69	Q 69 823,48
5	Q 168 709,81	Q 72 106,71

Fuente: elaboración propia.

Conocidos los ingresos y egresos que son factores del proyecto, se debe conocer la tasa de inversión a la que se maneja el proyecto, la tasa de interés o de oportunidad utilizada para el cálculo es de 15 % y es una tasa de comparación levemente superior a la tasa de oportunidad ofrecida por el banco según los registros que es un estimado de 12.62 %, en un tiempo estipulado de 5 años para el ejercicio. La ecuación utilizada para el cálculo del valor presente neto es.

$$VPN = -I + \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t} \quad \text{Ecuación(10)}$$

Donde:

I = inversión inicial

Ft = Flujo de caja neto durante un periodo de tiempo

i = tasa de oportunidad

T = número de períodos de tiempo

El cálculo se realiza como se muestra:

$$VPN = -218\,927,63 + \frac{110\,627,08}{(1 + 0,15)^1} + \frac{115\,320,02}{(1 + 0,15)^2} + \frac{120\,926,76}{(1 + 0,15)^3} + \frac{126\,727,18}{(1 + 0,15)^4} + \frac{132\,727,89}{(1 + 0,15)^5} = Q\,182\,425,54$$

Al tener un valor positivo el cálculo se interpreta que el proyecto tiene un rendimiento positivo que muestra un valor favorable organizacionalmente en la compra del equipo, y se tendrá el retorno sobre la inversión en el tiempo estipulado para el proyecto.

3.5.2.2. Tasa interna de retorno (TIR)

El siguiente indicador financiero de evaluación en el proyecto de compra de un equipo de horneado industrial es la TIR, la TIR tiene como finalidad obtener un dato cuantitativo acerca de si es una inversión es viable o no considerando otra inversión más segura, en este caso, una inversión fija en el banco. El método de cálculo es con la ecuación utilizada para el VPN (10) con una igualación a 0 de la forma siguiente.

$$VPN = -I + \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+i)^t} = 0$$

Conocidos todos los valores de flujo de efectivo y el periodo de 5 años, se designa a “i” como la variable de la TIR a encontrar. Conocido el valor del VPN del inciso 3.5.2.1, un período de 5 años y el flujo de efectivo se realiza el cálculo de la forma:

$$-218\,927,63 + \frac{110\,627,08}{(1+i)^1} + \frac{115\,320,02}{(1+i)^2} + \frac{120\,926,76}{(1+i)^3} + \frac{126\,727,18}{(1+i)^4} + \frac{132\,727,89}{(1+i)^5} = 0$$

$$i = 45,35\% = TIR$$

Realizando el despeje algebraico respectivo y agrupación por términos se determina el valor de “i” que corresponde a la TIR, en este caso es un 45.35 % una tasa sumamente más amplia que la tasa promedio del banco en inversiones de productos de bajo riesgo, la rentabilidad obtenida por la inversión es mucho mayor y justifica la inversión del equipo de mantenerse estos números proyectados.

3.5.2.3. Análisis costo beneficio

El último análisis e indicador financiero al que se somete el proyecto es el análisis beneficio costo con la finalidad de expresar de manera sencilla y rápida el impacto del reembolso monetario que tiene la inversión o en caso de ser negativa el costo que tiene la inversión.

El resultado positivo o negativo esta dictaminado desde el análisis del VPN y de la TIR, por tanto, al ser resultados positivos ambos indicadores financieros el resultado del análisis costo beneficio será positivo y favorable a la empresa, con especial énfasis en el VPN que se demuestra que los ingresos son mayores a los costos, para realizar el cálculo se emplea la ecuación 11 mostrada.

$$CB = \frac{\text{Ingresos totales netos}}{\text{Costos totales}} \quad \text{Ecuación (11)}$$

Los beneficios se establecieron en el análisis del VPN de igual forma que los costos, procediendo con el cálculo sería de la forma:

$$CB = \frac{Q\ 401\ 353,17}{Q\ 218\ 927,63} = 1,83$$

El resultado del análisis se interpreta de manera que por cada quetzal que es invertido en el equipo, se tiene un retorno del 100 % sobre esta inversión y un adicional de 83 centavos por cada unidad monetaria invertida.

4. PLAN DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y PROCEDIMIENTOS DEL ÁREA

En el proceso investigativo se propone la mejora del área de horneado a través de la gestión de la producción y los procedimientos relacionados al área como los factores que pueden afectar el entorno de trabajo del área. En los incisos descritos del capítulo presente se elabora y desglosa este plan propuesto enfocado a dos ejes, los procedimientos del área y cómo manejarlos en el sentido de producción, distribución y jornadas laborales y por otro lado el mantenimiento industrial de los equipos que es una de las actividades que tiene un alto impacto de tiempo en el área.

4.1. Tiempo de los procesos

El proceso de horneado en los productos de panadería y pastelería toma un tiempo distinto según la naturaleza del producto, en el capítulo dos se describen algunos de los tipos de productos elaborados por cada área productiva en la tabla V que especifica los horarios de arribo de algunas categorías de producto al área de horneado.

A fines de respetar la información sensible de la empresa no se especificará los productos realizados por nombre, se dará un listado de productos por familia que se realizan en cada área y el rango de tiempo utilizado en minutos para el proceso de horneado por esa rama de productos en el área de horneado.

El procedimiento de horneado en cada una de estas etapas en el tiempo se establece en los parámetros de operación y ficha de producto para garantizar la calidad e inocuidad alimentaria al cumplir el requerimiento de temperatura interna de producto que pueda garantizar el matar las bacterias y microorganismos que sean dañinos a la salud humana y mantener las características del producto como color, textura y sabor. Estos datos se detallan en la tabla XXXI.

Tabla XXXI. **Ramas de productos y rangos de tiempo**

Categoría	Rango de tiempo (minutos)
Panadería	
Pan clásico	25-35
Variaciones baguettes	45-55
Pan dulce	20-30
Pan <i>light</i>	55-65
Pan tostado	25-35
Pan integral	45-55
Pan de molde	55-65
Pan de hamburguesa	25-35
Re utilización	20-30
Pan italiano	35-45
Pastelería	
Repostería Dulce	50-70
Galletería	30-40
Producto terminado y decorado	0
Repostería Salada	30-50
<i>Cup cakes</i>	30-40
Batidos	35-45
Bizcochos	55-65

Fuente: elaboración propia.

Se emplea este tipo de clasificación mostrada anteriormente y no la clasificación basada en los diagramas de productos de las figuras 41 a 52 (producto horneado, congelado, pre cocido y terminado).

Como la clasificación de la tabla XXXI es una aproximación mucho más cercana en el apartado del tiempo de procesos, y la anterior clasificación en la secuencia de procedimientos.

El rango de minutos es especificado para la mayoría de productos que cumplen el ingreso de su cocción en este periodo de tiempo, existiendo excepciones en todas las ramas de producto, regularmente a un tiempo mayor al que se tiene en el rango por las características del producto. La tabla XXXI se encuentra de igual forma ordenada de mayor a menor importancia relativa para la organización, según el 80 20 de producción y la importancia que tienen estos productos para ayudar a desenvolverse a la empresa y clientes.

La utilización de equipos de igual forma se explicó en el capítulo dos, las preferencias de utilización por características de equipo, características de producto y actual utilización del área.

La alteración de los factores de tiempo, sin alterar las condiciones de horneado, llevaría a un procedimiento de cocimiento incorrecto, esto incumple las normativas de alimentos de la FDA que contemplan el cocimiento de los productos, como uno de los cuatro pasos primordiales en la manipulación segura de los alimentos.

El color y la textura no son indicadores de seguridad confiables. El único modo de asegurarse de que el consumo de carne, aves, huevos, y pescados y mariscos será seguro sin importar el método culinario es usar un termómetro para alimentos.

Estos productos deben alcanzar la temperatura interna mínima segura para destruir cualquier bacteria dañina.³⁵

³⁵ FDA. *Hechos sobre alimentos de la administración de alimentos y medicamentos en los Estados Unidos*. p. 4.

Es importante resaltar la utilización de huevos en la panificación y pastelería como un ingrediente principal en la amplia mayoría de las recetas y carnes en los productos rellenos, la utilización de trigo como uno de los productos alérgenos enlistados también por la FDA obligan al correcto manejo, incluyendo cocimiento y congelación, de los productos.

Los tiempos actuales de horneado son establecidos con la finalidad de llegar a las temperaturas de cocimiento interno de los productos, se hace un especial énfasis en no alterar las condiciones de equipo más allá de las permitidas para evitar fallos operacionales en la maquinaria y en el producto para una cocción uniforme de tal manera que no genere un cocimiento de la corteza bastante pronto y pueda terminar con un tono de color fuera de parámetros o bien con una corteza sólida que incumpla con los parámetros de producción y calidad solicitados.

Con lo anteriormente explicado, estas alteraciones de tiempo y temperatura de horneado tiene un alto riesgo de tener una alta cantidad de producto no conforme elevando los costos por desperdicio, manteniendo estos tiempos en la modalidad de trabajo y realizando un trabajo organizacional de gestión y administración de recursos sin alterar los estándares de calidad del producto entregado por el área de horneado.

Las actividades y procesos puramente del área de horneado, que acompaña el operario, se especifican en la tabla XXXII conjunto a sus tiempos individuales por actividad.

Tabla XXXII. **Procedimientos en la etapa de horneado**

No.	Actividad	Descripción	Tiempo (min)
1	Trasiego inicial	El producto se traslada de carritos transportadores a carritos de hornos en el área de fermentación.	2,25
2	Programación de pre calentado	Basado en el manual de procedimientos de los hornos se programa la temperatura y tiempo de pre calentamiento del horno	0,5
3	Programación de horneo	Basado en el manual de procedimientos de los hornos se programa la temperatura y tiempo de horneo del horno.	0,5
4	Carga de equipo	Introducción y encaje del carrito al equipo de horneado.	0,5
5	Horneado	Horneo del producto por el equipo.	-
6	Inspección de productos	Revisión de temperatura y parámetros físicos del producto antes de la descarga del equipo.	10
7	Descarga de equipo	Desencaje y expulsión del carrito al equipo de horneado.	0,5
8	Trasiego final	El producto se traslada de carritos de hornos a carritos de transporte en el área de horneo.	2,25

Fuente: elaboración propia.

La misma tabla se traslada a un operario promedio que realiza estas actividades en un estimado de 45 a 90 veces aproximadamente por cada horno diariamente dependiendo de la naturaleza de la actividad y demostrado en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Tiempo diario de procedimientos por operario para 2 hornos**

No.	Actividad	Corridas	Tiempo unitario (min)	Tiempo total (min)
1	Trasiego inicial	90	2,25	202,5
2	Programación de pre calentado	50	0,5	25
3	Programación de horneado	50	0,5	25
4	Carga de equipo	50	0,5	25
5	Horneado	50	-	-
6	Inspección de productos	50	10	500
7	Descarga de equipo	50	0,5	25
8	Trasiego final	90	2,25	202,5
Tiempo total				1 005

Fuente: elaboración propia.

Estos procedimientos se consideran como actividades que no agregan valor los trasiegos, como se expuso en el capítulo 3 en el análisis de causas, los carritos transportadores insuficientes representan un alto impacto en la utilización irregular del área consumiendo un 40.3 % del tiempo de actividades normales de un operario expuesto en la tabla XXXIII, pudiendo sumar un estimado del 50 % e inclusive más de su tiempo laboral si se toma en cuenta las actividades de transporte de carritos.

El operario promedio realiza de 2 a 3 horas extra diarias de las 21.17 promediadas diariamente del detalle elaborado en el capítulo 3 para el área de horneado, atribuyendo a las actividades concernientes a trasiego y transporte de carritos de producto, transporte no necesario a otras áreas de producción,

teniendo un 45 % de su tiempo laboral y retrasos, se asume que un estimado de 10 horas extra están ligadas a estas actividades o derivan de las mismas en la utilización regular del tiempo laboral de un operario.

El procedimiento de mejora de esta actividad es la adquisición de carritos de producción especializados para los hornos, esta actividad con el fin de reducir o eliminar las actividades de trasiego y transporte, para este análisis de carros necesarios de ampliación por horno se basa en la cantidad de hornos y cantidad de producción

En la tabla XXIV se presentan en conjunto los datos correspondientes a los costos unitarios y cantidad de carritos que se requerirían en la inversión planteada para eliminar la diferencia tan amplia que existe con los carritos de producción actualmente.

Tabla XXXIV. **Ampliación de carritos de producción**

No. De horno	Tipo de horno	Porcentaje de producción procesada en el equipo	Carritos actuales	Incremento necesario	Costo unitario de carrito (Q)	Costo total (Q)
1	Rotativo	9,3 %	9	8	4 021,50	32 172,00
2	Rotativo	8,2 %	7	6	4 200,00	25 200,00
3	Rotativo	9,5 %	8	7	4 200,00	29 400,00
4	Rotativo	6,8 %	4	5	4 100,00	20 500,00
5	Estático	6,1 %	6	4	3 650,00	14 600,00
6	Estático	3,9 %	8	5	4 250,00	21 250,00
7	Estático	5,4 %	6	4	3 650,00	14 600,00
8	Estático	6,9 %	7	5	4 000,00	20 000,00
9	Estático	1,1 %	4	1	4 050,00	4 050,00
10	De piso	2,2 %	0	0	0,00	0,00
11	Rotativo	5,1 %	4	5	3 250,00	16 250,00
12	Rotativo	5,3 %	3	5	4 050,00	20 250,00

Continuación de la tabla XXXIV.

13	Rotativo	7,4 %	4	2	4 050,00	8 100,00
14	Rotativo	7,6 %	4	3	4 050,00	12 150,00
15	Rotativo	7,5 %	4	2	4 050,00	8 100,00
16	Rotativo	7,7 %	4	3	4 050,00	12 150,00
Total					Q 258 772,00	

Fuente: elaboración propia.

El incremento necesario se fundamenta también en la relación existente de carritos de producción y los carritos de hornos existiendo un total de 230 carritos usados en el área de producción y de 82 en total de carritos de hornos, la probabilidad de realización de un trasiego es bastante alta si se considera que un carro regularmente estará dentro del horno y de uno a dos en el área de enfriamiento.

Descontando dos de cada tipo de horno por lo anterior expuesto y un total de 3 para el mantenimiento, los datos resultantes de carros disponibles son de 49 para toda el área.

Se debe considerar también lo que se expone en la normativa RTCA referente a las buenas prácticas de manufactura, en el inciso 8.2, literal c y d, que habla de las operaciones de manufactura “C) Medidas efectivas para proteger el alimento contra la contaminación con metales o cualquier material extraño. Este requerimiento se puede cumplir utilizando imanes, detectores de metal o cualquier otro método aplicable. D) Medidas necesarias para prever la contaminación cruzada.”³⁶

³⁶ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *RTCA 67.1-33.06. Buenas prácticas de manufactura*. p. 13.

La realización de la actividad de trasiego va contra estas dos literales al exponer el producto a una contaminación cruzada derivada de las manos de los operarios obligándoles a tener un lavado de manos en un ritmo más cercano que el no tener que realizar estas actividades y por otro lado el riesgo por contaminación física existente por agentes sólidos al tratarse de carritos de acero inoxidable y que el trasiego es una actividad de traslado de latas de un carrito a otro exponiéndolo a cualquier caída de material no deseado y que compromete la calidad del producto.

La eliminación de esta actividad reduce ampliamente el tiempo que no agrega valor en el área de horneado, reduciendo costos por horas extras y enfocando a los operarios al seguimiento de actividades relacionadas al área y control de productos y documentación de los procedimientos, reducción de actividades innecesarias, reducción de horas extra.

Un problema bastante considerable es el manejo de trazabilidad que tiene un margen de confiabilidad bastante bajo al no tener exactitud por pérdida o desorganización de los documentos al identificar solamente un carrito de producto y no un carrito de producto en que se ingresan dos carritos de producción que se convierten en uno solo de horneado.

El análisis económico que sustenta la decisión de avance se tiene desglosado en el inciso 4.3 del presente capítulo.

4.1.1. Programación de producción y secuencia del área

La programación y secuencia se contempla desde el área de producción inicial, como se ha expuesto anteriormente la programación de producción es realizada en el departamento de planificación y la secuencia de producción por

los supervisores y puestos administrativos del área tanto panadería como pastelería, las demás áreas reciben solamente el documento como una guía de utilización.

La programación de producción y planificación de la demanda requiere de una serie de procedimientos ordenados y detallados para su correcto funcionamiento.

- Verificación y corrección de los datos históricos. Los históricos de datos y crecimiento de la cantidad demandada manejada por la empresa son datos que se deben someter a un análisis profundo para dar un aproximado de la tendencia manejada y el cómo se ha estado manejando la planificación de la producción para pasar a una proyección en la producción semanal y mensual en lugar de hacerla diariamente y con alta cantidad de cambios.

Para este procedimiento se debe tomar en cuenta los productos y pedidos extra solicitados, los cambios actuales representan un riesgo alto de fidelidad de información en el modelado de datos, se somete a un análisis y corrección exhaustiva para verificar el sistema que se ha manejado hasta la actualidad, para asentar la base de un sistema de datos orientado a la optimización de las áreas productivas y cumplir con la demanda solicitada. La cantidad sugerida de análisis es de dos años a partir del año 2018-2019, el año 2020 se trata de una excepción de producción por la utilización irregular por pandemia del virus Covid-19.

- Pronósticos estadísticos. El pronóstico estadístico base para el sistema se genera en función a la verificación y corrección de los datos históricos, en base a lo anteriormente expuesto y al sistema de datos históricos que

se ha presentado se trata de un modelo cíclico combinado de la demanda, tendiendo a un alta de incremento en la producción y cantidad demandada en los meses de noviembre a enero en que se presentan las fechas de alto consumo tradicional guatemalteco.

El sistema de pronóstico debe ser sometido a las pruebas de error de datos, lo ideal para esta prueba es realizar el modelo estadístico con los años 2018-2019 y comparar el modelo obtenido contra los tres primeros meses de producción del año 2020, este sistema de pronósticos se trata de un sistema de apoyo para programar las temporadas de producción en toda la planta de forma conjunta.

- Validación de datos con inteligencia de negocios. Establecido el pronóstico estadístico base en el anterior paso, en colaboración con el departamento de inteligencia de negocios se afina un pronóstico de ventas, este sistema de pronóstico está orientado con la información obtenida originalmente en el paso anterior con el histórico de la demanda y los pedidos extra a lo que se adiciona la información dada por inteligencia de negocios, en la que se expone la importancia de productos en las tiendas, y los productos líderes a los cuales debe darse especial énfasis en el sistema en cada rama productiva y los márgenes de ganancia.

Realizando un compendio de productos que tienen una alta relevancia para los clientes por diversos factores como ser el producto de favoritismo en su compra como los productos que son importantes para la empresa por su alto margen de ganancia, también se incluyen los productos de temporadas diversas entendiendo las temporadas navideñas, cuaresma y año nuevo por tomar algunos ejemplos.

Este sistema de pronóstico debe ser capaz de manejar un margen de error mínimo en los productos seleccionados en temporada normal o extraordinaria, este error mínimo garantizará el cumplimiento de la demanda de los clientes en los productos deseados constantemente como de la empresa en los productos que le generan una alta rentabilidad, el sistema implementado en conjunto a inteligencia de negocios debe tener indicadores de desempeño (precisión del pronóstico) que no sobrepasen la semana de alerta de incumplimiento de un indicador tomándose en cuenta la demanda insatisfecha y el producto no vendido.

Se debe tener especial cuidado con los productos que se han seleccionado como líderes de mercado o representativos de la marca y los puntos en que no se han abastecido dando una causa raíz de no ser un dato relacionado al pronóstico y programa establecido para el mes.

- Reunión de acuerdo de nueva modalidad de trabajo. En la reunión de consenso se debe tener la participación activa de los departamentos de planificación, producción, gestión de calidad, inteligencia de negocios y mantenimiento planta, en esta reunión se establece el plan de la demanda en que se expone el sistema de trabajo propuesto de planificación con el fin de tener una mejor utilización del sistema productivo y los recursos disponibles.

El sistema se encuentra diseñado para no descuidar la calidad de los productos, a los clientes o fines de la empresa, ni los intereses de cada uno de los departamentos que tienen una alta intervención en la planta y el correcto funcionamiento del sistema, se establecen los puntos de relevancia para el funcionamiento del programa para cada departamento

enlistándolos junto al sistema de trabajo propuesto para estas necesidades y responsabilidades que pueden surgir de la implementación de un programa basado en pronóstico de mayor exactitud y enfocado a un plazo más amplio.

- Planificación: La elaboración de un programa de producción constante en que no se tengan picos exagerados de producción que demuestren una irregularidad del área, este sistema está basado en modelos estadísticos de cantidad producida y cantidad de venta para lo cual se requiere de los datos actualizados de inteligencia de negocios en que se tenga la cantidad de venta para acoplar y modelar el sistema estadístico constantemente y mantener un rango de error mínimo.

Este mismo departamento debe mantener las cantidades constantes y números completos de producción en que no se permita la producción de decimales de producción que carezcan de lógica de producción, por ejemplo 0.33 de *batch*, que dificulta el trabajo en planta organizacionalmente desde la coordinación de entrega de materia prima, como todo el proceso productivo en que se dificulta la cantidad total requerida, y apelando a documentación de apoyo.

Este sistema al no permitir los decimales inexactos de producción se requiere de un seguimiento constante de la sobre producción o incumplimiento de la demanda y el cuanto equivale de un *batch* de producción lo que no fue abarcado en la demanda.

El sistema empleado para la documentación requiere de todos los tiempos de procedimientos para programar el conjunto de actividades a realizarse provisto por el departamento de producción y el departamento de planificación debe encargarse de la regulación de las recetas o listas de materiales a fin de disminuir la variación total percibida para cada producto y poder tener un control operacional.

- Producción: El departamento encargado de la elaboración del producto a través de la transformación de materias primas es el departamento que tiene como necesidad primordial el plan de producción a cumplir, las cantidades, los días en que este es solicitado, el tipo de producto y un manejo del control de los pedidos extra como apoyo a la reducción de horas extra y manejo de personal escalonado en sus actividades.

De igual forma esta es la principal responsabilidad de cumplimiento del departamento de producción, el cumplimiento del plan en los tiempos establecidos y entregados por este mismo departamento a planificación que se detallan los tiempos de elaboración de cada producto en cada línea y etapa productiva con la cantidad de personas encargadas del proceso.

Los tiempos por los procedimientos de cada producto son entregados en el formato mostrado en el anexo 1, en que se detalla el tiempo de cada producto dependiendo del tipo de receta manejado. En el sistema completo de producción se debe tener un programa de producción diario establecido en tiempos, cantidades

y cumplimiento interno fomentando el sistema de mejora continua y seguimiento organizacional.

- Calidad: El departamento de calidad tiene como interés principal en esta modalidad de trabajo la entrega de producto fresco y en buenas condiciones al cliente, que los planes de planificación para producción no sean tan amplios en su conservación que atenten a la calidad del producto entregado, apelando a los tiempos de ultra congelado y se cumpla uno de los estándares de la empresa que es el entregar producto fresco a los clientes.

Para cumplir este interés se requiere de los tiempos de vida de los productos y establecer un tiempo máximo permitido de los productos a pasar en la bodega de congelado para ser entregados al cliente, este tipo de análisis se realizará con el apoyo de producción y se revisará siempre el número de lote que se entrega diariamente de producto en las rutas de envío de producto, para esto se requiere de un sistema sólido de trazabilidad del producto, en que se especifique la fecha de producción del *batch* y los procedimientos que se establecieron para el producto con sus tiempos.

- Inteligencia de negocios: Cumplir con las expectativas de los clientes y de la empresa, para ello se debe tener un control del plan de producción y de las ventas constantemente, el seguimiento conjunto al departamento de planificación y los departamentos de marketing que pueden impulsar la venta de un producto o una locación determinada es un factor clave en el funcionamiento de este sistema.

El seguimiento en indicadores logísticos de la cantidad proyectada, entregada y vendida es la base de seguimiento al sistema, para ello se requiere del plan de producción estructurado y revisado con el departamento de planificación y de los informes diarios de la cantidad de producción elaborada como de la producción recibida por las tiendas y localidades.

- Mantenimiento: El departamento de mantenimiento tiene especial interés en la programación de la producción, porque los mantenimientos preventivos deben ser mantenidos y el cambio de jornada de la mayoría de los técnicos a un horario nocturno, tiene un costo especialmente alto y un incremento de las horas extra manejadas actualmente, para lo que es sumamente necesaria la coordinación del departamento de mantenimiento conjunto a planificación, para determinar las máquinas necesarias de recibir mantenimiento preventivo con el fin de estipularlo en el programa de producción.

Planificación de igual manera requiere los tiempos establecidos de mantenimiento preventivo para cada maquinaria y el tiempo de inicio, el programa de producción no puede establecerse en una base que no contemple los mantenimientos de maquinaria con el riesgo de incurrirse en mantenimientos correctivos que retrasarían toda la producción en un tiempo que no puede ser determinado hasta detectar la naturaleza de la falla. Un sistema de maquinaria en óptimas condiciones garantiza el funcionamiento del sistema sin ningún retraso y una alta eficiencia organizacional, para esto se requiere que exista un compromiso de parte de todas las partes.

Este compromiso se refleja tanto al dejar un espacio para el mantenimiento de los equipos como de producción para entregarlos, el compromiso de mantenimiento radica en cumplir el tiempo de mantenimiento estipulado y tener los insumos necesarios para el mantenimiento sin retrasos.

- Distribución del plan de la demanda por áreas: El plan de la demanda se debe desglosar en las cantidades a producir de cada producto, fecha de su producción, el tiempo estimado de producción por etapas, responsables por nombre, equipos a utilizar en el proceso incluyendo cantidad estimada de carritos de producción, tiempo de mantenimientos, maquinaria a ser evaluada y tratada, documentación escrita de seguimiento y cumplimiento del programa conjunto a los responsables por etapa desde puestos administrativos hasta los colaboradores del proceso productivo encargados de la actividad. El conocimiento y respeto del programa de producción es la clave del éxito del mismo.

El sistema de nivelación de la producción en que se basa el sistema de programación y secuencia de la producción tiene como fin nivelar la producción en períodos de tiempo, sin descuidar la demanda de los clientes y orientado a disminuir los costos relacionados de producción al no desperdiciar los recursos entendiendo como estos los equipos, horarios laborables, producto no conforme, entre otros.

Se establece un sistema de documentación al que como organización se encuentran acoplados y con alta recepción organizacionalmente hablando, que es el documento llamado secuencia de producción, que a su vez cumple su función como un reporte de producción. La documentación escrita de los procesos no puede perderse ni olvidarse, para esto se establece un sistema de

secuencia que cumpla todos los parámetros necesarios y que muestre la cantidad de producto a producirse.

Este sistema ya no se trata solamente de un documento de apoyo a las demás áreas sino un sistema de seguimiento integrado desde el área de planificación y todas las áreas de producción donde se detallan los productos y horas determinadas de arriba.

El sistema de secuencia tiene como fin obtener un compendio como el que se obtiene en la tabla XXXV con una secuencia de producción general para guía de todas las áreas y cada área llenar su respectiva documentación.

Tabla XXXV. **Propuesta de secuencia de producción general**

PANADERÍA	Amasado		Dividido y formado		Fermentado		Horneado		Ultracongelado		Empaque congelado		Empaque horneado		
	Código	HI	HF	HI	HF	HI	HF	HI	HF	HI	HF	HI	HF	HI	HF
1	09:15	10:15	11:15	12:15	13:15	14:15	15:15	16:16	17:15	18:15	19:15	20:15			
2	10:25	11:25	12:25	13:25	14:25	15:25	16:26	17:26						18:26	20:00
3	12:35	13:35	14:00	15:00	16:00	17:00			18:35	19:35	20:35	21:35			

Fuente: elaboración propia.

El sistema de secuencia es un plan general de producción para el día y debe ser visible y entregable a todas las áreas involucradas en el procedimiento, con supervisores de producción a especial cuidado del cumplimiento de esta secuencia en los tiempos establecidos y apoyo del departamento de ingeniería de procesos en la corroboración de ritmos de producción establecidos a fin de comprobar que los tiempos establecidos para

las cantidades de producción correspondan a los horarios de inicio y fin que se han establecido para la producción.

El sistema de planificación y de secuencia tiene variantes para cada departamento productivo que debe llegar según la naturaleza del área, para el área de horneado y maximizar la utilización de los equipos se hace uso de un tipo de secuencia que apela al número y código de carrito de producto en que se ingresa en un equipo específico en un horario específico para elevar la eficiencia del área y tener un control completo de los productos en dónde entran y en que horarios específicos. La variante para el sistema de horneado se puede apreciar en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. **Secuencia de área de horneado**

HORNO 1/PANADERÍA					
Código producto	Código de carrito	Cantidad	Hora de inicio		Hora de fin
1	4HC	100	09:00		09:45
2	8HC	150	10:00		10:25
3	6HC	85	10:27		11:01

Fuente: elaboración propia.

De igual forma esta secuencia es diariamente para cada horno, el sistema de alimentación de datos nace de la matriz de planificación original y verificada por planificación y producción en que el departamento de planificación establece los productos del día.

El cálculo del tiempo de arribo, como del tiempo en el equipo, se realiza para los inicios y finales de los procedimientos productivos con las personas encargadas, con base a los ritmos de producción establecidos y brindados por

ingeniería de procesos, los procesos estandarizados, los códigos de carritos, las recetas a cubrirse con el tiempo necesario por etapa y las variantes que puede tener según la lista de materiales utilizada, un sistema gráfico que permita la visualización del mismo para cualquier persona sin necesidad de incurrir en altos gastos de impresiones o papelería con el apoyo de una base de datos lo suficientemente amplia de manejo de un sistema integrado de producción y planificación.

4.1.1.1. Informes de productos fuera de tiempo en su arribo al área

Como parte del seguimiento y de mejora de la gestión de los procedimientos del área de horneado el cumplimiento del plan de producción y especialmente de los tiempos estipulados es un factor clave para la medición y control de los equipos en un área altamente industrializada que depende puramente de la maquinaria más que del operario para su funcionamiento, sin embargo, el arribo correcto de los productos en los tiempos estipulados representa el factor clave de éxito en el uso eficiente de los equipos de producción.

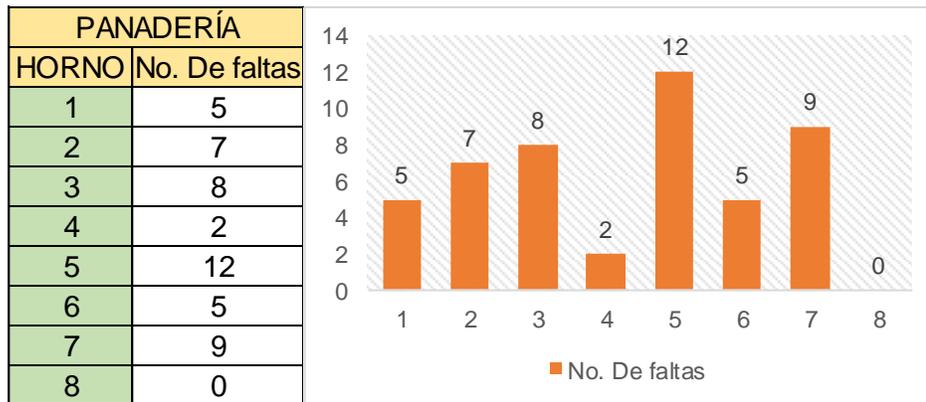
Razón por la cual en la figura 75 de secuencia de producción del área de horneado en las columnas de hora de inicio y hora de fin se tiene un espacio en blanco al lado de cada inicio programado, en caso de cumplir se tocará el cuadro dos veces para marcar un color verde que significa el cumplimiento del horario y en caso contrario se dejará en blanco, recordando que este se trata de un documento digital que es mostrado diariamente en la puerta de cada horno industrial.

En caso contrario de ser un documento físico, se marcará con un cheque si cumple y de no cumplir se mantiene en blanco, tomando en cuenta que el rango de tiempo que se puede considerar como un retraso grave del producto es mayor o igual a 5 minutos.

El control final de productos fuera de tiempo se debe entregar como un reporte diario, con el sistema en que se represente la cantidad de productos que fueron entregados fuera de tiempo, para esto se debe realizar una junta periódicamente en duración no mayor a 15 minutos, se expliquen las causas del retraso de los productos en la semana, se defina un plan de seguimiento y mejora.

En la medida que el plan del área de horneado sea cumplido las demás áreas dependientes como el área de empaque horneado que es un área manual puede acoplarse al sistema de producción sin tener que alterar turnos ni incurrir en tiempos diversos de igual manera el sistema de congelado al ser otra área completamente industrializada hasta el empaque congelado puede apegarse al sistema si los tiempos son respetados. La finalidad es llegar a un reporte como se muestra en la figura 69 el cual será entregado y publicado con las personas encargadas semanalmente para el procedimiento de la mejora y gestión de los procedimientos y la producción realizada en el área de horneado.

Figura 69. **Modelo de reporte de productos entregados fuera de tiempo en el área de horneado**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2. **Análisis de capacidad de producción según jornadas y diagrama hombre-máquina**

La capacidad establecida para el modelo de trabajo y que se acopla de mejor forma para una producción que posee alta variedad de productos y los tiempos de procedimiento son sumamente distintos incluso en las mismas ramas de productos que se distinguen por medidas o características físicas o de operación, es la opción de medición de capacidad utilizando la variable en común para todos los procedimientos como lo es el tiempo.

Para este tipo de capacidad se tiene en cuenta la cantidad total de operarios de los que se dispone en el área de horneado, previo a una división de personal para áreas de panadería y pastelería.

En el capítulo dos se especificó que existen dos condiciones bajo las cuales no se cumplen los 16 operarios del área por el día de descanso

operativo de cada uno y la variante a tomar en cuenta que es el modelo de producción actual que los productos de alto volumen de panadería son trabajados durante la noche para no saturar el área de horneado y empaque.

Bajo estos supuestos se calculan los tiempos de disponibilidad laboral para el área tanto de personas y de maquinaria que se representan en la tabla XXXVII considerando la jornada diurna y nocturna actual.

Tabla XXXVII. **Tiempos disponibles en el área de horneado**

Tipo de día	No. Disponible día	No. Disponible noche	Tiempo Diurna (horas)	Tiempo Nocturna (horas)	Tiempo Disponible Diurna	Tiempo Disponible Nocturna
Operarios						
Día normal	9	2	7,5	5,5	67,5	11
Día con productos líderes	9	6	7,5	5,5	67,5	33
Equipos						
Día normal	16	16	11,5	11,5	184	184
Día con mantenimiento	15	16	11,5	11,5	172,5	184

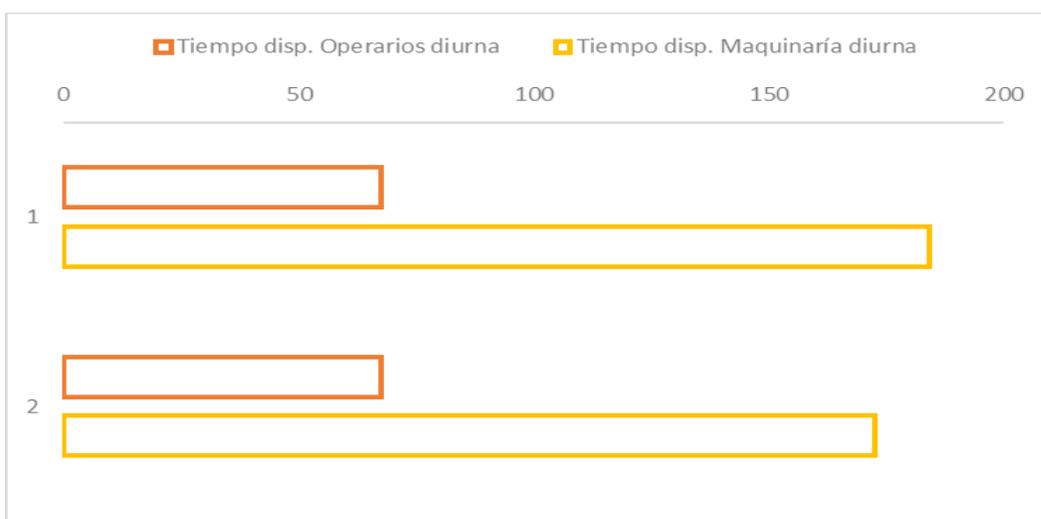
Fuente: elaboración propia.

A la jornada diurna se descuentan 30 minutos de suplementos operativos como pueden considerarse los tiempos de baño, descanso y lavado de manos que representan actividades necesarias y fisiológicas humanas. A los equipos se les descuenta media hora en tiempos de enfriamiento y preparación de maquinaria, tiempos establecidos para la carga y descarga de equipo como enfriamiento del sistema.

En forma gráfica puede apreciarse por jornadas, el tiempo disponible de la maquinaria del área y el tiempo que se dispone de los operarios en las figuras 70 y 71, cabe recalcar que cada operario maneja dos equipos y el porcentaje de cumplimiento de tiempo de utilización de los equipos si se cumple y es un factor medible por la eficiencia y capacidad real utilizada, las figuras representan el tiempo disponible de cada uno de los dos pilares de funcionamiento del área más no el porcentaje de cumplimiento.

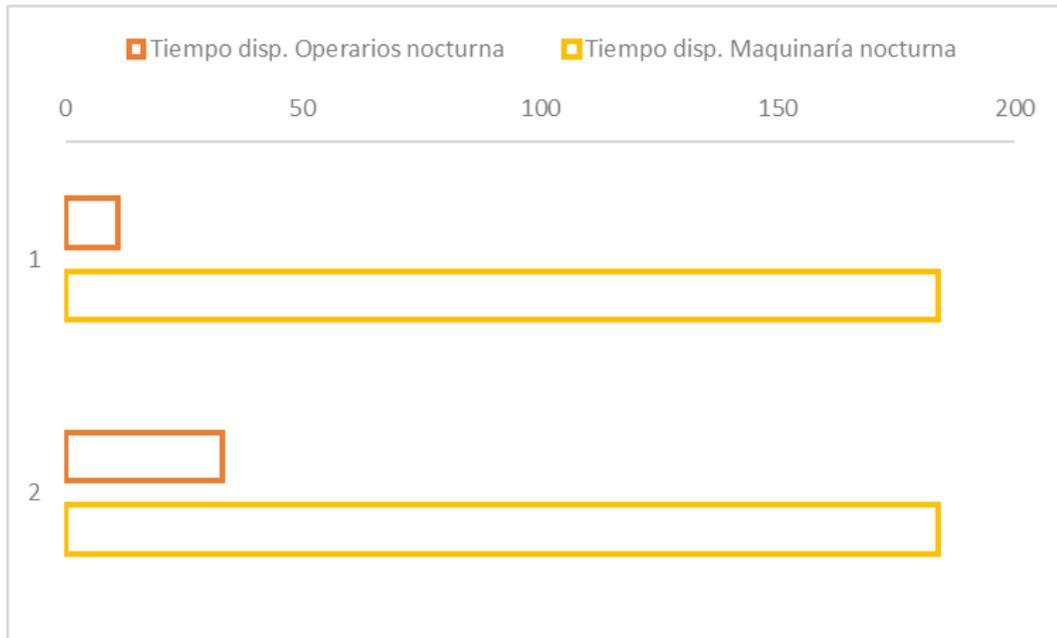
En la primera comparativa de columnas se compara un día normal operativo tanto de personas como maquinaria y en la segunda un día de producción con productos líderes con un día de mantenimiento programado, la segunda comparación no afecta el resultado obtenido tomando en cuenta que los mantenimientos son programados durante el día y el turno nocturno puede hacer uso de los 16 hornos disponibles, afectando solamente las columnas de color amarillo de la figura 70.

Figura 70. **Tiempos disponibles en jornada diurna, horneado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 71. **Tiempos disponibles en jornada nocturna, horneado**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar el tiempo disponible de la maquinaria y de los operarios es ampliamente superior, tomando en cuenta que los equipos se encuentran disponibles en 23 horas del día si se respetan los tiempos de enfriamiento y de preparación, por otra parte, las jornadas laborales estipuladas en el código de trabajo manejan turnos de 8 horas para la jornada diurna y 6 horas para la jornada nocturna sin incurrir en horas extra, si se tiene en cuenta que los operarios manejan dos equipos por persona, durante la jornada diurna la diferencia mostrada en la figura 70 de los tiempos disponibles es un tiempo que puede ser asumible parcialmente con las horas extra para aprovechar las 12 horas en su totalidad del equipo o una buena parte del mismo.

Por otra parte, la jornada nocturna se nota un claro desaprovechamiento de los equipos, la cantidad es sumamente superior incluso con los operarios haciéndose cargo de dos equipos. La cantidad de operarios reducida en comparación a la jornada diurna representa una limitante bastante clara, en un día promedio de producción se cuenta con un tercio de las personas y en los días de alta producción se cuenta con dos tercios de las personas que se cuentan en un turno diurno recordando siempre que los turnos nocturnos están contemplados en turnos de 6 horas y el resto de tiempo se incurre como hora extra, exceptuando la modalidad de trabajo en que se cumplen las 36 horas laborando tres días a la semana por 12 horas consecutivas.

En la tabla XXXVIII se exponen los resultados finales concernientes a la capacidad de diseño o teórica, capacidad operativa o real y la utilización de la capacidad, para esto ya se tomó en cuenta la variante de operación en que los operarios tienen dos equipos asignados, se realiza un análisis de un equipo con un operario encargado y se realizan dos tipos de análisis en el punto de mayor utilización en la jornada diurna, y el punto de mayor utilización de la jornada nocturna.

Tabla XXXVIII. **Resumen capacidad de un equipo de horneado**

Tipo de capacidad	Valor
Jornada diurna	
Capacidad de diseño	11,5 horas-equipo
Capacidad operativa	7,5 horas-hombre
Utilización de la capacidad	65,22 %
Jornada nocturna	
Capacidad de diseño	11,5 horas-equipo
Capacidad operativa	5,5 horas-hombre
Utilización de la capacidad	47,83 %

Fuente: elaboración propia.

La anterior tabla expone la capacidad real que se utiliza de un equipo apelando a las jornadas laborales diurna y nocturna expuestas en el código de trabajo considerando este tiempo como el tiempo que puede ser cubierto normalmente por un operario de producción sin la utilización de horas extra, es decir el aprovechamiento de la capacidad teórica del equipo por parte de producción.

Como se puede observar existe una diferencia sustancial entre la utilización de la capacidad en la jornada nocturna que la jornada diurna, teniéndose una jornada nocturna mucho menor en aspectos de ley, al trabajar un solo día el aprovechamiento de la capacidad es del 100 %, sin embargo, al día siguiente de nula operación por el trabajador y el área tener una cantidad de personas significativamente menor, la capacidad utilizada en el equipo tiende a un porcentaje de utilización mucho menor.

El incremento de este porcentaje de capacidad por equipo y del área se hace un especial énfasis en el inciso 4.1.2.1 que se expone un sistema de manejo de doble jornada en lugar del sistema manejado actualmente de preferencia por la jornada diurna.

En el diagrama hombre máquina de la figura 72 se representa el tiempo operacional ligado de un operario a un solo equipo y con el método propuesto con los datos anteriormente mencionados, estas actividades son ligadas al proceso de operación puramente del área de horneado.

Las actividades operativas del área que no están ligadas al equipo, pero si realizadas en el área como bien lo son: el barnizado y decorado de los panes de tipo hamburguesa con huevo por pistolas a presión, actividad que se realiza por los horneros al requerirse después de la fermentación y no por personal

operativo de producción al tener el equipo a presión de aire en las instalaciones cercanas al área de horneado y enfriamiento de carritos.

Las actividades de desmoldado de producto y colocación en canastas también son actividades relacionadas al área que no poseen interacción con el equipo y se realizan en los tiempos de que el hornero no está en un equipo industrial.

La última actividad considerada de importancia es el traslado para lavado al área de lavado y engrase tanto de los moldes como de carritos y canastas de producción sobre todo en los carritos de tipo estático que tienden a quedar manchados evitando contaminaciones cruzadas, conjunto a esta actividad se realiza el aprovisionamiento de carritos de producción de 24 bandejas para las actividades de trasiego al sacar los carritos de los equipos (actividad que puede ser eliminada como se vio en el inciso 4.1).

Figura 72. Diagrama hombre máquina, método propuesto

Diagrama hombre máquina de área de horneado			
Tema del diagrama:	Diagrama para un equipo	Fecha:	jul-20
Realizado por:	José Vallejo	Método:	Propuesto
Departamento:	Ingeniería	Hoja:	1 de 1

<u>Descripción</u>	<u>Operador</u>	<u>Horno 1</u>
Traslado al área de fermentación	1	Ocio 1.32
Traslado de carrito al horno industrial	0.32	
Cargar carrito al horno 1	0.5	Preparación 1.5
Puesta en marcha del horno	1	
Llenar documentación del carrito	1	
Verificar secuencia de producción	1	
Traslado de carritos al área de lavado y engrase	5	
Traslado al área de fermentación	1	
Traslado de carrito al horno industrial	0.32	
Cargar carrito al horno siguiente	0.5	
Llenar documentación del carrito	1	
Puesta en marcha del horno	1	
Llenar documentación del carrito	1	
Verificar secuencia de producción	1	Operación 49.14
Realización de actividades de desmoldeo y barnizado	35	
Traslado al área de fermentación	1	
Traslado de carrito al horno industrial	0.32	
Detener el horno 1	0.5	
Inspeccionar el producto realizado	10	Carga y descarga 11.5
Descarga del horno 1	0.5	
Cargar carrito al horno 1	0.5	

RESUMEN	Tiempo de ciclo (min)		Tiempo operativo (min)		Tiempo de ocio (min)	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Operador	97.72	63.46	77.72	63.46	20	0
Máquina 1	97.72	63.46	94.15	62.14	3.57	1.32
TOTAL % DE UTILIZACIÓN	Operador	100.00%	Máquina 1	97.92%		

Fuente: elaboración propia, diagramas de métodos de empresa.

Con el método propuesto se eliminan los trasiegos y en una corrida promedio de horneado de 50 minutos se maximiza el tiempo operativo, así como el aprovisionamiento de producto para la carga y descarga de los productos de los equipos de horneado.

4.1.2.1. Manejo de doble jornada y relación con las horas extra

Con base en la tabla XXXVIII del inciso anterior se sabe que por cada jornada se tiene una capacidad de diseño de 11.5 horas por cada equipo, sin embargo, la capacidad operativa de las jornadas no rebasa el 66 % destacando el turno nocturno por la poca capacidad operativa en los días que no se manejan los productos líderes.

En seguimiento con el programa de producción, las unidades pueden ser escalonadas y el plan de producción llevarse a 24 horas, teniendo en cuenta este plan de organización consensuado con los departamentos relacionados a producción e inteligencia de negocios.

Considerando como una prioridad establecida por calidad la garantía de producto fresco para el cliente, muchos productos se trasladan al turno nocturno obligando a las áreas el manejo completo de dos turnos de producción, en que se sub dividan los productos según la jornada de trabajo, empezando a manejar el producto terminado y horneado directo en las jornadas nocturnas y el producto congelado y pre cocido en el turno diurno, empleando de esta forma un mayor porcentaje de tiempo en utilización de los equipos y de las áreas reduciendo el tiempo necesario de las horas extra por cumplimientos de producción porque el sistema se encuentra basado en los tiempos de procesos acomodando estos productos en dos jornadas y no solamente en una.

La implementación de este sistema de producción requiere de la integración de los pedidos especiales de clientes y tiendas que sean integrados al plan de producción para ser manejada por el área de horneado y no saturar el área.

El área de horneado se maneja en un nuevo enfoque, un tiempo laboral estable de 10 de la mañana a 6 de la mañana del día siguiente, en dicha nueva organización se tiene un tiempo de utilización del área de 20 horas efectivas.

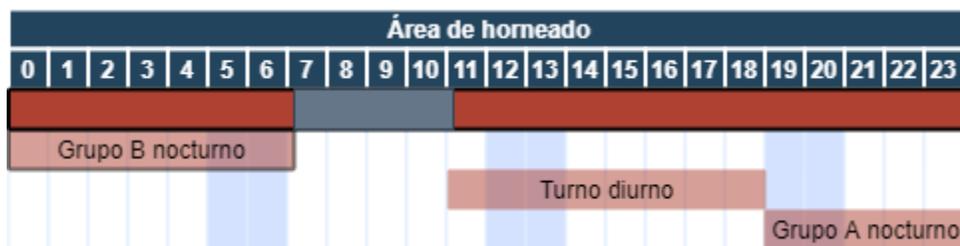
En el tiempo sin utilización del área se tiene contemplado el inicio de mantenimiento y la elaboración de productos congelados, que no deben trabajar bajo el turno nocturno a no ser casos especialmente específicos como producción por exportación.

Este sistema con los 16 horneros en la misma cantidad requiere que sean modificados los horarios, asumiendo 5 para el turno diurno que abarcará desde las 10 de la mañana hasta las 6 de la tarde, y 11 para el turno nocturno subdividiendo esta etapa en dos grupos. El grupo A que ingresa de 6 de la tarde a 12 de la noche de 4 personas, y el grupo B de 12 de la noche a 6 de la madrugada del día siguiente conformado por 7 personas, siendo este el grupo que debe tener especial cuidado en el cumplimiento de sus labores al tener la carga de mayor importancia de trabajo en el área de horneado.

Se debe respetar el tomar un operario por turno para descanso en los fines de semana o los días de caída de producción coordinando que no se afecten las actividades y turnos rotativos quincenalmente de los operarios evitando el desgaste.

Llevando a cabo este sistema se tiene que aplicar el descuento de tiempo operacional, para esto los turnos efectivos de trabajo se establecen como 7.5 horas para la jornada diurna y de 5.5 para cada grupo de la jornada nocturna. En la figura 73 se muestra el tiempo de utilización del área.

Figura 73. **Tiempo de utilización del área**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

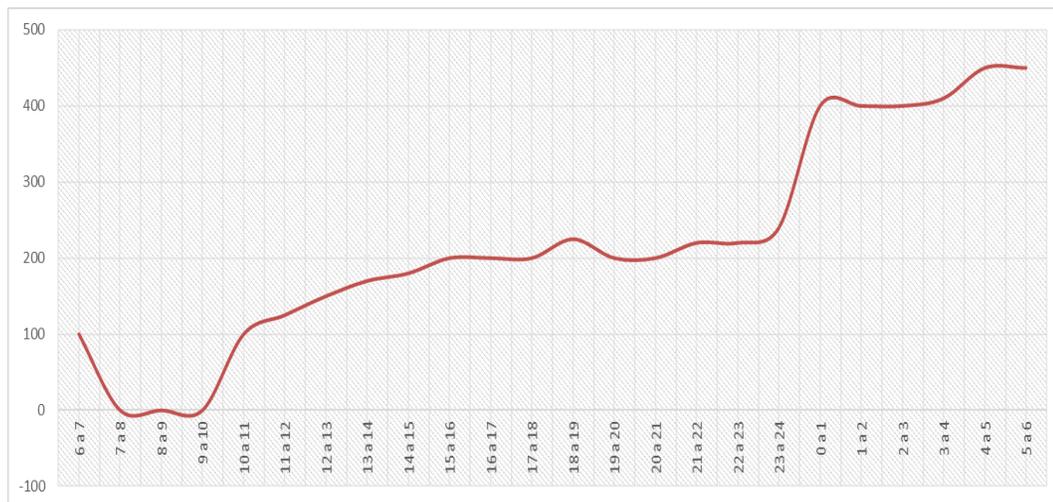
El nuevo sistema de manejo se basa en la cantidad de operarios de la jornada diurna y nocturna en el nivel de trabajo, reduciendo la cantidad de trabajo de producción horneada directa, dando prioridad a los productos precocidos durante el día y durante la noche el manejo de productos horneados directos de las dos áreas productivas especialmente en el turno ejecutado por el grupo B, los productos horneados directos para llegar a las tiendas con alta frescura y estándares de calidad, razón por la que el grupo B se conforma de un número mayor de personas que el grupo A siendo casi el doble que el grupo A.

La modalidad de trabajo basada para la jornada diurna tiene un especial énfasis en el modelo de horneado que los productos precocidos y de pan *light* son de largos periodos de horneado manejando actividades como desmolde de productos sin afectar a los demás productos, en la jornada nocturna para el grupo A, se manejan los productos de alta rotación, pero que no requieren de un especial cuidado como los productos de galletería.

Para el correcto funcionamiento del sistema, debe ser implementado el cambio de carritos de producción, para no tener un proceso entorpecido por actividades de trasiego que exijan el apoyo de otras áreas productivas o alteren las características de productos, con un gran cuidado de la etapa de horneado, que no puede pasar un tiempo excesivo dentro del equipo porque esto alterará las características físicas del equipo. El sistema está basado desde la adquisición de los insumos primarios hasta la programación de la producción total para la implementación de la doble jornada en planta.

La repercusión en las horas extra de la implementación de la doble jornada, diurna y nocturna, está relacionado directamente con la proyección de producción y utilización del área, el nuevo modelo se tiene proyectado de la forma que se ve en la figura 74.

Figura 74. **Modelado de producción previsto para horneado**



Fuente: elaboración propia, informe previsto de utilización.

Las horas extra se evidencian como inminentes en el grupo B de la jornada nocturna y levemente en el turno diurno. El modelo de producción se orienta a una producción constante y creciente a lo largo del día levemente con un salto de producción significativo a partir de media noche, en que se realizan la mayor cantidad de producto que será entregado a las tiendas, para esto es sumamente necesaria la utilización de todos los equipos, y realizar de manera eficiente y controlada su utilización.

Se debe hacer un especial énfasis en que el sistema no puede funcionar si la condición de trasiego y variedad de carritos de producción es alta ya que entorpece las actividades, los carritos deben de ser enviados para el horno que fueron destinados desde la etapa de su producción primaria en la etapa de dividido y formado.

En caso contrario el sistema de producción no cuenta con los insumos suficientes repercutiendo en calidad de producto y un cuello de botella generado en el área de horneado por la falta de personal disponible para la realización de tareas.

Este tipo de sistema se orienta a un modelado de trabajo estable a lo largo del día e incluso al tenerse un pico de producción aplanar el pico distribuyéndolo durante las horas consiguientes, manejando un programa de producción bastante controlado y de procedimientos en el área con bastante exactitud.

Realizando un análisis del modelado de producción mostrado en la figura 74 se puede realizar un estimado de las horas extras que tendrán repercusión en la quincena, y el costo asumiendo salarios mínimos para todos los operarios (GTQ 3 075.10 para el año 2020 en actividades no agrícolas).

Estos costos por hora extra se plantean en la tabla XXXIX de las horas extra proyectadas y su costo respectivo, recordando que el costo por hora en el turno nocturno es un costo más elevado al sub dividir el salario mensual en 6 horas en lugar de las 8 del turno diurno.

Tabla XXXIX. **Horas extra proyectadas para una quincena**

Turno	No. De personas	No. De horas extra proyectadas	Costo en Q
Diurno	5	20	Q 348,03
Nocturno A	4	25	Q 588,38
Nocturno B	7	110	Q 2 588,86

Fuente: elaboración propia.

El análisis de costo beneficio de la propuesta se realiza en el inciso 4.3 en que se toma en cuenta el costo expuesto en la tabla XXXIx de manejo de doble jornada de trabajo para el área de horneado, tomando en cuenta que se trata de una proyección para una quincena de producción fuera de temporada alta.

4.1.3. Factores que aumentan el tiempo eficiente de producción

Existen una amplia cantidad de factores que pueden influir en la productividad de forma positiva o negativa según se presenten, Juan Velasco a quien ha sido mencionado con anterioridad, indica que existe una serie de factores que afectan la productividad, pero al ser tan diversos se describen los aplicables al trabajo a los cuales también se les realiza un análisis enlistando las causas que se ha evidenciado que tienen un impacto y un método de mejora propuesto a la empresa.

- **Diseño del producto:** Un diseño de producto que no está orientado a las ventajas que puede darse por parte de la maquinaria es un producto que entorpece las actividades de producción al tener que calibrarse la maquinaria, espaciar algunos productos en el carrito de producción, buscar un tipo de horno específico para la elaboración de un producto. El método de mitigación y mejora propuesto es la planeación de productos nuevos y variaciones en base a las condiciones existentes, manuales de operaciones, ritmos de producción y productos de mayor consumo elaborados.
- **Diversidad excesiva de productos:** La variante de una diversidad excesivamente alta de productos obliga a los departamentos de producción a trabajar en lotes pequeños y segmentados de producción, orientando las actividades a una alta variación y cambio, volviéndolo un proceso más lento desde el proceso de planificación de producción hasta el procedimiento de entrega de productos, pasando por todas las etapas de producción y distribución de materias primas que deben ramificarse en una serie de actividades que podrían compactarse.

La medida de mejora en esta limitante es un modelo de trabajo re orientado, al tener clientes que aprecian la variedad de la empresa, manejar productos por temporadas, en que cierta cantidad de productos salgan en un periodo específico de tiempo, tomando por ejemplo los productos de pastelería, en que algunos productos de repostería salada y dulce que representan una cantidad menor de venta representada en el 80 20 de ventas puedan intercalarse con los productos de temporada y darle un nuevo enfoque productivo, quedándose la empresa con los productos significativos y que pueden agruparse por familias de producción de procesos similares.

- Tolerancias excesivamente estrechas de parámetros: La creación de productos con márgenes estrechos o milimétricos en los parámetros de aceptación o rechazo de los productos aumenta la cantidad de re trabajo y producto no conforme ante especificaciones entregadas.

Un método de mejora planteado es la realización de una prueba *batch* más amplia en que se establezca un parámetro más amplio de medidas físicas en que no se altere la percepción del cliente en la recepción de un producto no igualitario y que tampoco afecte las capacidades de producción orientándolo a trabajar en procesos milimétricos que no pueden ser controlados en su totalidad muchas veces si se realiza de una manera artesanal la panificación.

- Utilización de herramientas inadecuadas: La utilización de equipo inadecuado en el área de horneado es un factor que representa un punto crítico de utilización al requerirse de equipos específicos para no alterar las características físicas de los productos. Corregidos los puntos de variación excesiva y un correcto diseño de producto la herramienta a utilizar queda establecida en el manual de operaciones, conjunto a la gestión de procedimientos elaborada y guiada por planificación.
- Distribución en planta: este tema es un punto de alto impacto para el área y a nivel organizacional por lo que se desarrolla a mayor detalle en los incisos 4.1.3.1 y 4.1.3.2.
- Número de versiones excesivas de producto: Similar a la diversidad excesiva de productos, las versiones excesivas de un tipo de producto, en este caso llamadas recetas o listas de materiales entorpecen el proceso productivo al tener variaciones significativas en los tiempos de

procedimientos, por ejemplo las variaciones que pueden existir en el tiempo de amasado por el tipo de harina, repercutiendo en las otras áreas como el tiempo de horneado que puede tenerse y manejarse un rango de mayor amplitud en las especificaciones, dato el cual no permite una planificación detallada de la producción al tenerse rangos de incluso 30 minutos de diferencia entre el valor mínimo y el valor máximo.

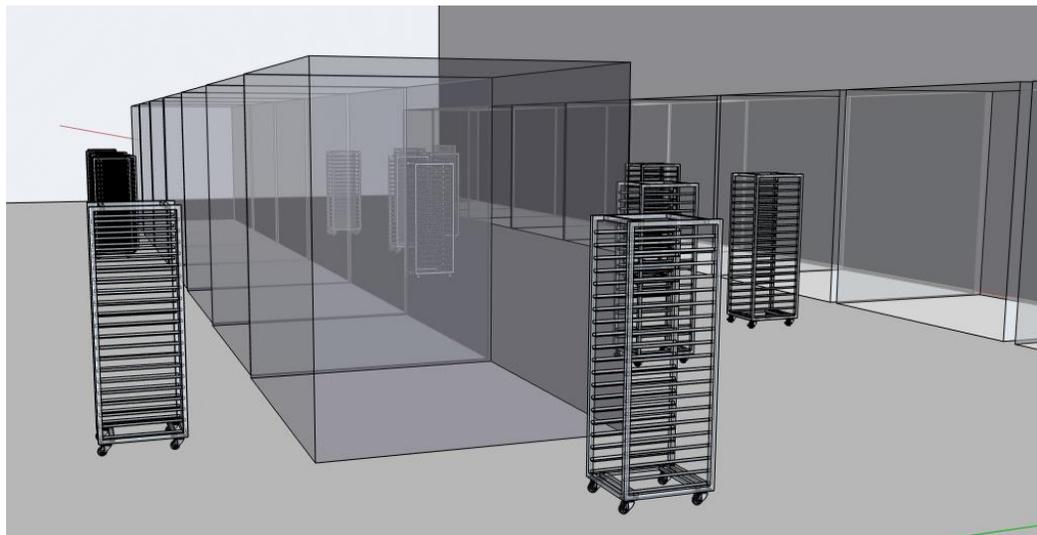
El método de mejora propuesto en este tipo de actividades es reducir la cantidad existente de recetas a 2 tipos, en las que se tenga una receta preferencial con la cual se tenga un manejo de los proveedores que tengan mayor capacidad de abastecimiento, contemplando el plan de gestión de producción y demanda es posible realizar este tipo de actividad al tener un estimado de unidades y por consiguiente ingredientes necesarios para la solicitud anticipada de materiales para la producción, agilizando los procedimientos de compra, abastecimiento, planificación y de producción en todas sus etapas considerando la etapa de horneado que puede cerrar el margen tan amplio que se posee de cocción de producto.

- No programar bien la secuencia y planificación de operaciones: Como base de un plan de gestión de producción y procedimientos se hace especial énfasis en el inciso 4.1.1 programación de producción y secuencia del área, para poder tener un área de horneado gestionada correctamente es necesaria la gestión organizacional.
- No realizar un mantenimiento adecuado de las instalaciones y equipos: al ser uno de los temas de especial cuidado se desarrolla el inciso 4.2 y sus derivados como especial atención a este punto.

4.1.3.1. Orden del área

El factor del orden del área es un apartado que representa un desgaste laboral, la gestión de procedimientos planteada busca reducir y mitigar toda actividad que entorpezca o pueda entorpecer el proceso productivo. En este caso el orden del espacio físico de los componentes que se mantienen en el área representa un riesgo de saturación de las personas, se adjunta un estimado actual de la situación en un día promedio del área en la figura 75, evitándose fotos en el sitio por información confidencial de la empresa.

Figura 75. **Situación actual de orden en el área de horneado**



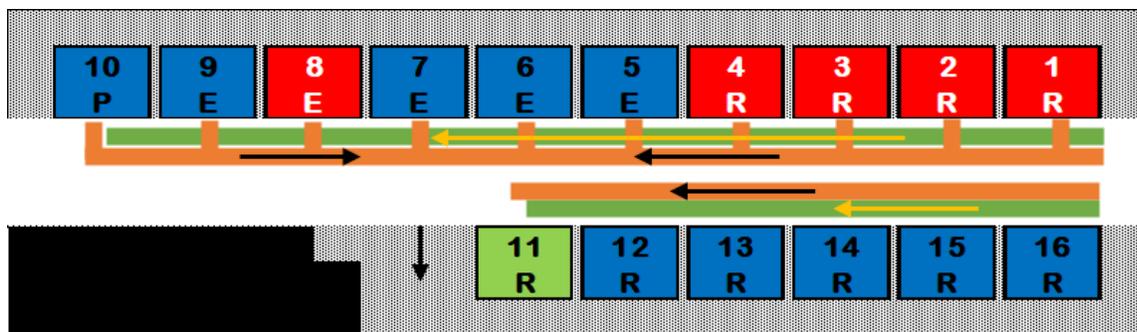
Fuente: elaboración propia, empleando Google Sketchup online 2020.

El área de horneado actualmente tiene una desorganización de equipos e insumos que tiene repercusiones operativas en los movimientos y agilidad de los procesos, es un sistema de distribución interna del área que afecta sumamente a los tiempos de traslado volviendo el área propensa a choques

entre carritos transportadores de productos, choque en el cual el producto puede caerse o zafarse de las bandejas volviéndose un producto descartado todo producto que caiga al suelo el cual puede ser un motivo que se ha presentado como producto afectado que es cargado al área de horneado.

Las actividades de trasiego que se realizan actualmente en el área también son un factor que afecta severamente el traslado de carritos porque mantienen los carritos de producto y vacíos para poder realizar el cambio, el tiempo en que se realiza este cambio representa una obstrucción física a los demás operadores del área, como el descuido del material necesario para el funcionamiento del área como los carritos. El establecimiento de rutas como se muestra en la figura 76 y su cumplimiento es la base de funcionamiento. Al optimizar este punto, es posible la agilización del proceso y reducir la cantidad de producto afectado ligado a los procedimientos.

Figura 76. **Rutas de ingreso y salida de producto**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

En explicación de la figura 76, los caminos en color verde representan las rutas de ingreso de los carritos para las hileras de equipo de horneado, las rutas

en color naranja son las de egreso de producto representado el flujo de seguimiento en las flechas respectivas.

Estos caminos de entrada y salida constan de 2.2 metros de ancho, la medida promedio de un carrito de hornos para su ingreso es de 1.75 metros en su lado más ancho y el abatimiento de la puerta es de 1.1 metros en promedio, el pasillo interno intermedio que queda por la formación de estos cuatro caminos es de 1.5 metros.

Las rutas están orientadas hacia el manejo concreto del área y no entorpecer toda actividad del área relacionada a la maquinaria y que pueda retrasar las actividades o eliminar la posibilidad del riesgo de accidentes o choques internos de carritos.

Para el modelo planteado las actividades de desmolde se realizan en el área conexas al área de ultra congelado de productos y las canastas de producto no se mantienen en esta área para el abatimiento de calor a temperatura ambiente, este flujo constante de producto evita la aglomeración de producto en el área y permite un flujo constante de aire consiguiendo así disminuir la temperatura ambiente promedio del área que en la actualidad oscila de los 25 a 30 °C, este flujo constante de producto en altas temperaturas deja el sistema de horneado el cual industrialmente se encuentra diseñado para no alcanzar una alta temperatura que pueda perjudicar la maquinaria.

Esta eliminación de restricciones y movimientos innecesarios dentro del área agiliza el proceso al tener que maniobrar los carritos en rutas poco establecidas y generando retrasos de tiempo cortos que suelen ser acumulativos y al terminar el día estos retrasos de segundos por operario en

cada viaje representan un tiempo sustancial en minutos, que puede ser ahorrado o eliminado.

Este análisis y propuesta se realiza basado en el principio de la economía de movimientos, técnica desarrollada por la pareja Gilbreth, como también lo que se expone en el apartado de la simplificación de trabajo expuesta por García Criollo “Siempre que se trate de simplificar el trabajo es necesario cambiar el método de trabajo porque no es solamente la habilidad de los operadores para realizarlo lo que señala su índice de productividad.”³⁷

Mejorar el ambiente de trabajo y suprimir los factores que puedan afectarla es parte de la gestión de procedimientos del área en la búsqueda de la mejora de su eficiencia un sistema de planificación de producción y gestión por procedimientos que no toma en cuenta los factores tenderá a ser un sistema sumamente estrecho que desfazará del plan de producción programado y de la secuencia establecida por factores de tiempo acumulativo en procedimientos que no han sido optimizados como rutas de productos.

4.1.3.2. Distribución física de maquinaria

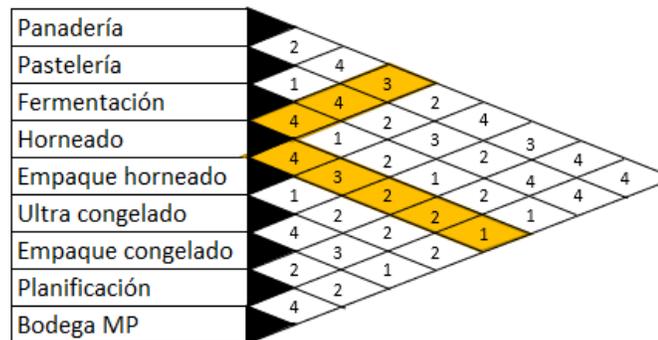
Entender la relación del área de horneado con las demás áreas de producción y planificación basada en un rango de importancia, sin una división de equipos aún establecida, es un punto necesario de elaborar y demostrar para poder plantear una distribución física de equipos basada tanto en las rutas de los productos como en la relación existente con las demás áreas.

Con la finalidad de no entorpecer las rutas de producto, cabe resaltar que el área física disponible no está sometida a alteraciones en el corto y mediano

³⁷ CRIOLLO GARCÍA, Roberto. Op. cit. p. 33.

plazo, por lo que la distribución física se refiere a un re ordenamiento de los equipos. Para mostrar la relación entre el área de horneado y las demás áreas se expone el *layout* en la figura 77.

Figura 77. **Layout de áreas de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

En la escala numérica expuesta en la figura 77 se toma como escala ascendente, en donde 1 es la menor relación entre áreas, 2 es una relación intermedia, 3 una relación alta y 4 una relación dependiente una de la otra.

Los apartados de interés para el área de horneado son los marcados con color amarillo en que se detalla la relación existente con las áreas destacando su alta importancia con las áreas de pastelería, fermentación y empaque horneado.

Para la realización de la distribución física de la maquinaria con una base sólida que demuestre este cambio, es necesario trabajar en conjunto con el inciso anterior apegado al modelo de necesidades de una nueva distribución, este método es propuesto bajo la lectura del libro escrito por José Armando Platas y María Isabel Cervantes mencionados con anterioridad, en él se posee

un modelo aplicable y se describe cada uno de los mismos, apegados al giro de la empresa, estos se detallan a continuación junto con el estado de la planta.

- Operarios calificados que mueven materiales: Los operarios calificados y capacitados en actividades de horneado se ven en la obligación del traslado de material como canastas y auxiliar actividades de distribución de carritos de producto a las demás áreas, otro tipo de movimiento de materiales presentado es la reorganización de los insumos internos por la falta de espacio.
- Frecuentes re disposiciones de los equipos: El cambio actual presentado de equipo, en que no se considera el equipo programado sino el equipo disponible para la realización del producto.
- Material en el piso: Este punto se refiere al orden del área expuesta en el inciso anterior en que no se habla de material en piso en un sentido literal, en este caso el material en piso se refiere a los carritos de producción distribuidos sin uso dentro del área de horneado.
- Quejas de supervisores por falta de espacio: Las quejas de supervisión son bastante mitigadas en el espacio, pues se considera que se posee el suficiente, las quejas dentro de la planta son orientadas a la distribución del espacio para la realización de actividades.
- Congestión en los pasillos: desarrollado en el inciso anterior, la congestión de pasillos se encuentra actualmente ligado a la acumulación de carritos transportadores de productos y las actividades de trasiego o desmolde de productos, la medida de solución también es expuesta en dicho inciso.

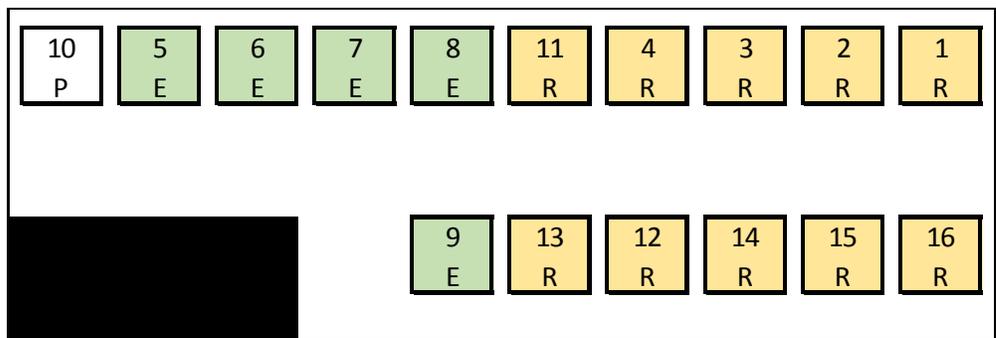
- Disposición inadecuada del centro de trabajo: la distribución de la maquinaria y equipo irregular que no se encuentran agrupadas o seleccionadas en función a las necesidades operativas.
- Tiempos de movimientos innecesariamente elevados: En el inciso anterior se expone la importancia acumulativa que poseen estos movimientos innecesarios en la ruta de productos y la solución propuesta con las rutas establecidas de entrada y salida de productos de los equipos.
- Frecuentes interrupciones en la producción por las fallas de algunas máquinas: El sistema manejado actualmente permite un plan de mantenimiento preventivo, sin embargo, siempre existen fallos de equipo no esperados, esto dificulta sumamente la tarea y entorpece el proceso al alterarse el orden y preferencia operativa.
- Programa de producción desorganizada: El análisis completo y su método de mejora se tiene un desarrollo en el inciso 4.1.1.

Actualmente se cuenta con 16 equipos distribuidos no uniformemente por tipos de equipo, marca o capacidad, las exigencias de cada área se inclinan a un tipo de horno necesario y el tener los hornos intercalados dificulta el manejo y rutas a seguir por los productos al contarse con dos entradas al área, una para panadería que sus productos ingresan por el área de fermentado con una ruta cercana a la segunda hilera de equipos de producción.

Por otra parte, se tiene la entrada de pastelería que sus productos no requieren de fermentación que respectivamente tiene una cercanía a la primera

hilera de equipos de horneado. Considerando estas entradas y necesidades se plantea una distribución mostrada en la figura 78 y explicada posteriormente.

Figura 78. **Distribución propuesta de maquinaria**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io online.

La distribución expuesta en la figura en simbología se tienen los mismos números con que se encuentran actualmente identificados los hornos industriales, la literal acompañante identifica el tipo de horno de ser R se trata de un horno tipo rotativo, una E hace referencia a un horno estático y la literal P es el horno de piso existente en planta, los hornos se encuentran ordenados según tipo y según el porcentaje de utilización presentado con anterioridad en el capítulo número dos.

La distribución atiende a las necesidades solicitadas de producción por las naturalezas de producto en que se cumplen los estándares de calidad y los parámetros de producto en el caso de pastelería se dejan a disposición cercana hornos rotativos y un horno estático que utilizan en bizcochos y variaciones de *cup cake*, en el caso de panadería se requiere de una alta cantidad de hornos industriales del tipo rotativo que faciliten la entrada de producto de alto volumen y la cercanía en hornos estáticos para las variaciones de pan *light* y tradicional

que se presentan por último la utilización del horno 10 de piso que hace uso en su amplio dominio panadería aunque es con productos de menor demanda.

La distribución física de los equipos se tiene organizada de manera que las entradas al área de horneado representadas en la figura 85 como dos rectángulos de color negro se dejan a disposición inmediata los hornos preferidos por los operarios respecto a la personalidad del horno y los equipos próximos son colocados en función a sus capacidades y regular los porcentajes de utilización de los hornos, la finalidad de que no se vean alterados por preferencias del operario en un equipo industrial, tomarse en cuenta la capacidad y características técnicas del horno.

De igual forma con el sistema propuesto se tiene disminución de rutas recorridas por los operarios con los carritos de producción especialmente con el horno número 8 para pastelería recortando un estimado de 8 metros por ruta de productos, la elaboración directa de una ruta para el área de panadería representa un proceso organizado y la cantidad no es cuantificable al tener que realizarse actualmente movimientos innecesarios para poder llegar al equipo, la estimación de recorte por ruta de carrito de producto para panadería con esta distribución propuesta es de 3 a 10 metros.

Los datos de rutas recorridas y estimados de reducción son tomados en base a las medidas de planta, dato no disponible de publicación debido a ser información sensible para la empresa, el dato de especial relevancia como referencia es que un horno industrial tiene una medida aproximada de área en su base de 7 metros cuadrados y la separación entre equipos oscila de medio metro a 0.75 metros.

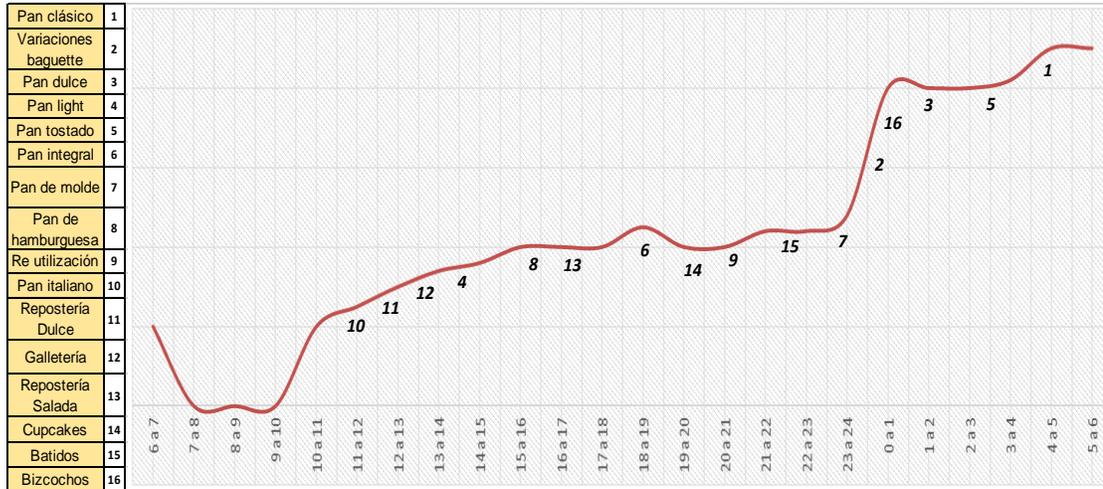
4.1.3.3. Distribución de cantidad de equipo por área productiva

Basada en la distribución de maquinaria planteada en el anterior inciso y en el modelado de producción propuesto para el área expuesto en la figura 81 del inciso 4.1.2.1. Propuesta de manejo de doble jornada, la cantidad de equipo y por consiguiente de personal encargado para el manejo de equipo en cada área de producción se debe sub dividir en la manera que pueda sobre llevarse el modelo de trabajo en dos áreas diferidas de producción panadería y pastelería.

Considerando que el modelo actual plantea la misma cantidad de operarios para el área de horneado, 16 en total, y la misma cantidad de equipo horneado igual a la que se tiene en el sistema actual, sub dividiendo el número de operarios y maquinaria disponible por jornadas. Para la división se toman diversos factores, se muestra en la tabla XL los valores proyectados de porcentaje de producción que requieren de la etapa de horneado y el porcentaje por área dominante, la tabla se encuentra dividida por jornadas como base de la división de personal.

La proyección establecida es en base al modelo de trabajo propuesto para el comportamiento de utilización del área y la cantidad de productos por familias presentadas en la tabla XLI que son los productos que pasan por la etapa de horneado, para dicha organización de productos en el área se realiza un detalle por horario en la figura 79 de los horarios proyectados de distribución de producto en donde se enlistan numéricamente todos los productos y se coloca gráficamente en qué zona horaria se realizan.

Figura 79. Distribución de productos horneados



Fuente: elaboración propia, informe mensual de utilización.

Tabla XL. Producción y operarios proyectados

Turno	Diurno	Nocturno A	Nocturno B
Total, personas	5	4	7
Personas pastelería	4	2	1
Personas panadería	1	2	6
Área dominante	Pastelería	Mixto	Panadería
% de producción de horneado distribuido	25 %	25 %	50 %
% de producción pastelería	75 %	50 %	20 %
% de producción panadería	25 %	50 %	80 %

Fuente: elaboración propia.

En base a este análisis de personal y distribución de productos por horarios también se presenta la distribución de equipos en la tabla XXXIV por horarios.

Tabla XLI. **Distribución por equipos**

Turno	Diurno	Nocturno A	Nocturno B
Equipos disponibles	16	16	16
Equipos de panadería	3	5	11
Equipos de pastelería	8	5	4

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de equipos utilizados solo tienen un porcentaje cercano de cumplimiento total de utilización en el turno nocturno B de 12 de la noche a 6 de la mañana que son utilizados 15 de los 16 equipos disponibles del área solamente dejando de lado el equipo 10 que se tiene destinado a pan del tipo italiano que se maneja en las mañanas.

A lo largo del día promedio se hace uso de un estimado de 65 % de la capacidad del área en número de equipos, de 10 a 11 equipos, este cambio de utilización en el área, operativamente, sigue sin cubrir la totalidad de los tiempos disponibles de utilización en los equipos con la cantidad de personal que se cuenta actualmente.

La gestión de procedimientos del área de horneado no cubre la utilización total del área con el personal actual en un procedimiento que requeriría obligatoriamente de la utilización de horas extra, y no se cuenta con la demanda que es necesaria y proyectada en el mercado, para realizar este cambio.

Para poder realizar estas actividades el sistema de doble jornada con turnos es necesaria la ampliación de personal y por consiguiente ampliar el personal de las áreas relacionadas estrechamente al proceso de horneado, expuestas en el *layout*.

Este incremento de personal debe realizarse en conjunto para no trasladar el cuello de botella operacional, al tenerse una sobrecapacidad operacional y de equipo en el área de horneado, que las áreas proveedoras no puedan suministrar producto lo suficientemente rápido como las áreas dependientes no puedan seguir el ritmo de congelado y de empaque eficientemente.

El plan de gestión de procedimientos reduce las actividades que no agregan valor en el área, la cantidad producida puede ser manejada en base a la capacidad humana hasta llegar a un punto de alcance de la maquinaria, que idealmente sería de 8 operarios por turno en que cada uno se encargue de dos equipos constantemente para sacar el máximo potencial.

Para llegar a este escenario es necesario un incremento del 150 % de la producción actual, dato que es informado por el análisis previo de la utilización de los hornos respecto a la cantidad producida y el porcentaje de ocupación promedio de un 40 %. Para la cantidad de equipos se tiene un manejo distinto al que se ha estado planteando en la actualidad, en el plan propuesto, el manejo y responsabilidad de equipos recae en las áreas por horarios como se expone en la tabla XLII.

Tabla XLII. **Distribución de equipos por jornadas**

No. De horno	Diurna	Nocturna A	Nocturna B
1	Pastelería	Pastelería	Pastelería
2	Pastelería	Pastelería	Pastelería
3	Pastelería	Pastelería	Panadería
4	Pastelería	Pastelería	Panadería
5	Sin uso	Pastelería	Panadería
6	Sin uso	Sin uso	Panadería
7	Sin uso	Panadería	Panadería
8	Pastelería	Pastelería	Pastelería
9	Sin uso	Sin uso	Panadería
10	Panadería	Sin uso	Sin uso
11	Sin uso	Sin uso	Panadería
12	Panadería	Panadería	Panadería
13	Panadería	Sin uso	Panadería
14	Pastelería	Panadería	Panadería
15	Pastelería	Panadería	Panadería
16	Pastelería	Panadería	Panadería

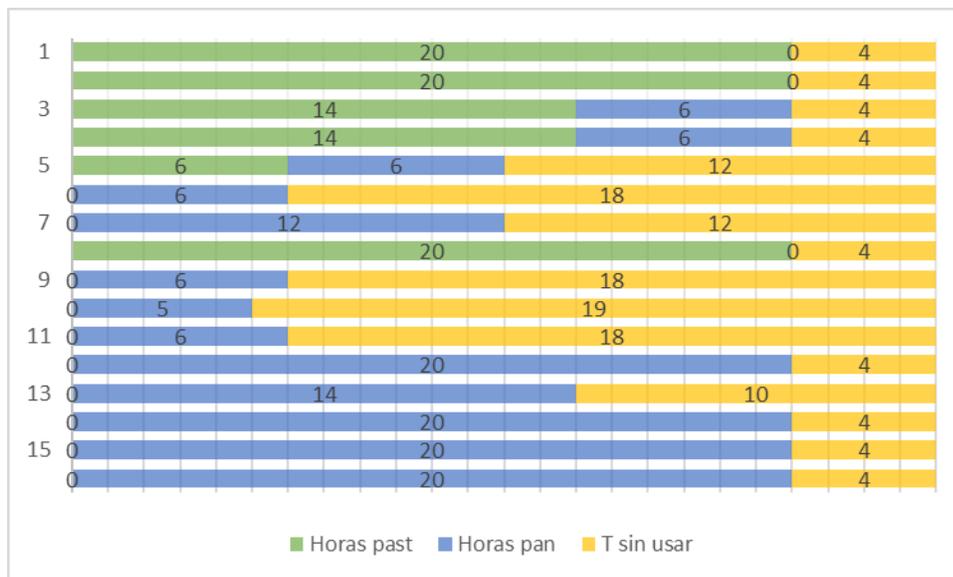
Fuente: elaboración propia.

Para mostrar el tiempo estimado de utilización de los equipos se tiene un programa del comportamiento esperado individualmente equipos basado en la cantidad de producción diaria actualmente, secuencias de producción y los registros con que se realiza el análisis del capítulo 2 de tiempo de utilización.

Al realizar estos cambios organizacionales y de distribución de maquinaria para cada área productora, se incurre en cambios a nivel operativo como de utilización en el tiempo esperado a ser utilizado sin consideración de horas extra inicialmente, se muestra gráficamente en la figura 80 en que cada barra representa respectivamente al número de horno, el primer segmento significa el tiempo que el horno está en operaciones de pastelería según el plan, el segundo segmento el tiempo que lo posee el área de panadería y el último segmento el tiempo sin utilización del horno, la figura en sus barras representa

los tiempos en horas más no en el horario por jornadas, sino el tiempo acumulativo.

Figura 80. **Tiempo esperado de utilización por cada horno**



Fuente: elaboración propia.

Este tipo de gestión tiene la cobertura de más del 80 % en 9 hornos, 3 hornos en un porcentaje igual o levemente superior al 50 % y un uso bastante bajo de 25 % o menor de 4 hornos. Estos resultados son proyecciones de utilización, destacando que los hornos de amplio porcentaje de tiempo no productivo para el área están liderados por el horno 10, el único de tipo piso, que posee pocos productos para ser utilizado en el horno y este porcentaje de utilización del horno afecta severamente el cálculo de la eficiencia total del área.

Por otra parte, los hornos que presentan un porcentaje bajo de utilización son los números 6, 9 y 11, tienen este porcentaje de utilización basado en que el horno no. 11 es un horno que por su posición física su utilización a lo largo

del día entorpecería las actividades de pastelería, posición establecida basada en el área física disponible para los equipos, por lo cual se tiene planificada su utilización solamente en el turno nocturno B, los hornos 6 y 9 son de una mayor cantidad de bandejas, y no permite la realización de una alta cantidad de productos en este tipo de horno, desde su diseño primario. Estos datos se exponen en la tabla XLIII.

Tabla XLIII. **Eficiencia total del área y por horno por día**

No. De horno	T. total utilizado (horas)	T. sin utilizar (horas)	% de eficiencia
1	20	4	83,33 %
2	20	4	83,33 %
3	20	4	83,33 %
4	20	4	83,33 %
5	12	12	50,00 %
6	6	18	25,00 %
7	12	12	50,00 %
8	20	4	83,33 %
9	6	18	25,00 %
10	5	19	20,83 %
11	6	18	25,00 %
12	20	4	83,33 %
13	14	10	58,33 %
14	20	4	83,33 %
15	20	4	83,33 %
16	20	4	83,33 %
Eficiencia total del área por día			62,76 %

Fuente: elaboración propia.

La eficiencia proyectada para el área diariamente es de un 62.76 % con un tiempo secuencial dictado por el plan de producción apegado a los tiempos por procedimiento y la secuencia de producción, esto eleva en más del 20 % la

actual eficiencia del área de horneado utilizando la división correcta de operarios y asignación de equipos.

4.2. Plan de mantenimiento

El mantenimiento es una pieza esencial de funcionamiento en la gestión de procedimientos de cualquier área, la planificación del servicio de mantenimiento es un pilar organizacional para garantizar la producción continua al dar una continua atención y cuidado a los activos de la empresa con las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo.

En este plan se define el método de implementación, la programación, frecuencia, variables de control y comunicación, presupuesto de recursos en el mantenimiento de un horno industrial y los responsables de cada procedimiento a realizar para las actividades de mantenimiento tanto por departamento como por puesto.

Siendo un tema tan extenso se desarrollan los ítems en los incisos 4.2.1 al 4.2.6.5 la correcta estructuración del plan de mantenimiento influye directamente en la confiabilidad de los equipos y la gestión de producción y procedimientos, la exactitud, es decir la consideración de actividades en su tiempo establecido y evitar los desperdicios o trabajos excesivos.

4.2.1. Implementación del plan de mantenimiento

Al hablar de confiabilidad de un equipo se refiere a la probabilidad que un equipo pueda operar sin fallas por un período específico de tiempo, este es un concepto muy a tener en cuenta en la implementación de un plan de mantenimiento, aunque el cálculo del TMEF (tiempo medio entre fallas) es un

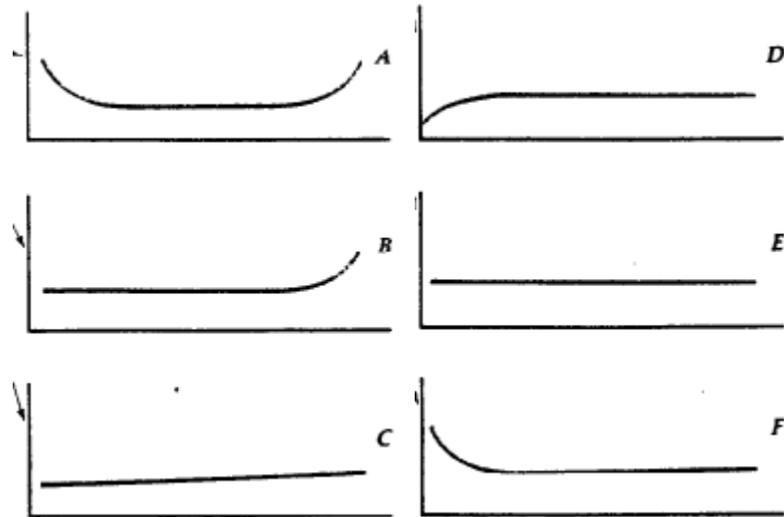
cálculo base para el seguimiento y mejora de una estructura de mantenimiento no es el único factor a tener en cuenta.

Las naturalezas de las fallas pueden provenir de distinta área y la predicción completa del tiempo de fallo no es un factor completamente realista en su medición, algunas ocurren de manera cíclica y otras de manera aleatoria.

Siendo un ejemplo, no tiene un sentido lógico la elaboración de un mantenimiento preventivo con el cambio de partes electrónicas fundidas en el equipo si la falla tiene una causa raíz distinta como lo es el sobre voltaje o por utilización continua durante largos periodos de tiempo sin considerar tiempos de descanso en el equipo.

Es importante reconocer los tipos de falla que pueden existir en el área de horneado por el tipo de equipo industrial manejado, para ello se toma base en los patrones de falla expuestos por Nowlan & Heap en un patrón de falla que ha sido reconocido por Estados Unidos aplicable a muchos tipos de maquinaria en que la forma de la curva representa la probabilidad de que se presenten los fallos, atribuyendo la falla al tipo de relación que tienen con el producto y los componentes que se encuentran de por medio en su elaboración, se muestran estos patrones de fallas en la figura 81 compuesto por 6 tipos.

Figura 81. **Patrones de falla**



Fuente: NOWLAN Stanley. y HEAP Howard. *Reliability-centered maintenance*. p. 46.

Estos patrones de falla son agrupables en dos tipos, de las literales “A” a la “C” son regularmente causas de un tipo dominante, fallas que tienen un contacto directo del equipo y del producto, pudiéndose presentar fallos por corrosión, fatiga o desgaste.

En el caso del segundo grupo, comprendido de las literales “D” a la “F”, son los patrones de falla que se encuentran ligados a equipos electrónicos, hidráulicos, a presión con la notación que la gran mayoría de los rodamientos siguen un patrón de tipo “E” lo que significa un fallo en el tiempo poco predecible.

Este análisis es especialmente útil para realizar un desglose de concurrencia de fallos en los equipos de horneado.

El patrón de falla que sigue y las actividades y estrategias a tomarse especialmente ideadas para el plan de mantenimiento sin entrar en un detalle específico de costos y actividades que son puntos abarcados por el inciso 4.6 y los sub incisos correspondientes de las partes internas de un horno industrial y su tipo de mantenimiento.

Estas actividades resumidas por patrón y falla se presentan en la tabla XLIV, de igual forma los responsables para la realización de estas actividades y la comunicación con los demás departamentos se detalla en los incisos inferiores.

Es primordial definir las actividades y estrategias a tomarse en los fallos presentados basado en el patrón de falla y si este permite la realización de actividades preventivas, predictivas o correctivas a lo largo del tiempo, se presentan en la tabla XLIV las fallas de alta concurrencia y que presentan un impacto económico considerable para el equipo.

Tabla XLIV. **Fallas del área de horneado y patrón**

Falla	Patrón de falla	Actividades a tomarse
Fallo físico en el calderín (ruptura)	B	<ul style="list-style-type: none"> • Control del termo eléctrico. • Control de suministro de agua. • Reemplazo conforme el tiempo (2 años de vida útil estimado). • Análisis de falla y programación de cambio.
Fallo del control de temperatura	C	<ul style="list-style-type: none"> • Control de sistema de alimentación. • Control de sistema eléctrico. • Reemplazo programado o en base al riesgo de la falla. • Reparación en base a la gravedad de la falla.

Continuación de la tabla XLIV.

Fallo de malla de piso en el equipo	C	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión periódica de componentes físicos generales. • Reemplazo programado o en base al riesgo de la falla. • Reparación en base a la gravedad de la falla.
Fallo de gancho de encaje	A	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de sistema mecánico. • Revisión de engrase y lubricación. • Reemplazo conforme al tiempo (5 a 8 años de vida útil estimado).
Fallo de gancho de encaje	A	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de una falla prematura, análisis de la causa y contacto con el proveedor o fabricante.
Fallo en tarjeta electrónica	A	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de entrada de corriente • Reemplazo conforme al tiempo (5 años de vida útil estimado). • Monitoreo de la condición y falla. • En caso de una falla prematura, análisis de la causa.
Fallo en tarjeta electrónica	A	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de entrada de corriente • Reemplazo conforme al tiempo (5 años de vida útil estimado). • Monitoreo de la condición y falla. • En caso de una falla prematura, análisis de la causa.
Fallo en tarjeta electrónica	A	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de entrada de corriente • Reemplazo conforme al tiempo (5 años de vida útil estimado). • Monitoreo de la condición y falla. • En caso de una falla prematura, análisis de la causa.

Continuación de la tabla XLIV.

Fallo en sonda de temperatura o sensor de flama	A	<ul style="list-style-type: none"> • Control de sistema de alimentación. • Control de sistema electrónico mostrado en la tarjeta gráfica. • Reemplazo conforme al tiempo (3 años de vida útil estimado). • Monitoreo de la condición y falla. • En caso de una falla prematura, análisis de la causa y contacto con el proveedor o fabricante.
Protector de luz y lámpara quebrada	D	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión periódica de componentes físicos generales. • Control de sistema eléctrico • Provisión de repuestos para el debido cambio. • Monitoreo de la condición y frecuencia de fallas.
Fugas de agua	B	<ul style="list-style-type: none"> • Control de sistema de evacuación de vapores y gases. • Análisis de falla y programación de cambio de tubería. • Reemplazo de tubería conforme el tiempo (3 años de vida útil estimado)
Fuga de quemador	A	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del sistema de entrada de gas (ahumador) • Reemplazo conforme al tiempo (3 años de vida útil estimado). • Monitoreo de la condición y falla. • En caso de una falla prematura, análisis de la causa y contacto con el proveedor o fabricante.

Continuación de la tabla XLIV.

Problemas de engrase en polea	E	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de engrase y lubricación. • Provisión de repuesto para el debido cambio (grasa en este caso). • Análisis y monitoreo de la condición y frecuencia de la falla. • Monitorear el estado durante los mantenimientos preventivos.
Rodamientos	E	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de rodamientos (ruido, vibración y temperatura). • Provisión de repuesto para el debido cambio. • Monitorear el estado durante los mantenimientos preventivos.
Fallas en flujo de aire	C	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de sistema de alimentación de aire. • Revisión de sistema de ventiladores. • Reemplazo programado o en base al riesgo de la falla. • Reparación en base a la gravedad de la falla.
Cambio de la válvula de gas	C	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar cada 2 000 ciclos o antes. • Reemplazo programado o en base al riesgo de la falla. • Reparación en base a la gravedad de la falla.
Fuga de vapor	B	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del sistema de evacuación de vapores y gases • Análisis de falla y programación de cambio de tubería. • Reemplazo de tubería conforme el tiempo (3 años de vida útil estimado)

Fuente: elaboración propia.

Las fallas expuestas en la anterior tabla representan los problemas que aquejan constantemente al área de horneado, se realiza la clara división del patrón de falla y las actividades a tomar, la clara diferencia es que las de patrón tipo “D”, “E” y “F” se tiene el manejo de repuestos en inventario y las fallas de primer tipo se tiene un mantenimiento programado de cambio y en caso de existir una emergencia de cambio el monitoreo de la misma, conociendo que tipo de fallo puede presentarse si es prematuramente según la naturaleza del componente y su instalación o variará conforme del tiempo.

Los mantenimientos de cambio aleatorio se tienen con un control según la realización del mantenimiento preventivo para evitar un cambio antes de que la vida útil de la pieza de su máximo potencial.

“Establecido e identificado el control de fallas y actividades es posible aplicar el indicador TMEF (tiempo medio entre fallas).”³⁸ Con la anterior explicación es posible aplicarlo en un sistema que considere solamente las fallas de patrón “A” a la “C” y la naturaleza de la falla, que no sea una falla prematura por instalación o fallo de la pieza, el TMEF se calcula de la forma.

$$TMEF = \frac{\text{Total de horas operables}}{\text{Número de corridas}} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde:

Total, de horas operables: es la cantidad de tiempo que funcionó la máquina en el intervalo de tiempo (tiempo útil de la maquinaria).

Número de corridas: Es el intervalo de tiempo que ocurre entre una falla hasta que ocurre la próxima falla (tiempo total disponible).

³⁸ GONZÁLEZ, Deny. *Parámetros del mantenimiento*. p. 3.

Este parámetro de medición TMEF para ser un dato completamente apegado a la realidad de los equipos se debe realizar por los sistemas involucrados en cada equipo (engrase y lubricación, sistema eléctrico, sistema de gas consumible y sistema de evacuación de gases).

Para obtener el tiempo medio entre fallos total por equipo se plantea el seguimiento de estos sistemas en cada equipo y un análisis anual de seguimiento de causas en el sistema que presente mayor cantidad de fallos.

4.2.2. Programación de mantenimientos y responsables

La programación establecida de mantenimientos debe ser distribuida en responsabilidades según la naturaleza del mantenimiento y respetar la programación prevista o la gestión de procesos a seguirse para garantizar la eficiencia del mantenimiento en tiempo y recursos.

En la tabla XLV se definen los tipos de mantenimiento contemplados para el funcionamiento del plan de gestión y los responsables.

Tabla XLV. Tipos de mantenimiento y responsables

Tipo de mantenimiento	Actividades	Responsables
Preventivo	Limpieza, inspección, engrase y lubricación	Técnicos industriales, administración mantenimiento (programación)
Correctivo	Reparación y corrección de la pieza o maquinaria prevista o no.	Técnicos industriales

Continuación de la tabla XLV.

Predictivo	Análisis, mediciones y cambio de consumibles del equipo	Empresa tercerizada de medición y técnicos industriales
En uso	Limpieza e inspección de defectos visibles	Operarios y supervisor

Fuente: elaboración propia.

El mantenimiento preventivo es el tipo de intervención de característica sistemática y programable para los equipos, es un tipo de mantenimiento completamente esencial para garantizar la continuidad de equipo que en la gestión de procedimientos es un factor clave de éxito.

El tiempo de rutina de mantenimiento es un promedio de 9 horas, el tiempo de ciclo de mantenimiento preventivo y los demás mantenimientos es detallado en el inciso 4.2.5.

La programación es realizada por parte de la administración de mantenimiento en el turno diurno (solicitando ingreso operativo a las 6:30 de la mañana de los técnicos encargados) para poder utilizar el tiempo sin producción modelado en el plan de producción, optimizando así el tiempo que se encuentra fuera de operación teniendo una hora fin estimada de 15:30 a 16:00.

La programación mensual de los equipos a ser evaluados se debe enviar anualmente a planificación y una confirmación a inicio de mes de los equipos a ser utilizados en mantenimiento preventivo con las fechas de realización.

Este tipo de mantenimiento es el único mencionado en la normativa RTCA de buenas prácticas de manufactura en su inciso 6.2.

Debe existir un programa escrito de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo. Dicho programa debe incluir especificaciones del equipo, el registro de las reparaciones y condiciones. Estos registros deben estar actualizados y a disposición para el control oficial.³⁹

Este mantenimiento además de ser programado debe existir un registro controlado de las actividades programadas de realización, los mantenimientos realizados, las reparaciones y condiciones en que se encuentra cada horno industrial, para ver el documento de seguimiento en esta propuesta ver el apéndice 1.

Los mantenimientos restantes tienen distinta naturaleza, el mantenimiento correctivo no es un tipo de intervención que sea programada en la amplia mayoría de veces, ya que no se puede predecir con total seguridad el desgaste y tiempo de la falla con exactitud, es un tipo de intervención abrupta en el proceso que debe evitarse en el plan de gestión de producción y procedimientos con el fin de no retrasar operaciones e intercalar el plan de producción con las demás jornadas, este tipo de mantenimientos también deben ser documentados con la especificación del documento 2 al solicitarse un detalle específico de las reparaciones de cada equipo como los valores necesarios para el cálculo del TMEF expuesto en el anterior inciso.

El mantenimiento en uso es un sistema de mantenimiento elaborado por el operario diariamente en el que al realizar la limpieza del equipo se solicita, que se realice un chequeo visual del equipo y se notifique al supervisor de turno cualquier anomalía que encuentre, para trasladar la información al

³⁹ RTCA, Op. cit. pp. 10-11.

departamento de mantenimiento, en que se pueda trasladar al técnico a un análisis de la presunta falla, gravedad y si es necesaria la intervención.

El mantenimiento predictivo es el mantenimiento que requiere específicamente de un correcto plan de mantenimiento industrial relacionado directamente al plan de gestión de producción y procedimientos, la elaboración de este tipo de mantenimiento requiere de mediciones previas con una empresa especializada para realizar las mediciones de equipo, para la elaboración es necesaria la medición de vibraciones, consumo de energía, temperatura y análisis de aceites, toda vez conocidos estos parámetros se puede realizar el estudio de mediciones constantemente para verificar las variaciones existentes en los equipos y anticiparse a un fallo.

El mantenimiento predictivo es uno de los mantenimientos más avanzados con alta base informática y matemática para establecer los modelos de seguimiento, al ser de un alto costo, se opta principalmente por el mantenimiento en uso y se plantea la posibilidad de implementación de este mantenimiento en un futuro junto al costo de inversión ligado a esta actividad, se desarrolla de forma completa el tema de costos en el inciso 4.3.

4.2.3. Comunicación efectiva con las áreas productivas y de planificación de producción

La comunicación es un factor de éxito en cualquier plan de gestión si este proceso falla la probabilidad de éxito se ve reducida drásticamente por conflictos internos entre personas y departamentos completos, al referirse a comunicación efectiva basado en el *blog* escrito por Mario Cantalapiedra acerca de cómo realizar una comunicación eficaz en la empresa en el apartado de

consejos para conseguir este tipo de comunicación se aplican este tipo de consejos a la empresa tomando como guía el título de la actividad.

- Escoger el canal adecuado: La empresa cuenta con diversos canales de comunicación como correo, boletines, entre otros. Para este tipo de comunicación entre los departamentos de mantenimiento, producción y planificación de la producción es necesaria la comunicación presencial en reuniones breves estructuradas y que planteen el escenario de seguimiento de las áreas involucradas, este medio de comunicación es elegido en base a la riqueza de información que proporciona de manera inmediata para la colaboración y coordinación de actividades. Se debe dejar constancia de los participantes de las reuniones, actividades a realizarse, tiempos estipulados en una minuta de reunión como la mostrada en el apéndice 2.
- Practicar una escucha eficaz: Todos los departamentos cuentan con necesidades; planificación cumplir la demanda solicitada de mercado, producción elaborar lo solicitado y mantenimiento tener en uso óptimo los equipos.

Es necesaria la exposición y escucha de cada uno de los puntos solicitados por cada departamento, en que no se tienda a un debate inmediato, cualquier observación necesaria a las necesidades de producción debe ser sostenida con las bases y fundamento del por qué se encuentra en contra de las decisiones o necesidades de los demás departamentos, en caso de mantenimiento el uso continuo de una máquina sin darle un mantenimiento preventivo en fallas a largo plazo que afectarán el programa completo de producción pudiendo tener

consecuencias en el equipo y en un alto impacto de las horas extra que elevarían significativamente los costos.

- Eliminar distorsiones entre la comunicación verbal y no verbal: Eliminación de cualquier distractor que pueda interferir entre la comunicación de los departamentos, prohibiciones claras del uso de teléfono, ambiente confortable y actividades específicas que tiendan a no realizar monótona la reunión.
- Comunicar de forma realista: La presentación de los aspectos positivos como de los fallos, no es una reunión solamente de aspectos positivos, los aspectos negativos deben ser comunicados de manera que se oriente a la mejora continua, los indicadores deben ser expuestos por cada área nombrando a producción con el porcentaje de eficiencia y productividad por área, la variabilidad de horas extra en cada área y su justificación, el volumen de producción manejado vs el anterior, el rendimiento con sus variaciones, rotación de personal, cumplimiento de la secuencia (considerando el producto fuera de tiempo entregado a las áreas) y el costo del error.

Mantenimiento debe ser claro y realista con la cantidad de mantenimientos realizados y necesarios, el TMEF, el tiempo de ciclo estimado en mantenimientos preventivos y los costos incurridos por consumibles.

Por último, planificación con la cantidad de lo producido vs lo demandado, estimación de la demanda no cubierta, proyecciones de los meses siguientes, efectividad del plan de gestión organizacional y cantidad entregada de producción a los clientes.

4.2.4. Tiempo de rutina de mantenimiento por horno

“El tiempo de rutina de un mantenimiento se encuentra conformado de una serie de tiempos y actividades sistemáticos y generalizadas aplicadas al concepto de mantenibilidad o tiempo promedio por reparar.”⁴⁰ Este tipo de tiempos y actividades pueden listarse y ampliarse para las demás actividades de mantenimiento y clasificarse según el tipo de mantenimiento para cada horno, los tiempos nombrados son:

- Tiempo de verificación de la falla
- Tiempo de recaudación de datos con los operarios
- Tiempo de limpieza
- Tiempo de localización de defectos
- Tiempo de diagnóstico
- Tiempo de medición
- Tiempo de desmontaje
- Tiempo de engrase y lubricación
- Tiempo de remoción de pieza
- Tiempo de espera de repuestos
- Tiempo de sustitución de la pieza
- Tiempo de re ensamble
- Tiempo para ajustes y pruebas
- Tiempo de retorno de equipo y documentación

Cada uno de los tiempos anteriormente mencionados son generalidades de tiempo de mantenimiento a un horno industrial, más no todos estos tiempos son aplicables en todos los tipos de mantenimiento a realizarse en el área, para

⁴⁰ GONZÁLEZ, Deny. Op. cit. p. 11.

poder establecer las actividades generales del plan a seguirse en los mantenimientos se marcan en la tabla XLVI, en que los números corresponden al número listado anteriormente y las “x” colocadas si el tiempo y actividad listado corresponde al tipo de mantenimiento de la columna. Este listado es en forma general a realizarse y no es en ninguna manera un programa completo, ya que la falla o mantenimiento puede darse en cualquiera de los sistemas del horno y por tanto requerir de actividades específicas según la tarea a realizarse.

Tabla XLVI. **Actividades por mantenimiento**

Actividad	Preventivo	Correctivo	Predictivo	En uso
1		X		X
2	X	X		X
3	X	X	X	X
4	X	X	X	X
5	X	X		
6			X	
7	X	X	X	
8	X	X		
9	X	X	X	
10		X		
11		X		
12	X	X	X	
13	X	X	X	
14	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

Las actividades y tiempos en el mantenimiento correctivo especialmente se presentan en mayor cantidad cumpliendo casi en la totalidad de actividades a realizar, este tipo de mantenimiento no es calculable de forma anticipada en el tiempo que será utilizado para todas las actividades al no poder manejarse un tiempo exacto de cada uno de los tiempos, desde la adquisición de repuestos a la gravedad del fallo.

El mantenimiento preventivo y en uso en caso contrario es posible la estimación de tiempo de las actividades, en el caso del mantenimiento preventivo se desglosan los tiempos asociados al mantenimiento en el tiempo de ciclo establecido en el inciso 4.2.5 y el desglose del inciso 4.2.6 que se detalla de una mejor manera las actividades que se comprenden en un mantenimiento de un horno industrial en los sistemas, el mantenimiento en uso es el realizado por el operario y por el método de observación, sobre todo se detallan los tiempos estimados de realización del mantenimiento en uso con las actividades que lo comprenden en la tabla XLVII.

Tabla XLVII. **Tiempo de mantenimiento en uso**

Tiempo y actividad	Tiempo estimado (minutos)
Tiempo de verificación de la falla.	2
Tiempo de recaudación de datos con los operarios.	5
Tiempo de limpieza.	10
Tiempo de localización de defectos.	10
Tiempo de retorno de equipo y documentación.	10
Total de tiempo utilizado:	37

Fuente: elaboración propia.

El mantenimiento predictivo no se tiene en consideración inmediata para la organización y el área, por lo que el desglose de tiempos por actividades aunque es distinto para cada equipo, no se procede a un detalle mayor hasta volverse estrictamente necesario y el volumen de ventas pueda abarcar este costo sin incurrir en pérdidas, los tiempos de actividades serán dados en amplia parte por la empresa conjunta de realización de mediciones y de las pruebas constantes elaboradas por los técnicos al realizar las comparaciones constantemente.

Para poder garantizar el cumplimiento de tiempo de rutina de mantenimiento es necesario cumplir con requerimientos como: facilidad de acceso al equipo, maniobrabilidad en el área, simplicidad de operación, manejo y disponibilidad de herramientas necesarias, piezas y componentes en disposición inmediata, especialidad técnica de trabajo y la normalización de actividades a realizarse.

4.2.5. Tiempo de ciclo de mantenimiento por horno

El tiempo de ciclo total para el mantenimiento se establece en el mantenimiento preventivo, la duración total o de ciclo de este mantenimiento es de 9 horas (540 minutos), se sub divide en los tiempos mostrados en la tabla XLVIII.

Tabla XLVIII. Tiempo de mantenimiento preventivo

Tiempo y actividad	Tiempo estimado (minutos)
Tiempo de recaudación de datos con los operarios.	10
Tiempo de limpieza.	20
Tiempo de localización de defectos.	35
Tiempo de diagnóstico.	35
Tiempo de desmontaje.	60
Tiempo de engrase y lubricación.	130
Tiempo de remoción de pieza.	130
Tiempo de re ensamble.	60
Tiempo para ajustes y pruebas.	40
Tiempo de retorno de equipo y documentación.	25
Tiempo total	545

Fuente: elaboración propia, con base en el programa de mantenimientos preventivos anual.

Como se tiene el detalle en la anterior tabla las actividades de alto consumo de tiempo son las consideradas de desmontaje y ensamble con una hora cada una y las actividades de engrase, lubricación y tiempos de remoción de pieza que puede referirse al sistema eléctrico, electrónico o bien al sistema de alimentación de gas para la limpieza y cambios de consumibles, estas actividades tienen un tiempo estimado levemente superior a las 2 horas desglosado en el inciso 4.2.6 y sus sub incisos.

En la etapa de la recaudación de datos con los operarios es la opinión del personal que tiene contacto directo con la maquinaria, si han percibido alguna variación, el rendimiento que se ha tenido, si se ha presentado algún tipo de fallo en el equipo y no se ha reportado, entre otros.

Esta actividad es la primera a realizarse en la comunicación de los técnicos y operadores del área, se toma bastante en cuenta el criterio basado en la experiencia del operario al manejar diariamente el equipo y sus observaciones del mantenimiento en uso.

El tiempo de limpieza es un tiempo de rutina al igual que el de localización de defectos, en que esta última mencionada se toma parte del criterio técnico de los componentes fuera de rango o que tienen la posibilidad de presentar defectos a corto o mediano plazo, otros criterios de rutina son el ajuste, pruebas y retorno del equipo, en el retorno del equipo se debe hacer con el operario y supervisor de turno por lo que se toma un criterio de observación y orientación del personal técnico al personal operativo.

El tiempo de ciclo de este mantenimiento es un estimado y rara vez reducible, apelando solo a la capacidad del horno en términos físicos y de tamaño, la reducción de actividades también reduce la confiabilidad del

mantenimiento elaborado, de igual forma el tiempo en caso de extenderse solo puede ser debido a las actividades de engrase, lubricación o remoción de pieza en que se involucre un mantenimiento correctivo, esta extensión de tiempo es solo permisible si esto permitirá el uso del equipo sin presentar fallas.

4.2.6. Mantenimiento de horno industrial

En el inciso 4.2.5 se realizó un desglose de las actividades y tiempo de mantenimiento preventivo, de todas las actividades las actividades respectivas a los sistemas involucrados en el equipo de horneado, las actividades de especial cuidado y énfasis para todos los equipos son el cuidado de engrase y lubricación, sistema eléctrico para cualquier horno, requiere de consumo eléctrico para la tarjeta y el sistema de gas propano o el sistema de evacuación de gases.

Todos estos sistemas son descritos a continuación y el especial cuidado que debe tenerse con cada uno de ellos, de igual forma se realiza un detalle de los consumibles frecuentes con estas actividades y la frecuencia establecida de mantenimiento con la confiabilidad producida por el equipo de no presentar un tipo de fallo en el tiempo establecido para el siguiente mantenimiento preventivo a realizarse, explicada con el modelo actual de fallas y el modelo matemático propuesto.

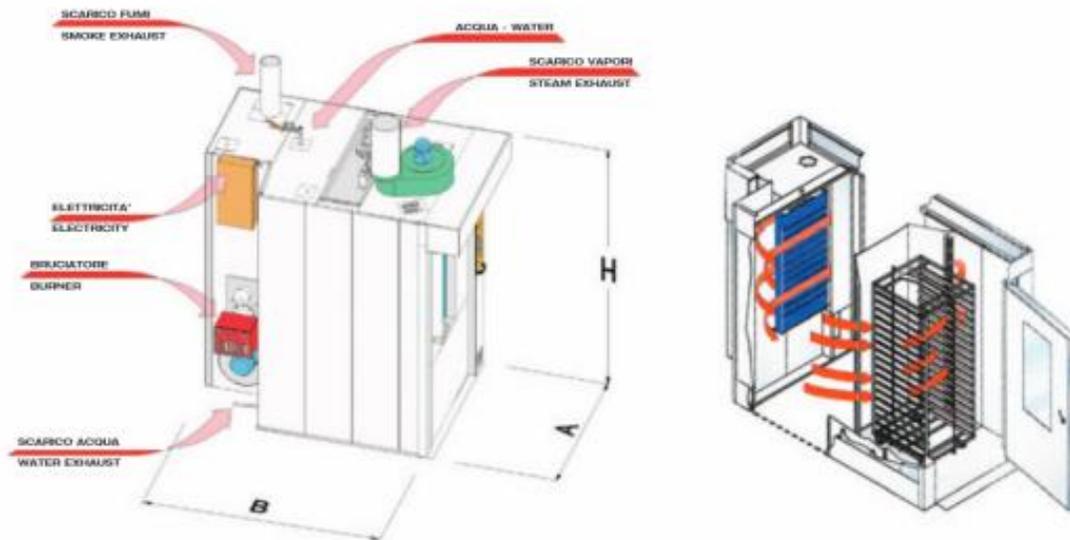
Los puntos importantes a tener en cuenta en el mantenimiento es que este solo debe realizarse cuando el equipo este frío y desconectado del interruptor principal, además de ello se requiere como requisito de la realización del mantenimiento cortar el suministro de gas y el suministro de energía eléctrica.

Antes de iniciar las actividades, en la localización de defectos, chequear fugas de gas si existiesen, realizar un chequeo del quemador y revisar brevemente el sistema eléctrico y conexiones como parte de la seguridad industrial a fin de evitar cualquier tipo de incidente que pudiera producirse por estos elementos antes nombrados representando un factor de riesgo tanto para la persona que realiza el mantenimiento como para el área.

4.2.6.1. Engrase y lubricación

El sistema de los hornos se compone de diversos sistemas, mecánicamente requiere de engrase y lubricación para su correcto funcionamiento y movimiento, su estancamiento puede incurrir en fallos desde problemas en la apertura y cierre de la puerta de ingreso de producto hasta rupturas de elementos mecánicos como el gancho de encaje del carrito industrial imposibilitando su utilización completamente. Para ilustrar el equipo de horneado industrial promedio del área a un nivel interno en una manera muy general se muestra la figura 82 de un horno Zucchelli Rotorfan, marca especializada en productos de horneado para panadería.

Figura 82. Generalidades de Horno Zucchelli



Fuente: ZUCHELLI, Forni. *Manual técnico*. p. 4.

La revisión del engrase y lubricación incluye las puertas (bisagras y mecanismo) y empaques, el sistema de ingreso de carros de bandejas, motor reductor de carrusel (revisar la tensión de fajas o cadenas y cojinetes, nivel de aceite de caja reductora, vibraciones de cojinete) revisar cojinetes de motor de ventilador de circulación y la turbina.

En cada uno de estos casos se tiene que aplicar un tipo distinto de grasa, variando entre la grasa H1 y H2, siendo los identificados por H2 como grado alimenticio, es un tipo de lubricante que puede ser utilizado en la industria alimenticia siempre que no tenga contacto directo con el alimento.

El lubricante H1 puede ser utilizado en puntos de fricción de máquinas y que pueda existir un contacto ocasional inevitable con el alimento, no es dañina a la salud y se permite un leve contacto en muy pocas partes por millón, tienen la característica de ser insípidos e inodoros por lo que no alteran la calidad.

Una vez especificada la diferencia entre los tipos de grasa, los tipos de grasa que deben manejarse para cada una de las partes de cuidado en el engrase y lubricación del equipo son.

- Mecanismo de puerta: Grasa tipo H2
- Bisagras: Grasa tipo H2
- Empaques: sin grasa, solo revisión
- Motor reductor: Grasa tipo H2
- Fajas de motor reductor: sin grasa, solo revisión
- Cojinetes: revisión de vibraciones
- Sistema de ingreso de carros: Grasa tipo H1

Se debe realizar un análisis semestralmente de las puertas de cada horno en que se verifique que no existen fugas y el sistema mecánico de la misma permite el funcionamiento del sistema tanto a nivel de seguridad como de mantenimiento de calor.

4.2.6.2. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico es uno de los sistemas de especial cuidado, el funcionamiento y suministro del sistema tiene un alto impacto en caso de tener deficiencias, algunos problemas presentados por fallos en el sistema eléctrico pueden ser que el motor reductor no gira, problemas con el encendido del

horno, problemas de iluminación obstaculizando la supervisión del producto, entre otros.

Las actividades a tomarse para este sistema son la revisión del sistema eléctrico en general (cableado y conexiones), con las mediciones necesarias, garantizando el funcionamiento y recubrimiento de este cableado, el protector y posición debe ser la correcta según estándares de seguridad industrial, no debe permitirse ningún cable sin recubrimiento, el control y desmontaje de la electroválvula (válvula que permite el paso de un fluido, en este caso el vapor, funcionando en base a una bobina solenoide), esta válvula debe revisarse a fondo su funcionamiento ya que puede ser causa que un horno no proporcione vapor y en caso de no funcionar debe ser reemplazada.

Para la revisión de esta electroválvula es necesario que la llave de suministro se encuentre cerrada y ser limpiada con un pincel que no deje residuos.

Revisión de las conexiones y funcionamiento del tablero de horno, que la corriente llegue correctamente y todos los botones accionen el sistema como es debido, servicio a los motores ventiladores de circulación de aire y convección, revisión de su estado y programación de cambio, revisión de las sondas de temperatura y su conexión al tablero junto a su polaridad correcta, revisión de los contactores y su estado.

Adicionalmente se recomienda una revisión semestral o anual en los bombillos de iluminación, sus protectores, para su debido cambio, y en los dispositivos de seguridad del horno.

4.2.6.3. Sistema de gas propano

En los hornos de sistema de alimentación y combustión de gas propano es completamente necesaria la revisión del sistema, tanto por niveles de funcionamiento como por seguridad industrial, las fallas en esta área no se encuentran permitidas al ser un gas altamente inflamable y explosivo.

La revisión de todo el sistema de alimentación en tubería y posibles fugas, dividiendo esta revisión en dos etapas según el área, implicando a los técnicos en el área de horneado encargados de la parte técnica como del funcionamiento del equipo conjunto a los operarios que tienen contacto directo diariamente con la maquinaria y el personal de servicios generales encargados de la revisión diaria de las tuberías que nacen desde el sistema de alimentación al área.

Uno de los componentes de alta importancia en este sistema es el quemador en que se evalúa el largo de la flama y el nivel de mezcla aire – gas, parte del mantenimiento del quemador es la revisión de los reguladores de calor, revisión y limpieza del inyector, limpiar y ajustar los electrodos, revisión del manómetro y que la presión sea la adecuada, limpieza de la fotocélula de detección de llama.

Revisión del estado y limpieza con disolvente mineral del filtro de gas, programar cambio de ser necesario, revisión de las llaves de paso y estado de las tuberías, limpiarlas con solvente mineral no combustible. Revisión final de la chimenea y el sistema de eliminación de gases.

4.2.6.4. Consumibles frecuentes

Para un mantenimiento eficiente en los equipos y minimizar los tiempos de paro o mantenimiento preventivo es necesaria la adquisición y almacenamiento de consumibles frecuentes. Se detallan dos tipos de consumibles, los consumibles pertenecientes directamente a los equipos de horneado entendiéndose estos por los consumibles ligados a su funcionamiento, propensos a un cambio periódicamente, y los consumibles por herramientas necesarias para la elaboración de las actividades de mantenimiento que tienden a presentar fallas o necesidad de cambio por su utilización constante.

Cada uno con sus costos estimados por unidad para la elaboración del presupuesto por consumibles y el presupuesto total del área. Estos datos se presentan en dos tablas diferentes, en la tabla XLIX se presentan los consumibles para el equipo de horneado y en la tabla L se presentan las herramientas, es de resaltar que los precios son presentados en ambas tablas es un precio promedio de mercado al año 2020 y el departamento de gestión de compras con alta probabilidad tendrá un precio menor, por lo que el presupuesto necesario planteado puede reducirse, pero los precios manejados por la empresa y los proveedores son información bastante sensible para la empresa, razón por la que no pueden ser colocados ni desglosados en las tablas.

Tabla XLIX. Consumibles de horneado

Consumible	Precio en quetzales Por unidad
Cojinete 608 ZZ	28,00
Cojinete 6201	35,00
Cojinete 25RT59	335,00
Cojinete 6202	30,00
Cojinete 6001	28,00

Continuación de la tabla XLIX.

Cojinete 6002	35,00
Cojinete 6006	95,00
Cojinete 6201	28,00
Grasa grado alimenticio LGFP	165,00
Grasa grado 2	195,00
Faja dentada A-20	240,00
Cable TSJ 3x12	10,00
Electrodo sensor de flama	185,00
Válvula solenoide	2 000,00
Bocina para alarma de horno	350,00
Bombillo para horno	7,00
Timer para horno	2 000,00
Tarjeta de mando	9 000,00
Total necesario	14 766,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Consumibles para herramientas de horneado**

Consumible	Precio en quetzales Por unidad
Juego de limas	750,00
Juego de cepillos de metal	50,00
Sierra de metal	9,00
Extractor de cojinetes	450,00
Discos de amoladora	50,00
Juegos de brocas para metal	175,00
Juego de copas	150,00
Total necesario	1 634,00

Fuente: elaboración propia.

Estos precios son susceptibles a cambios, se muestran precios promedio en tiendas como Cemaco, Celasa, Novex, Mainco, y demás ferreterías o distribuidoras de repuestos a fecha agosto 2020.

4.2.6.5. Frecuencia del mantenimiento

Para poder establecer la frecuencia de mantenimiento de un equipo basado en un sistema confiable matemático, es necesario establecer primero la tasa de fallos por equipo para la cual se basa en lo establecido por el autor Deny González anteriormente mencionado, en que se puede ver que esta tasa de fallos establece la cantidad de fallos que ha tenido un equipo en general, a lo largo de un tiempo de uso determinado.

Para el cálculo de esta tasa es individual por equipo considerando la cantidad de tiempo que fue utilizado el equipo partiendo de un mes calendario y su tiempo promedio de utilización datos provenientes de la tabla XXII, la ecuación de cálculo para la tasa de fallas es la mostrada a continuación.

$$\gamma = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de horas de operación}} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Para ejemplificación de cálculo se elabora el cálculo del horno No. 3, con un tiempo dado de 385 horas y un promedio de fallos de 5 al mes, dato obtenido de los datos históricos de mantenimiento.

$$\gamma = \frac{5}{385} = 0,013 \text{ f/h}$$

Con este dato para el horno 3 es posible elaborar la confiabilidad, “La confiabilidad es la probabilidad que un equipo no falle en un tiempo propuesto.”⁴¹ En este caso dos meses que es la frecuencia de mantenimiento. Para ello se utiliza la ecuación 13.

$$R(t) = e^{-\gamma t} \quad \text{Ecuación (13)}$$

⁴¹ GONZÁLEZ, Deny. Op. cit. p. 5.

Donde:

$R(t)$ = confiabilidad para un tiempo dado o propuesto

e = Base de logaritmo neperiano (2.303)

γ = Tasa de fallas

t = Tiempo de operación previsto

Para ejemplificación de cálculo se elabora el cálculo del horno No. 3, con un tiempo de operación previsto de dos meses (utilización promedio por dos) que es el tiempo de frecuencia de mantenimiento establecido actualmente.

$$R(t) = e^{-0,013*770} = 2,36 * 10^{-4}$$

Al tenerse un valor muy cercano a 0, la confiabilidad que el equipo pueda tenerse trabajando durante los dos meses previstos sin fallos es bastante baja, es decir que existirán fallas muy probablemente en estos dos meses que existe de espacio entre el mantenimiento, más no se presentarán con facilidad condiciones que expongan al modelo a más fallas de las previstas.

Organizando estos datos en tabla para ver la confiabilidad de cada horno y justificar la frecuencia de mantenimiento propuesta se tienen los datos de la tabla LI.

Tabla LI. **Confiabilidad por equipo de horneado**

Horno	Promedio de fallos mensual	Promedio de utilización mensual (horas)	γ	Confiabilidad
Horno 3	5	385	0,013	$2,36 \times 10^{-4}$
Horno 1	8	365	0,022	$1,52 \times 10^{-6}$
Horno 2	4	352	0,011	$1,56 \times 10^{-3}$
Horno 15	6	349	0,017	$5,02 \times 10^{-5}$
Horno 16	2	342	0,006	$3,26 \times 10^{-2}$
Horno 14	3	342	0,009	$5,88 \times 10^{-3}$
Horno 13	2	328	0,006	$3,74 \times 10^{-2}$
Horno 8	6	316	0,019	$4,46 \times 10^{-5}$
Horno 4	9	314	0,029	$2,52 \times 10^{-7}$
Horno 5	1	279	0,004	$1,55 \times 10^{-1}$
Horno 11	3	253	0,012	$6,31 \times 10^{-3}$
Horno 7	1	253	0,004	$1,85 \times 10^{-1}$
Horno 12	5	231	0,022	$2,08 \times 10^{-4}$
Horno 6	2	171	0,012	$3,26 \times 10^{-2}$
Horno 10	8	95	0,084	$1,65 \times 10^{-6}$
Horno 9	1	52	0,019	$1,92 \times 10^{-1}$

Fuente: elaboración propia.

Todos los valores son cercanos a 0, por lo que todos los equipos tienen una confiabilidad bastante baja en la nula presentación de fallos, estos datos son justificables en el mantenimiento con frecuencia de dos meses, recordando que la aplicación de mantenimiento preventivo constante y bien estructurado tiene como fin la reducción significativa de mantenimientos correctivos.

Con el apoyo del mantenimiento en uso, se mantiene la tasa de frecuencia de mantenimiento de los equipos en dos meses basado en las horas promedio mensuales y los datos existentes.

Un punto importante es que para aumentar la confiabilidad mostrada la cantidad de mantenimientos debe reducirse significativamente en tiempo y cantidad de fallas, lo cual no es pertinente con la cantidad de técnicos actualmente (2 personas) encargadas para el área de fermentación y horneado.

Lo recomendable es aplicar el mismo sistema de confiabilidad luego de la implementación del plan de mantenimiento y la gestión de procesos en conjunto con producción, con los nuevos datos de horas de utilización y cantidad de fallos existentes durante un período de tiempo con un sistema de manejo distinto, la utilización de la confiabilidad en los equipos es un dato que se verá influenciado incluso por la existencia de un fallo en el tiempo, la credibilidad de la confiabilidad se ve influenciada por la calidad de los datos y el sistema implementado para su recaudación.

4.3. Análisis de costo/beneficio de la propuesta

El análisis de costo beneficio en el plan de gestión de producción y procedimientos especialmente en el área de horneado, parte de los supuestos de los beneficios cuantificables o que pueden estimarse y los no cuantificables, los costos de igual forma se presentan en un estimado conforme la variación e implementación total o parcial, en caso de no implementarse el mantenimiento predictivo que es de alto costo, del plan de gestión.

Los costos se presentan en la tabla LII y los beneficios en la tabla LIII siguientes

Tabla LII. **Costos previstos de plan de gestión**

Actividad	Costo estimado (GTQ)
Horas extras mensuales	7 403,07
Carritos de hornos	258 772,00
Costo estimado extra por reuniones de implementación del plan	4 500,00
Costo de tiempo muerto proyectado mensual	256 799,40
Costo por documentación mensualmente	650,00
Costo por actividades de traslado de equipo en el área de horneado	1 800,00
Costo por consumibles	14 766,00
Costo por herramientas	1 634,00
Total de costos	546 324,47
Mantenimiento predictivo	35 000,00
Total costos con mantenimiento predictivo	581 324,47

Fuente: elaboración propia.

En la estimación de costos se recalca que se proyectan los costos desde la fase de implementación en el plan de gestión hasta los costos proyectados que se tendrán internos a plan de gestión de producción y procedimientos, de igual forma en la tabla beneficios se hace referencia en las disminuciones a la comparación del costo actual y el que se tendría con el plan de gestión.

Tabla LIII. **Beneficios previstos en el plan de gestión**

Beneficio	Monto estimado (GTQ)	% de variación al sistema actual
Beneficios cuantificables		
Disminución en documentación escrita	1 150,00	63,89 %
Disminución en horas extra mensuales horneado	21 131,43	74,06 %

Continuación de la tabla LIII.

Disminución de costo de tiempo muerto por horno mensual	122 054,54	47,53 %
Reducción en costo de mantenimiento por carritos de hornos y consumibles	150 000,00	57,97 %
Reducción en producto no conforme por actividades de trasiego	32 000,00	85,21 %
TOTAL DE COSTOS CUANTIFICABLES	326 335,97	--
Beneficios no cuantificables		
Reducción en tiempo muerto por mantenimiento correctivo		--
Reducción de precio por consumibles de emergencia		--
Optimización de procedimientos		--
Minimización de variación de productos		--
Conservación y garantía de inocuidad		--
Cumplimiento de especificaciones de producto.		--
Reducción de tiempo muerto por operario		--
Reducción de rutas de proceso		--
Minimización de riesgo físico y de choque		--
Utilización en mayor medida de la capacidad instalada		--
Reducción de tiempos por comunicación inexacta		--
Cumplimiento de planificación organizacional		--
Garantía y confiabilidad de los equipos del área		--
Facilidad de adaptabilidad a normativas internacionales cumpliendo la RTCA		--
Organización del área conforme capacidad de las áreas relacionadas.		--
Seguimiento organizacional comprometido		--
Priorización de productos líderes		--

Continuación de la tabla LIII.

Eliminación de actividades que no generan valor	--
Base de diagnóstico y mejora	--
Mejor control de trabajo a nivel operativo y de área	--
Uniformidad de trabajo	--
Reducción de estrés laboral por actividades no regularizadas en las áreas	--
Mayor capacidad de respuesta a pedidos extra	--
Organización de producción	--

Fuente: elaboración propia.

Aunque el costo total en la tabla XLV es un costo superior a los beneficios cuantificables, se debe hacer la observación que los costos de carritos de hornos, reuniones iniciales y actividades de traslado de equipo son un costo de inversión que en su conjunto tienen un valor de Q 265 072.00 y sin este costo de inversión el costo total es de un valor de Q 281 252.47 anualmente.

Por otro lado, se presentan los beneficios cuantificables en una tasa constante desde el primer año de implementación, con posibilidad de mejora en seguimiento con los no cuantificables. Una vez descrito esto, se procede a su cálculo para el primer año y años posteriores con uso de la ecuación 11 para costo beneficio.

$$CB (\text{año } 1) = \frac{Q \ 326 \ 335,97}{Q \ 546,324,47} = 0,59$$

$$CB (\text{año } n) = \frac{Q \ 326 \ 335,97}{Q \ 281 \ 252,47} = 1,16$$

Realizado este análisis se tiene que en el primer año contando la inversión inicial, por cada unidad monetaria invertida no se cumple con el retorno sobre los costos, sino que se incurre en costo adicional, los costos superan a los beneficios en un 40.26 %. En los años n en adelante, sin consideración de la inversión inicial, el análisis costo beneficio es positivo en inversión y retorno. Considerando la inversión se presenta la tabla LIV en que se proyectan los costos y beneficios cuantificables a 10 años,

Tabla LIV. **Costos y beneficios proyectados**

Año	Costo en Q	Beneficios en Q
1	546 324,47	326 335,97
2	827 576,94	652 671,94
3	1 108 829,41	979 007,91
4	1 390 081,88	1 305 343,88
5	1 671 334,35	1 631 679,85
6	1 952 586,82	1 958 015,82
7	2 233 839,29	2 284 351,79
8	2 515 091,76	2 610 687,76
9	2 796 344,23	2 937 023,73
10	3 077 596,70	3 263 359,70

Fuente: elaboración propia.

Considerando esta tabla y la inversión inicial se enmarca el año en el que los beneficios cuantitativos rebasan al costo monetario, es necesario recordar la existencia de los beneficios no cuantitativos, 24 listados en la tabla XLVI, que aportan valor organizativamente.

Siguiendo un plan de gestión de producción, procedimientos, y se tiene una producción organizada, capacidad de mejora y ampliación, las mejoras en cuanto a cantidad de personal para las áreas, incremento de producción, aumento en el sector de mercado y la organización de productos solo es posible

en su realización al dar atención a este tipo de beneficios, y establecer un seguimiento constante para agregar valor a la organización, siguiendo un modelo de producción sin desperdicios.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA

5.1. Distribución de maquinaria

La distribución de maquinaria es un factor de bastante importancia en el seguimiento y mejora del área de horneado, la forma en que se emplean los movimientos, rutas establecidas y aprovechamiento del área.

La implementación del sistema y su seguimiento no permite el retorno a actividades que no agreguen valor, el seguimiento de selección y distribución de equipos conforme la necesidad o volumen de producción es el seguimiento organizacional requerido con el fin de no tener las mismas condiciones de trabajo a las manejadas actualmente, con la variable que el volumen puede haber incrementado y los costos de no seguirse en mejora continua, crecerán de igual forma exponencialmente por los recursos no utilizados eficientemente, para ello en los incisos 5.1.1 se explica el seguimiento y selección de distribución de equipo de horneado y en el inciso 5.1.2 se plantea la selección de distribución conforme a las necesidades de producción en los escenarios futuros.

5.1.1. Seguimiento y selección de distribución de hornos en planta

La distribución de equipos de horneado planteada en el plan de gestión se describió en la tabla XXXV distribución de equipos por jornadas, en dicha tabla se expone que un equipo de horneado rara vez pertenece solamente a un área

de producción, panadería o pastelería, criterio basado en la figura 86 distribución de productos horneados.

En el seguimiento de la utilización se debe apoyar en la secuencia de producción para estimar el tiempo teórico de utilización y en la bitácora por equipo de horneado en que se tiene el tiempo real de utilización de producción, con un ajuste por tiempo de carga y descarga, se tiene un tiempo real de utilización en cada equipo.

Estos tiempos deben ser comparados para la verificación tanto de la utilización planeada contra la utilización real, este parámetro de comparación permite ver el grado de cumplimiento a grandes rasgos de la utilización, en la variable de tiempo, equipos y del plan de producción establecido por planificación. Para poder realizar este seguimiento se debe elaborar de la forma que se muestra.

- Establecer el porcentaje de tiempo de utilización teórico por cada horno para el plan mensual basado en el volumen de producción, utilizando los parámetros de producción ajustados por horno en que se tome en cuenta para cada producto el tiempo de horneado junto a los tiempos de carga y descarga, la suma de todos estos tiempos contra el tiempo disponible de equipos.
- Verificar con datos proporcionados por digitación de las bitácoras de horno diariamente, documentación exigida por manejo de registros y no removible, solamente modificable, tomando en cuenta los tiempos de utilización anotados por el personal del área de horneado de inicio y fin de las operaciones. Los tiempos acumulados de utilización mensual por cada horno representa el tiempo real de utilización.

- El porcentaje de variación debe ser calculado con la ecuación 5 (% de variación) mostrada en el capítulo 2, los datos a ingresar son el tiempo teórico de utilización y el tiempo real de lo descrito anteriormente.

La utilización de este parámetro es completamente necesaria en el seguimiento y análisis organizacional del área.

- Con los datos manejados por el departamento de planificación de la producción, se debe evaluar de igual forma con la ecuación 5 de porcentaje de variación el volumen en kilogramos de producto transformado que deben pasar por la etapa de horneado, utilizando un análisis mensual de la producción realizada en el mes actual y el mes anterior, con el fin de verificar la variación de utilización en los hornos.

Realizarlo de igual forma anualmente en un punto del tiempo que no se hubiera implementado el plan de gestión de producción y procedimientos, con esto se indica el crecimiento o decrecimiento de producción y se relaciona a la utilización estimada y real de los equipos de horneado.

Con lo anterior establecido, se debe verificar constantemente la utilización de los hornos porcentualmente, las causas justificables para modificar la distribución en planta se describen.

- Alta utilización de un equipo por características de producto de temporada o creados por desarrollo de productos.
- Incremento de volumen de producción de productos específicos.
- Cambio sustancial del producto líder en volumen o rentabilidad que requiera alta prioridad con la realización de un equipo específico por parámetros establecidos.

Este seguimiento es el necesario para sentar las bases en caso de una redistribución física de la maquinaria que pudiera presentarse por factores externos a la empresa o variación de volumen de productos específicos.

5.1.2. Selección del tipo de distribución conforme la necesidad de la producción

Actualmente, por la curva de la demanda obtenida de datos históricos, se manejan dos tipos de periodos de producción las llamadas temporadas altas de producción y los periodos de producción regulares o estables. Para la distribución de los equipos de horneado.

El control y gestión de procedimientos y producción en las temporadas altas de producción en donde se produce incluso el doble de volumen de producción promedio de un mes regular, por lo que la distribución de equipos puede verse afectada ante un incremento de volumen de producción derivada de la demanda o incremento de los puntos de venta.

En este punto y basado en los porcentajes de utilización no es necesario el incremento de maquinaria para cumplir los requerimientos de aumento de la demanda, con una eficiencia de utilización de los equipos planeada en un 60 % de utilización de equipos, es posible cumplir un 35 % de la demanda, con un 5 % de contingencia de error en lo planeado y lo realizado.

Caso contrario, la cantidad operativa para cumplir con este 95 % de utilización del área se requiere un aumento sustancial, en los equipos de tiempo muerto de las 6 de la mañana a las 12 de la noche, especialmente en el tiempo de inutilización completa del área comprendido de las 6:00 de la mañana a las

10 de la mañana, recordar el respetar los 30 minutos de enfriamiento del horno y el tiempo de limpieza del equipo.

Esta variación cubriría las 24 horas de producción del área, teniendo que incrementar las personas, escalonando los ingresos de la jornada matutina en tres grupos como la jornada nocturna. En caso de establecerse un incremento sustancial de la demanda, basado en el porcentaje de cubrimiento por operario con cada maquinaria, se recomienda un incremento de 8 personas para la jornada diurna, 4 personas para la jornada nocturna turno A y 2 personas en la jornada nocturna B, con las 4 personas solicitadas del grupo A jornada nocturna garantiza el cumplimiento de restricción de dos personas por horno y el incremento de 2 personas en el grupo B elimina la carga de trabajo excesiva.

En la jornada diurna se requiere de un alto incremento al tener que subdividir el área en tres grupos de 5, 4 y 4 personas, el primer grupo cubriendo de 6 de la mañana a 3 de la tarde, el segundo grupo de 8 de la mañana a las y de la tarde y el último grupo de 10 de la mañana a 6 de la tarde, teniendo en cuenta que se tendrán personas intercaladas y esto sustenta la decisión de los grupos, manejándose pocas horas con pocos operarios.

En la distribución de equipos es necesaria la medición del incremento de kilogramos transformados y la utilización de equipos como se indica en el inciso 5.1.1 y tomar las decisiones de distribución de equipos en base a su utilización, volumen de producción.

Los equipos en su ubicación y agilización de procesos considerar la ubicación actual de los hornos 1, 2, 3, 14, 15 y 16, estos hornos son los de mayor proximidad a las entradas del área, panadería cercana a los hornos 14 al 16 y los hornos 1 al 3 con ubicación cercana a la entrada de pastelería, el

cambio debe sustentar la minimización de recorridos y no entorpecer el camino hacia otros hornos, preferiblemente dejar la utilización de hornos por área en una hilera continua, para poder sub dividir los equipos solamente en un área, considerar primero si el volumen de producción del área se puede cumplir con los operarios y maquinaria asignada, este análisis debe ser realizado en ambos y en caso de adquirir un equipo nuevo realizar el análisis económico expuesto en el capítulo 3.

5.2. Capacitación de personal

La capacitación de personal permite mejorar el desempeño del personal en sus actividades laborales en la empresa, guiándoles en el procedimiento correcto de la elaboración de sus actividades a través de la ampliación de conocimiento.

Los beneficios provenientes de la capacitación de personal en las áreas están relacionados directamente al operario, al tener un colaborador con el conocimiento y habilidades correctas dentro del área en esa misma medida se obtiene una mejor eficiencia de los procesos, seguimiento de planes, estructuración y participación operativa conforme lo deseado del área, aumenta la competitividad organizacional y la reducción de problemáticas relacionadas al operario en los procedimientos se reducen en amplia medida.

La capacitación de personal no solo tiene beneficios a nivel producción, un colaborador correctamente capacitado y que tenga bien definidas sus responsabilidades con un seguimiento constante presentará un menor ausentismo laboral, el ambiente laboral mejora notablemente y la retención de talento es mucho mayor.

5.2.1. Programa de capacitación de personal de uso efectivo en los hornos

Para poder elaborar un programa de capacitación de personal para el área de hornos es necesario separar la parte operativa como la parte mecánica del horno, en la parte operativa se realiza la capacitación a nivel usuario basado en las necesidades de operación y manejo directo del equipo o del área para reducir la cantidad de errores operacionales; por otro lado la parte mecánica se refiere directamente a los conocimientos básicos necesarios en el mecanismo de horneado estrechamente ligado al mantenimiento en uso, mantenimiento que se encuentra a cargo de los operarios y supervisores del área, como parte del plan de gestión y de mantenimiento que será abarcado en el inciso siguiente 5.2.2.

Siguiendo los pasos de un programa de capacitación de personal expuestos por Oscar Pérez en su *blog* titulado *Cómo hacer un programa de capacitación del personal paso a paso para la realización del programa de personal de los colaboradores del área de horneado a nivel operacional* se tiene desglosado se hace mención de los mismos y se aplican a nivel organizacional siguiendo su modelo de trabajo.

- Identificar las necesidades del área: Con una base de observación del área de horneado durante 6 meses y sus actividades cotidianas, se identifican discrepancias en la forma de realización de los procesos, justificando estas diferencias de operación en la facilidad de realización de procesos que tiene cada operario del área o bien apelando a su experiencia como personal de panaderías anteriores, la supervisión no toma mucha parte del orden del área si los productos son entregados de forma correcta.

Tras este análisis visual y convivencia con los operadores del área se determinaron las necesidades a cubrir para un programa de capacitación. Un punto a destacar entre las necesidades prioritarias es la poca importancia que se le da a la documentación escrita, los datos fidedignos son completamente necesarios tanto a nivel de inocuidad alimentaria como seguimiento organizacional, el siguiente punto altamente prioritario es el criterio de verificación y evaluación de productos, actualmente se utiliza solo el parámetro visual y algunas veces el termómetro, método que debe ser utilizado siempre.

En mucho menor medida, pero con la necesidad aún existente, se encuentra la carga y descarga de los equipos con el carrito de producto evitando caídas de bandejas o del carrito entero teniendo que descartarse completamente el producto por contaminación directa y alteraciones físicas. El último punto de necesidad es la programación de los hornos para los operarios nuevos en este cargo.

- Definir objetivos: Definidas las necesidades del área se debe especificar hacia donde se quiere llegar a nivel departamental y como se llegará a ese objetivo planteado.
 - General: Capacitar al personal del área de horneado para realizar las actividades operacionales cumpliendo las normativas de inocuidad, cuidado de equipo y los parámetros establecidos para los productos, para proporcionar información escrita veraz y que pueda ser analizada.

- Específicos
 - Proporcionar los conocimientos específicos de los procedimientos correctos de carga y descarga de carritos en los equipos.
 - Concientizar a los operadores de la importancia de la información responsable.
 - Orientar en la relación que tiene la inocuidad alimentaria con la documentación escrita.
 - Brindar conocimiento del manejo operacional de los equipos de horneado.
 - Capacitar al personal en la importancia general del área para los productos.

- Personas a quienes se orienta el programa: La selección de las personas a las que se dirige la capacitación es un factor de importancia para lograr el impacto positivo organizacionalmente y departamentalmente, al ser un programa orientado puramente al área de horneado seleccionar los operarios idóneos a los que se dirigirá primordialmente la capacitación en factores como la edad, grado académico, tiempo dentro de la empresa, liderazgo personal.

Enfocarse solamente en las personas de alto tiempo de historial de trabajo dentro de la empresa tiene un riesgo de resistencia al cambio bastante alto, por tanto, el programa idealmente debe estar orientado a las personas con actitud colaborativa, con una edad promedio en la que no suponga una barrera de aprendizaje y un grado académico superior a nivel básico, facilitando el nivel de comprensión de la capacitación y el traslado de información a personas con menor grado de nivel académico.

La importancia de selección de las personas líderes dentro del área facilita la comunicación interna de la importancia de la realización de actividades y no debe considerarse solamente a los supervisores, también a las personas que tienen un impacto social dentro del área y pueden influir en su toma de decisiones.

- Selección del programa de capacitación adecuado: Para poder llegar a las personas adecuadas de la forma adecuada es necesario pensar en el formato de aprendizaje que regularmente se trata de dos métodos siendo presencial o en línea, para el tipo de capacitación que se necesita es completamente viable y necesario realizar la capacitación en forma presencial.

La realización debe ser en sesiones cortas, pero de alto valor informativo, sub dividiendo la cantidad de contenido en un programa que no requiera de un tiempo mayor a un mes para acoplar los nuevos conocimientos en los nuevos colaboradores del área. En la capacitación por el tipo de conocimientos otorgados es necesario fomentar la práctica y supervisión constante de las operaciones con la autonomía necesaria en sus labores para trabajar en los estándares necesarios de las actividades tanto de información como las relacionadas a los equipos solamente al tener supervisión visual de los encargados del área.

- Comunicación del programa de capacitación y actividades por cada una de las necesidades: La comunicación del plan de capacitación debe ser efectiva a los colaboradores que serán capacitados, se les debe explicar claramente los objetivos de la capacitación, los resultados esperados tras la implementación de la misma y el método de realización de la misma.

Los objetivos se especificaron anteriormente para este programa de capacitación operacional del área al igual que el canal de capacitación adecuado para brindar la información, las actividades de capacitación deben ser elaboradas por personas con amplio conocimiento del área y manejo, preferencialmente por el departamento de ingeniería de procesos o procedimientos.

- Implementación del programa de capacitación: Para poder implementar el plan de capacitación se recomienda la división en 4 secciones, abarcando en la primera la carga y descarga de equipo con su procedimiento correcto, en la segunda la programación de equipos y en las últimas dos sesiones la forma correcta de documentar los procesos junto a la importancia que significan estos datos organizacionalmente y la relevancia que tienen estos datos para calidad y la correcta realización de su trabajo. Se recomienda un tiempo estimado para las primeras dos sesiones de 25 minutos, en que se tome la asistencia y ejercicios prácticos de programación junto a una breve prueba escrita final.

Las sesiones respectivas de documentación y relevancia de información se recomienda mantener 2 sesiones de 30 minutos con ejemplos claros de documentación errónea, una prueba de documentación y una prueba escrita final.

- Evaluación de resultados: Mantener un seguimiento con las personas capacitadas de como evalúan personalmente el desempeño del capacitador, transmisión de información y si se ha realizado un cambio sustancial en el área tras la implementación de la capacitación.

Se recomienda un sistema de encuestas para el seguimiento y reuniones con los supervisores del área para evaluar los procedimientos y comparar la cantidad de errores que se han presentado en documentación y producto afectado por causas relacionadas al manejo de carritos de producción.

5.2.2. Programa de capacitación de personal de utilización mecánica del horno

Este plan de capacitación se requiere como seguimiento en las actividades establecidas para el mantenimiento en uso referentes a limpieza e inspección de los equipos con leves detalles mecánicos de funcionamiento de los equipos. Para la implementación de este programa se siguen los pasos de elaboración del inciso anterior en el programa de capacitación a nivel operativo de los hornos.

- Identificar las necesidades del área: Durante los 6 meses de observación del área se observa que, en términos de fallo de equipo o situaciones cercanas de fallo, el operador rara vez tiene una opinión clara del fallo y lo que puede causarlo, el conocimiento de limpieza de los equipos es sumamente básico en el tema y cualquier detección de posible fallo es compleja para el criterio de los operarios actualmente, la comunicación de este posible fallo si debe ser con el supervisor o directamente con el área de mantenimiento o jefatura de producción es también causa de confusión para los operarios de los equipos.

Determinando como la prioridad principal el criterio de los operarios en la detección de posibles fallos de los equipos para dar un seguimiento

correcto del mantenimiento en uso y priorizar los mantenimientos preventivos o correctivos por parte del área de mantenimiento.

- Definir objetivos: Definidas las necesidades del área en términos mecánicos y criterio operacional se debe especificar hacia donde se quiere llegar a nivel departamental y como se llegará a ese objetivo planteado.
 - General: Brindar el conocimiento necesario a los colaboradores del área de horneado en aspectos de irregularidades mecánicas y limpieza de los equipos que puedan brindar un valor organizacional en el correcto funcionamiento de los equipos y el seguimiento en el mantenimiento y cuidado de los equipos pertenecientes al área.
 - Específicos
 - Dar a conocer las condiciones de falla comunes en los equipos de horneado,
 - Concientizar al equipo del área de horneado en la importancia de los equipos a nivel empresa.
 - Orientar a los colaboradores del área con las condiciones presentadas comúnmente antes de una falla entendiendo ruidos, olores, entre otros.
 - Designar personas responsables de la limpieza de los equipos, procedimiento y supervisión del resultado del equipo completamente limpio.
 - Organizar el procedimiento de reporte de fallos presentes o posibles en el equipo.

- Personas a quienes se orienta el programa: De igual forma que en el anterior inciso este programa debe ser orientado a las personas que tienen contacto directo con los equipos del área, esta vez sin realizar distinciones por variables como edad o nivel educativo orientando a un grupo de personas que puedan influenciar las acciones de los demás y garantizar el completo conocimiento del sistema, ya que al ser procedimientos establecidos que no pueden ser imitados en su totalidad, por la personalidad del horno.

Es completamente necesaria la comprensión de todos los operarios del área para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos que tienen designados como operadores de producción, la implementación de un sistema que sea fácil de comprender y llevar a la práctica con un seguimiento constante por parte de supervisión del área.

- Selección del programa de capacitación adecuado: Al igual que en el anterior inciso se maneja el mismo programa de capacitación en forma presencial en sesiones cortas que no saturan de información al personal y sea comprensible para todos los relacionados a la capacitación. Se debe sub dividir el programa en sesiones necesarias que se considere la personalidad del horno que no sobrepase un mes de capacitación garantizando la implementación de estos conocimientos por los operarios antiguos como nuevos.
- Comunicación del programa de capacitación y actividades por cada una de las necesidades: La comunicación del plan y los objetivos debe ser clara y efectiva, los resultados esperados en la disminución de mantenimientos correctivos por la intervención oportuna de los operarios en la implementación de la modalidad del mantenimiento en uso de la

maquinaria son necesario que sea comprendido y adoptado como un concepto por los operarios.

En este tipo de capacitación, por la experiencia en el tema y área, los designados como sistema capacitador son las personas del departamento de mantenimiento, especialmente el área administrativa con apoyo de los técnicos encargados del área.

- Implementación del programa de capacitación: Al igual que en el sistema anterior de capacitación se recomiendan 4 sesiones de mantenimiento en las que se realice una solamente, para el sistema de limpieza que debe seguir el horno y las 3 restantes deben ser relacionadas a los indicadores de fallo de los equipos, sub dividiendo estas reuniones en la primera el sistema mecánico, la segunda en el sistema eléctrico y la última el sistema de gas en cada una dando ejemplos claros y palpables para los operarios dando olores característicos, ruidos que pueden presentarse o patrones visuales que evidencian un fallo del equipo desde la presencia sensitiva de gas hasta la dificultad de manejo del equipo.

Se debe elaborar una pequeña prueba escrita al final de cada una de las sesiones de capacitación en la que se tenga el programa de asistencia de la capacitación y los resultados obtenidos.

- Evaluación de resultados: La evaluación de los resultados de la capacitación se deben ver reflejados en la disminución de mantenimientos correctivos al ser implementados junto a un manejo de mantenimientos preventivos, la transmisión de información operativa a supervisión y esta misma a mantenimiento es un factor necesario de comprensión.

La continuidad y evaluación de las capacitaciones y transmisión de información se propone con una reunión final en cada sesión en que se expongan las dudas de los operadores con situaciones que se han presentado en el área de horneado, en una revisión rápida de los exámenes y que los operadores o supervisores expongan una crítica constructiva del manejo de la capacitación y seguimiento para la reunión continua al ser un tema que debe quedar completamente claro.

5.2.3. Seguimiento de utilización y control de horas extra por área de hornos

El plan de gestión de producción y procedimientos tiene contemplada la reducción significativa de horas extra para el área de horneado, la programación de equipos conforme nivel de producción establece parámetros de utilización bastante claros en cada equipo basado por los tiempos de operación y los parámetros de cada producto en los equipos asignados.

Sabiendo que existen factores externos que siempre pueden afectar la exactitud del plan y de las áreas incrementando los tiempos de producción establecidos o alterando el ciclo total de la operación, es necesario dar un seguimiento constante a las horas extra y las causas de realización de las mismas es un tema de alta importancia sobre todo en el turno nocturno A.

Por la cantidad de personas del turno nocturno B y su alta utilización de equipos pueden verse afectadas las personas de este turno y supervisión verse en la necesidad de solicitar el apoyo operativo del turno A nocturno, este análisis puede llevar a una verificación en la cantidad de personas necesarias para el turno nocturno B basado en el costo que se inquiera mensualmente por horas extra.

Para el control de horas extra se propone el formato del apéndice 3, en que se justifica la causa, fecha de realización, la persona que realiza las horas extra, cantidad de horas extra y la causa aprobada por supervisión del área. Esta boleta de control debe ser entregada semanalmente y con apoyo de recursos humanos obtener los datos de horas de ingreso y egreso de planta de los operadores, comparando las boletas y las horas extra registradas.

Esta comparación servirá en el sistema de control, manteniendo un sistema de control visible en el área administrativa encargada que se muestre la variación de horas extra y de producto no conforme y un análisis de causas para su mitigación o reducción sustancial.

5.3. Tecnología

El procedimiento de horneado en la panificación es un procedimiento que ha ido evolucionando a lo largo de los años pasando de ser un procedimiento accidental a la exposición del sol como lo plantea la historia de la panificación a un procedimiento controlado y normado de categoría industrial, este procedimiento como todos los procedimientos industriales se ha visto modificado por la tecnología en su método de realización para la minimización de tiempos, mejor aprovechamiento de los recursos, cuidado del medio ambiental y disminución de los costos de producción.

Aunque el primer horno que apareció a lo largo de la historia fue el horno de leña de los romanos, mejorando este principio de aislamiento térmico durante los años venideros. Con la llegada de la revolución industrial llegó el horno con alimentación de gas, con una estructura metálica que trasladaba el gas y que era capaz de soportar las altas temperaturas, apareciendo hasta hace pocas décadas el horno eléctrico.

Aunque el horno de leña da un sabor característico e incluso nostálgico, el requerimiento de velocidad para satisfacer la demanda no es viable con este tipo de hornos, por lo que se requiere de hornos que su sistema de alimentación permita la eficiencia del proceso y adaptarse al volumen de producción constante.

Aunque el horno de leña es el tipo de horno con las emisiones gaseosas con menor daño para la contaminación ambiental, el uso constante de madera y la alta cantidad de humo producido son factores que pesan mucho en el aspecto ambiental, por tanto aunque su sabor es característico no justifica la cantidad de consumo que requiere, por tanto se suele optar por hornos de gas que aunque inquietan en un costo mayor, con el volumen de producción correcto se incrementan en forma sustancial los beneficios, debido a su alta capacidad de producción y sus menores tiempos de cocción.

Actualmente, lo que se recomienda para una gestión de procedimientos por ser el tipo de equipo con mejores variables de control en caso de ser requerida la ampliación de la capacidad del área de horneado basado en los criterios antes expuestos, son los equipos de tipo eléctrico, que permiten un calentamiento uniforme y estandarizado, el tiempo de cocción es levemente mayor al de los hornos de gas, pero su consumo energético es sustancialmente menor y por tanto los costos, además de que su control de variables de producción es el idóneo para la planificación organizacional por su uniformidad de datos.

5.3.1. Nuevas tecnologías de los hornos industriales

Como todo tipo de industria, los hornos industriales para panadería se encuentran en constante investigación e implementación de mejoras, para mostrar estas mejoras basándose en la página de MIWE, una empresa alemana líder en la fabricación de equipos de horneado para la industria de la panificación, y se describen las últimas tecnologías implementadas en los sistemas de horneado, y cuales serían de valor para implementar a futuro en la adquisición de un equipo que pueda mejorar la gestión de producción y procedimientos.

- **Control de aire:** La mejora en la cantidad de aire en circulación en los hornos de convección, la regulación del aire en forma sencilla y precisa permite un mejor soporte de la carga térmica, esta mejora del equipo permite tener condiciones de horneado óptimas para el producto y un ahorro de agua y energía. Esta mejora se considera como un avance tecnológico necesario para un mejor control, la disminución de variables que afecten al producto es un apoyo para el sistema de gestión, con una menor variación dentro de los procesos incluso en los mismos equipos.
- **Vaporización:** Mejora en el sistema de distribución de vapor a los productos, agrega un valor uniforme al producto terminado y reduce el consumo de agua del equipo. Se considera que esta mejora tecnológica no es indispensable en el plan de gestión, las características actuales de los equipos no incumplen los parámetros de calidad y el sistema de vaporización dentro de los hornos es bastante estable en no presentar fallos siempre que tenga el mantenimiento adecuado.

- Horneado atmosférico: El aislamiento térmico dentro del equipo permite eliminar la variable de alteración de resultados en los productos por los cambios en el medio ambiente, esto mejora la calidad de los productos y uniformidad de horneado. Esta mejora tecnológica no se considera necesaria de implementación al tener un ambiente controlado dentro de la empresa y el control excesivo de variables reduciría la percepción de panificación artesanal de los clientes.
- Encendido automático: La programación para toda una semana de antelación del equipo de horneado, permite un ahorro de tiempos de operación y planificación precisa.

La mejora tecnológica presentada es de un análisis mayor, la planificación con mayor tiempo de antelación requiere primero de la completa organización de procedimientos, donde se eliminen todas las restricciones de irregularidad y de ser programados los equipos son asignados a un área específica, no se puede mantener el sistema manejado de equipos compartidos por las áreas de producción, por lo cual la organización de producción y evaluación de la demanda, que cumpla el volumen de producción justificable en esta inversión tecnológica.

En esta mejora tecnológica también debe verse el tamaño de memoria manejada en que no se puede permitir una cantidad restrictiva de horneadas con la alta variedad de productos manejados actualmente por la empresa, es necesario evaluar todo lo anteriormente mencionado antes de buscar esta mejora tecnológica.

- Horneado con temperatura de núcleo: En los hornos rotativos esta mejora plantea la optimización del resultado de horneado, la seguridad de alcanzar las temperaturas requeridas en el núcleo del producto y que la documentación se vuelve sumamente sencilla, aunque su mejora notable es el cumplimiento confiable de los parámetros de calidad de los productos de alcanzar la temperatura interna requerida.

Aunque es una mejora que podría ser bastante notable, la experiencia del equipo de horneado les da un valor bastante cercano de cumplimiento de los requerimientos de temperatura, comprobable en la poca cantidad de producto afectado que se presenta por falta de cocción.

- Control de limpieza: Una función de limpieza completamente automatizada que no requiere de personal y detección automática del nivel de suciedad del equipo, control de limpieza y reducción en costos por limpieza interna.

Aunque esta es una mejora bastante atractiva, para finalidades de mantenimiento en uso la limpieza completamente automática resta tiempo de mantenimiento en uso del horno y control visual, si el sistema de mantenimiento en uso y el tiempo en que se realiza no es replanteado, no se considera ideal esta mejora para el área.

- Dosificación de potencia del quemador: La precisión de temperatura otorgada por el quemador, con un perfil de temperatura de alto ajuste los productos delicados de pastelería tienen un mejor acabado y se ahorra energía. Si el volumen de producción del área de pastelería tiene un incremento sustancial esta variable se vuelve completamente necesaria para un mejor control de la producción reduciendo la variabilidad.

- Ahorro de energía: Minimizar el consumo de energía al seleccionar el modo de inactividad y disminuir la temperatura del equipo a un mínimo establecido, manteniendo una disponibilidad inmediata del equipo a un menor consumo. Es aplicable al control y gestión de producción, al tener mayor facilidad en la programación de productos y secuencia.
- Horneo flexible: Un sistema automático que compensa las oscilaciones de temperatura que afectan a la calidad de productos, disminuyendo la variación del proceso. Una mejora tecnológica altamente recomendable para garantizar la disminución de la variación de producto entregado por el área en los tiempos establecidos desde la planificación de la producción, regularizando los tiempos y resultados para todos los equipos.
- Horneo de piezas congeladas: La descongelación controlada y horneado instantáneo para obtener el mejor brillo y productos homogéneos en sus características físicas.

Procedimiento altamente recomendable y necesario en la gestión de procedimientos, la regularización del tiempo de descongelamiento de los productos provenientes de la bodega de producto congelado y el tiempo de fermentación incluido en el equipo de horneado, esta mejora agrega control en la variación de proceso de descongelamiento que depende en alta medida de la temperatura ambiente, dando una gestión de alta confiabilidad.

- Interfaz intuitiva de usuario: Una interfaz amigable al usuario en que se muestra gráficamente el producto y la facilidad de descarga de datos de utilización. Una mejora tecnológica deseable y de ser posible aplicada,

dando facilidad de manejo a los operarios de horneado, garantizando un buen manejo de los equipos y eliminación de la información documentada poco confiable al poder comparar los datos de la descarga directa de la base de datos integrada al equipo por fechas, que almacena producto ingresado y los procedimientos cumplidos con detalle de tiempo.

- Mejoras en la regulación de temperatura: Regulación de temperatura en hornos de piso con quemadores modulares y mando táctil, una dosificación más precisa de calor da homogeneidad de producto. Una mejora altamente recomendable para la regulación de producto y los tiempos por proceso estandarizados garantizando homogeneidad de producto entregado por el área de horneado.

5.3.2. Alternativas de equipo

Aunque el equipo de horneado es la forma altamente común y viable para la realización del proceso de horneo, existen pequeñas variantes que se han implementado en la industria alimenticia que no se han llevado aún a escala industrial de panificación, pueden tenerse estas variantes en algún futuro.

La utilización de la olla o de un sartén con hornilla de estufa son pequeñas variantes que siguen el principio de horneado de un producto de panificación y pastelería, un producto en incremento de su temperatura tapado por completo, estas variantes se han visto popularizadas durante los últimos años y actualmente no es una forma rentable de procedimiento a nivel industrial por la cantidad de energía requerida además de la limpieza de utensilios.

Estas tecnologías pueden ser refinadas para consumo masivo de productos en específico como un volumen de bizcochos que pueda abrumar la capacidad de producción y se requiera de un equipo especializado para un tipo de producto en el que los moldes y sistema de trabajo este acoplado para esa producción, con la alta variedad manejada por la industria panificadora, no es viable la utilización de esta técnica.

5.3.3. Equipo de panadería y pastelería para agilizar procesos y efectividad de tiempo en arribo del área

La gestión integral de producción requiere de un proceso ágil tanto en la entrega de producto para ser transformado como la entrega de producto transformado para su respectivo empaque, por lo cual la agilización de estos procesos previos lleva a un aprovechamiento integral de la capacidad de diseño del área de horneado. Considerando lo expuesto, se proponen equipos de mejora para las áreas productivas que reducen los tiempos operacionales y de transporte dentro de las áreas.

- Amasadoras y batidoras: La estandarización de equipos de amasado y batido en las áreas de producción tiene como efecto la estandarización de procedimientos al disminuir la variante tan amplia de equipos, equipos que en alta medida su variación más notable es la capacidad de transformación en volumen de producto.

La eliminación de movimientos innecesarios de búsqueda de equipo y asignación de equipos por cada línea de producción establece una mejora continua al proceso al realizar un proceso de forma lineal, llegando de la primera etapa a la etapa de dividido y formado o la

consiguiente según las características del producto como puede ser reposo o llenado.

La transformación de procesos lineales es un factor que mejora altamente la agilización de arribo de productos a las áreas continuas por la disminución de movimientos y planificación organizada, disminuyendo sus labores por re estructuración del área, en la que la etapa primordial es la verificación de materias primas y la realización del proceso.

- **Bandas de transporte:** Como sistema de eliminación de carritos intermediarios, las bandas de transporte para las masas desde las amasadoras hasta las líneas de producción se plantean como un sistema de agilización al tener que llenar los carritos de producción con bandejas de producto solamente al final de la etapa de figurado y formado. Esta actividad está sumamente relacionada con la eliminación de trasiegos y para ello se requiere una organización de las líneas productivas en los respectivos diagramas mostrados en el capítulo 3, línea de producción de producto horneado, línea de producción de producto congelado, de producto pre cocido, producto terminado o decorado, repostería salada o dulce tiene las variables igualmente planteadas que panadería de ser producto horneado o congelado.

Utilizando así de mejor manera el flujo de carritos disponibles para las áreas de horneado y de congelado respectivamente según la naturaleza del producto. En el caso de los batidos que tienen la característica de ser altamente de consistencia líquida, se transportan a las llenadoras con su recipiente contenedor, la implementación de una banda transportadora no se considera necesaria al tener que recorrer poca distancia y no carecer de equipo para el funcionamiento de las llenadoras.

Esta reducción de actividades de carga, descarga, transporte y localización de carritos de producción elimina actividades laborales que no agregan valor al producto y se logra tener un proceso en línea.

- Líneas automatizadas de producción: El alto volumen de producción de ciertos productos permite la automatización de procesos en los cuales puedan ser ajustados los productos pertenecientes a esa familia, como la familia de pan baguette, este cambio elimina el error de precisión humano en la elaboración de producción y arribo de producto a las áreas siguientes.

Estas líneas automatizadas de producción deben gestionarse conforme el volumen de producción y el porcentaje de rentabilidad de los productos, elaborando un análisis financiero como el mostrado en el capítulo 3 con los indicadores para evaluación económica del proyecto, si la proyección de demanda de esos productos no se considera lo suficientemente alta, no se cumplen los indicadores o el tiempo de retorno sobre la inversión es a un largo plazo, re plantearse la compra de los equipos. Este procedimiento automatizado se recomienda para las variantes de pan tradicional en que ya se tiene una parte automatizada y para la alta cantidad de producción de bizcochos y galletería manejada por pastelería.

- Cámaras de fermentación controladas: Una mejora notable en el proceso de la panificación es poder tener el control de la fermentación de los productos, llevando estos mismos a las características deseadas por la empresa a nivel de parámetros de producción, la utilización de una sola cámara de fermentación uniforme permite una mayor maniobrabilidad y ordenamiento de los carritos que pasarán a la etapa de horneado, la

gestión coordinada del área disponible y del flujo de movimientos de los productos a nivel carrito en el que se permita asignar en una planificación cuadrangular del área establece un control de los productos y de las áreas.

- **Llenadoras automatizadas:** El seguimiento de las batidoras en lugar de las líneas automatizadas de producción directa también puede darse con llenadoras automatizadas que faciliten el tiempo y actividades de llenado de los moldes con la mezcla para la etapa directa siguiente que es el horneado. Este tipo de equipo minimiza los movimientos innecesarios del operador en el manejo de llenadoras de modelos antiguos de carga y descarga de materia prima para la maquinaria, cambio de moldes constantemente y el sistema de pedaleo.

5.4. Indicadores logísticos asociados

La necesidad de seguimiento cuantificable en un plan de gestión para ver el cumplimiento del plan dentro del área y el comportamiento presentado por el área de horneado y sus equipos. Un indicador de gestión o KPI ayuda a identificar el rendimiento de una estrategia, en este caso la gestión de producción y procedimientos para el área de horneado de la empresa panificadora, estos indicadores tienen la característica de ser cuantificables, medibles y relevantes.

El fin de la utilización de estos indicadores planteados como seguimiento del plan de gestión es la mejora continua y control de actividades realizadas en el área, sin el seguimiento organizacional correcto se corre un alto riesgo de tener las mismas actividades a como se realizan actualmente, la curva de aprendizaje de los operarios y la supervisión del programa tiene un alto impacto.

En caso de no cumplirse ni darse un seguimiento organizacional con indicadores cuantificables, la planificación y puesta en marcha del proyecto sería irreal.

5.4.1. Productividad en volumen de producto transformado

La productividad del área se puede estimar con la ecuación 1 mostrada, en que se hace la relación de lo producido y los bienes consumidos, una división respectivamente en este orden, dando un parámetro porcentual.

$$Productividad = \frac{Lo\ producido}{Recursos\ consumidos} \quad Ecuación\ (1)$$

El indicador en esta parte, por parte de planificación de la producción con apoyo de bodega de materia prima, se debe indicar la cantidad de kilogramos transformados de materia prima y los kilogramos obtenidos de producto con la relación necesaria a unidades de producto, manteniendo un control de los kilogramos que fueron transformados y las unidades totales.

Esta medida puede tener cierta variación por el peso dado a los productos, la cual por parámetros de producción debe reducirse lo más estrechamente posible, pero siempre existe el factor humano dentro de un producto artesanal. Por tanto, este indicador es de un amplio enfoque organizacional por lo que para el seguimiento puramente del área de horneado se requiere de la ecuación 2 citada.

$$Productividad = \frac{Num.\ de\ piezas\ buenas\ x\ Ciclo\ unitario}{Tiempo\ total\ consumido} \quad Ecuación\ (2)$$

Con esta variación de la productividad se puede realizar un análisis de productividad por cada equipo de horneado. En donde se ingresen los datos del número de unidades aprobadas por calidad de cada carrito de horneado identificado, el tiempo de ciclo por carrito y el tiempo total consumido.

Es importante aclarar que, al considerar el ciclo unitario como el carrito, la cantidad de piezas buenas se vuelve un número decimal al tener que descartarse una bandeja de un carrito de 32 bandejas, dejando así un 0.97 de unidad como una “pieza buena” a considerarse.

En una explicación más amplia de este término si en un horno ingresan 5 carritos de producción de 32 bandejas en un día y se descarta una bandeja por producto no conforme en ese día, bajo la suposición que las bandejas tienen una cantidad normada de producto en cada una, la cantidad que se puede interpretar en la ecuación 2 como “Número de piezas buenas” es el equivalente a 4.97, descartando el 0.03 de unidad que representa la bandeja de un carrito de producción, pero no todas estas unidades tienen un tiempo de ciclo equivalente al tratarse de productos distintos y solo la variable de tiempo consumido sigue por completo la estructura de la ecuación 2.

La forma correcta de utilización de esta variante es con cada unidad por separado al tener un tiempo de ciclo unitario como se muestra a continuación de un desglose de la ecuación 2.

$$Productividad = \frac{P1(T1) + P2(T2) + \dots Pn(Tn)}{Tiempo\ total\ consumido} \quad Ecuación\ (2)$$

En donde P se refiere a la pieza correcta, en este caso el carrito de producción en la proporción aprobada que ha entregado el área de horneado y

T el tiempo teórico de ese carrito, este parámetro de medida no es complicada su captura si se toma en cuenta en la bitácora de hornos el incluir la cantidad de bandejas descartadas como producto afectado de ese carrito y en la digitación de la bitácora de hornos la plantilla puede cargar el tiempo teórico de la etapa de horneado por código de producto y número de horno partiendo de una base de datos de procedimientos compartidos.

Basado en este modelo de trabajo es posible un seguimiento diario, semanal y mensual de la productividad de cada equipo del área de horneado y mantener informadas a las partes interesadas.

5.4.2. Porcentaje de utilización de equipo por área

El porcentaje de utilización de los equipos de horneado también puede expresarse como el tiempo eficaz de utilización de los equipos. Este indicador del área expresa de forma clara el porcentaje de utilización de los equipos tanto de forma individual como total del área, comparando el tiempo real utilizado en operaciones del equipo contra el tiempo disponible para la utilización de los equipos, considerando los tiempos de enfriamiento del equipo recomendado para no sobre cargar la maquinaria. Para poder realizar este indicador se emplea la ecuación 8 mostrada.

$$\% \text{ de Eficiencia} = \frac{\textit{Tiempo real utilizado}}{\textit{Tiempo disponible}} * 100 \quad \textit{Ecuación (8)}$$

Acá no es necesario realizar un ajuste de la ecuación ya que no se analiza por unidad de carrito, la eficiencia del equipo a nivel contribución se establece basada en el tiempo disponible teórico diario y mensual, descontando el tiempo

de mantenimiento ya que en este tiempo no se encuentra en condiciones de operación.

Este tiempo teórico de utilización se planteó en el capítulo 4 con el porcentaje de utilización estimado para cada equipo y el tiempo que no se tomaría en cuenta basado en el volumen de producción esperado, condiciones de producción, comportamiento durante las 24 horas disponibles y los equipos que cumplieran de mejor manera las condiciones operativas o de parámetros de los productos.

El tiempo real de utilización de la maquinaria se obtiene de la digitación de la bitácora de horneado, la comparación de este indicador se recomienda en seguimiento mensual, evaluando el manejo teórico de la eficiencia de utilización según el plan de gestión de producción contra la eficiencia real y las causas de su variación.

5.4.3. Porcentaje de costo de producto afectado del área

Las causas de producto afectado son altamente variables, pudiendo contabilizarse más de 100 causas, las causas de producto afectado proveniente del área de horneado son características por la utilización o condiciones de producto, descritas en el capítulo 2 las causas principales en impacto económico son el color no característico en los productos, falta de cocción o crudo, mal fermentado, mal figurado o formado, no se cumple con las dimensiones.

Las causas de producto afectado son altamente variables, pudiendo contabilizarse más de 100 causas, las causas de producto afectado proveniente del área de horneado son características por la utilización o condiciones de

producto, descritas en el capítulo 2 las causas principales en impacto económico son el color no característico en los productos, falta de cocción o crudo, mal fermentado, mal figurado o formado, no se cumple con las dimensiones.

Este análisis se debe realizar de forma semanal y comunicarse a supervisores o personal administrativo de producción, la gestión de producción y procedimientos estricta no es un factor organizacionalmente fiable si la cantidad de producto afectado que se obtiene es de un alto volumen económico.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la capacidad instalada del área se utiliza a un porcentaje inferior del 50 % y esta capacidad se ve limitada por los factores de homogeneidad de equipo, sistemas de transporte de producto y la alta variedad de productos que desembocan en actividades que no agregan valor al proceso como el nombrado trasiego y utilización de equipos sin programación previa. Se planteó el comportamiento necesario del área de horneado con el fin de tener una mejor relación de las jornadas y tiempo disponible de maquinaria, disminuyendo el tiempo de horas extra proyectadas.
2. El comportamiento de utilización del área se demostró, con apoyo en los datos históricos de los equipos, que se ve afectada por el arribo de los productos tanto de panadería como de pastelería con similares tiempos de fermentación y horneado, generando un cuello de botella en el área en los horarios de 8 a 10 y de 2 a 4 que se presentan actualmente ambos picos de producción, provocando tanto problemáticas en el manejo físico del área como en la calidad de los productos.
3. El análisis del porcentaje de utilización de los equipos demuestra que el área no es utilizada eficientemente lo cual denota una relación con las horas extra al tener que extender las actividades de cada operador por actividades innecesarias al proceso de producción o que no han sido delimitadas en un proceso lineal, incurriendo en horas extra, esta práctica se intensifica al manejar de manera preferencial solamente una jornada de trabajo, basado en los históricos de datos se determinó que el

porcentaje de utilización en tres meses ha sido menor al 50 % y durante estos mismos tres meses se presentaron horas extra por todos los operarios del área.

4. Basándose en la información de tiempo de utilización del equipo se determinó que el tiempo muerto promedio de cada equipo es superior al tiempo efectivo por un 20 a 30 %, existiendo variaciones en equipos que su tiempo muerto representa alrededor del 80 %, este tiempo muerto por equipo representa un costo por hora de inutilización de aproximadamente Q 45.00 en los equipos de alimentación de gas y Q 60.00 en los equipos de alimentación mixta, este tiempo y costo puede ser influenciado por diferentes variables si el paro del equipo deriva de un mantenimiento correctivo y es necesaria la implementación de un repuesto. Se elabora un sistema de gestión para el aprovechamiento de los equipos elevando su eficiencia a un 60 % del área, en la que se contemplan 2 jornadas laborales y 3 turnos de trabajo.
5. En el análisis de producto no conforme se determinó que las causas relacionadas a la utilización deficiente o irregular del área de horneado representan un estimado de costo de Q 10 000.00 para la empresa, de lo cual un 40 % de este costo corresponde a panadería y un 60 % a productos de pastelería, estas causas se encuentran estrechamente relacionadas a los tiempos de espera y manejo de equipo, destacando en cantidad el producto que no cumple con dimensiones. Apoyando a este tipo de producto que se reduzca se estableció y planificó un programa de mantenimiento para cubrir las necesidades básicas del equipo y garantizar su funcionamiento.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar por parte del departamento de ingeniería de procesos los ritmos de producción establecidos con la evaluación de como mínimo 3 días de elaboración del producto, para tener un buen aprovechamiento de la capacidad instalada en un porcentaje mayor al 50% haciendo especial énfasis en la homogeneidad del producto especialmente de pastelería y un plan de producción que mantenga en cuenta el sistema de transporte de productos.
2. Programar y coordinar por parte del departamento de desarrollo de producto las pruebas de producto con 1 semana de antelación como mínimo, lo cual apoyará en el alisado de la curva y comportamiento de utilización al no tener que utilizar equipos no programados tanto del área de panadería o pastelería y evitar errores por su utilización evitando sobre todo los picos de producción ya mostrados.
3. Verificar las actividades operativas por parte de los supervisores del área de horneado para evitar que el área y equipos sean utilizados ineficientemente. Mantener los parámetros de producción y revisión de los formatos de control escrito a mano para mantener un seguimiento en las actividades realizadas y el incurrimento de horas extra relacionado al funcionamiento de los equipos. A su vez se ve comprometida el área de congelados por lo que se recomienda mantener un control de ingresos y egresos basados en el número de *batch* y no el carrito que actualmente tiende a presentar fallos por la actividad de trasiego.

4. Mantener un control preciso de las cantidades producidas y almacenadas por parte del departamento de planificación de la producción. Un control preciso de cantidades ayuda en la realización de un plan de reducción de tiempos muertos según lo planteado durante la tesis presentada, apoya de igual forma los mantenimientos y el control de materia prima como pérdidas ocasionadas por saturación de equipos. También se recomienda al departamento de inteligencia de negocios tener un control de la demanda en que se comuniquen los productos y puntos de venta de mayor relevancia para la organización, destacando estos puntos para el conocimiento organizacional de los productos que requieren especial atención.

5. Ejemplificar claramente el tipo de producto no conforme a los operarios por parte del departamento de gestión de la calidad. Se han presentado problemas históricamente por los tiempos de espera y mal manejo del equipo tanto para panadería como pastelería, mostrar a los operarios como se diferencia un producto no conforme por un mal proceso apoya el crecimiento de conocimientos y reducción de error por parte del personal operativo al utilizar constantemente su visión para controlar los productos, así como mejorar la inocuidad alimentaria reduciendo los riesgos de cocción interna.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIZABALAGA Borja. *Cómo calcular la productividad de los empleados*. [en línea]. <<http://https://arrizabalagauriarte.com/indicadores-productividad-calcular-la-productividad-los-empleados/>>. [Consulta: 15 de abril de 2020].
2. CANTALAPIEDRA, Mario. *Cómo realizar una comunicación eficaz en la empresa*. [en línea]. <<https://empresas.blogthinkbig.com/como-realizar-una-comunicacion-eficaz-en-la-empresa/>>. [Consulta: 23 de julio de 2020].
3. CANTÚ, Alberto. *Cheklis de mantenimiento para el buen funcionamiento de tus hornos industriales*. [en línea]. <<https://www.nutecbickley.com/es/blog/checklist-de-mantenimiento-para-el-buen-funcionamiento-de-tus-hornos-industriales/>>. [Consulta: 18 de mayo de 2020].
4. CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. *Gestión de la producción Modelos. Lean Managment*. Madrid, España: Díaz de Santos, 2011. 68 p.
5. Food and Drug Administration. *Hechos sobre alimentos de la administración de alimentos Medicamentos en los Estados Unidos*. Estados unidos: FDA, 2017. 4 p.

6. Fibracim. *Tipos de hornos industriales y ¿Cuál necesito para mi negocio?* [en línea]. <<https://fibracim.com/blog/tipos-de-hornos-industriales/>>. [Consulta: 25 de abril de 2020].
7. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Monterrey, México: McGraw-Hill, 2015. 459 p.
8. GÓMEZ, Alexis. y GUTIÉRREZ, Alicia. *Estudio del trabajo*. [en línea]. <<https://sites.google.com/site/et111221057312211582/diagrama-hombre---maquina>>. [Consulta: 18 de abril de 2020].
9. GONZÁLEZ Deny. *Parámetros del mantenimiento*. Venezuela: Universidad Alonso de Ojeda, 2019. 35 p.
10. GRYNA, Frank., CHUA Richard. y DEFEO Joseph. *Método Juran, análisis y planeación de la calidad*. Monterrey, México: McGraw Hill, 2007. 802 p.
11. HEIZER, Jay. y RENDER, Barry. *Dirección de la producción de operaciones y decisiones estratégicas*. Madrid, España: Prentice Hall, 2007. 613 p.
12. International Labour Organization. *Resolución sobre la medición del tiempo de trabajo*. Estados Unidos: Naciones Unidas, 2008. 60 p.
13. Lean Manufacturing 10. *Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Definiciones y diferencias*. [en línea]. <<https://leanmanufacturing10.com/mantenimiento-correctivo->

preventivo-y-predictivo-definiciones-y-diferencias/>. [Consulta: 26 de abril de 2020].

14. MIDDLEBY, Marshall. *Manual de operación e instalación del propietario hornos de gas y eléctricos*. Illinois, Estados Unidos: 2000. 72 p.
15. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *RTCA 67.1-33.06, buenas prácticas de manufactura*. Centroamérica, Guatemala: 2006. 29 p.
16. Ministerio de Trabajo y Previsión Social de la República de Guatemala. *Código de Trabajo de Guatemala*. Ciudad de Guatemala: 2017. 228 p.
17. NAHMIAS, Steven. *Análisis de la producción y las operaciones*. México D.F., México: McGraw-Hill, 2007. 816 p.
18. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. Monterrey, México: McGraw Hill, 2009. 614 p.
19. NOWLAN Stanley. y HEAP Howard. *Reliability-centered maintenance*, San Francisco California, Estados Unidos: U.S. Department of Commerce, 1978. 520 p.
20. Organización Internacional de Normalización ISO. *Sistemas de gestión de la calidad – fundamentos y vocabulario*. Ginebra, Suiza: 2015. 60 p.

21. PLATAS, José Armando. y CERVANTES, María Isabel. *Planeación diseño y layout de instalaciones un enfoque por competencias*. Azcapotzalco, México: Patria, 2014. 297 p.
22. RODRÍGUEZ FRANCO, Waldo. *Balance de línea*. [en línea]. <<http://https://es.slideshare.net/preppie83/balance-de-linea-17858541>>. [Consulta: 16 de abril de 2020].
23. SCHROEDER, Tobías. *¿Cuáles son los costos de la calidad?* [en línea]. <<https://blog.softexpert.com/es/cuales-son-los-costos-de-la-calidad/>>. [Consulta: 25 de abril de 2020].
24. Soluciones Gastronómicas. *Las capacidades de los hornos industriales*. [en línea]. <<http://solucionesgastronomicas.com/blog/las-capacidades-de-los-hornos-industriales/>>. [Consulta: 26 de abril de 2020].
25. VELASCO SÁNCHEZ, Juan. *Organización de la producción, distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos*. Madrid, España: Ediciones Pirámide, 2015. 544 p.
26. VILLANUEVA, Vicente. *Tipos de mantenimiento industrial*. [en línea]. <<https://www.datadec.es/blog/tipos-de-mantenimiento-industrial/>>. [Consulta: 26 de abril de 2020].

APÉNDICES

Apéndice 1. Registro de actividades de mantenimiento

Empresa		Departamento		No. Equipo	
Fecha		Encargado		Código	
Ficha de seguimiento mantenimiento preventivo					
Actividades realizadas					
Observaciones					
Hora de inicio			Hora de fin		
Firma de recibido		Firma de autorizado		Firma de gerencia	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Minuta de trabajo



Panadería x **Minuta Reunión Planificación -** **Mantenimiento**

Ubicación:

Fecha:

Asistentes:

Hora:

Puntos de la agenda

- I. A
- II. B
- III. C
- IV. D

Acciones	Propietarios	Fecha límite	Estado
----------	--------------	--------------	--------

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Control de horas extra

Panadería x
BOLETA DE TIEMPO EXTRA
PERSONAL DE HORNEADO

Nombre _____ Código empleado _____

FECHA año/mes/día	Motivo horas extra	Desde	Hasta	Simple	Doble	Aprobado
2020/						
2020/						
2020/						
2020/						
2020/						
2020/						
2020/						
2020/						
Totales						

Firma _____ Entrega semanal de boleta

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Tiempos por procedimientos

Tabla No. 03: Parámetros de Operación														
Sección: B, Proceso de Pastelería														
No.	Productos para Línea No.	Código de artículo	Nombre	Nombre L.MAT	Capacidad de Equipo	Tamaño de Batch	Orden de adición			Tiempos de batido			Temperatura (°C) y/o Densidad (Kg/L)	Observaciones
							Paso No.	Descripción del Proceso	Condiciones del Proceso	Condiciones de Velocidad				

Fuente: Departamento de Ingeniería de Procesos y Proyectos. *Manual de tiempos de procedimientos*. p. 42.

