



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

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE
PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA
EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

José Alejandro Castañeda López

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE
PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA
EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ ALEJANDRO CASTAÑEDA LÓPEZ
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

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. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADORA	Ing. Rocío Carolina Medina Galindo
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:

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE
PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA
EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2018.

José Alejandro Castañeda López

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de enero de 2023.
REF.EPS.DOC.19.01.2023.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **José Alejandro Castañeda López, Registro Académico No. 201503391** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERIA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Sigrid A. Calderón de León
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 5063

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SACdL/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de enero de 2023.
REF.EPS.D.21.01.2023

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

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERIA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Alejandro Castañeda López** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra

REF.REV.EMI.008.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, presentado por el estudiante universitario **José Alejandro Castañeda López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2023.

/mgp



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

LNG.DIRECTOR.042.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, presentado por: **José Alejandro Castañeda López**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“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
Periodo: enero a marzo año 2023

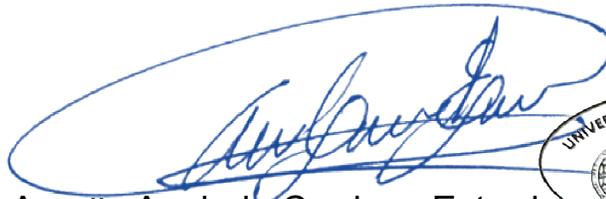
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2023.

LNG.DECANATO.OI.210.2023

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: **MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, presentado por: **José Alejandro Castañeda López**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios y La Virgen

Por ser la fuente elemental para lograr toda meta y propósito, les debo todo lo que soy y seré.

Mi tía abuela

Thelma Higueros, por ser la responsable primordial de mis éxitos, a quien le debo todos ellos, pues es el cimiento de lo que soy y ella será siempre el ángel de mi vida.

Mi mamá

Carolina López, por su apoyo y amor incondicional.

Mi papá

Adolfo Castañeda, por sus enseñanzas y el conocimiento que me ha brindado a lo largo de mi vida.

Mi novia

Karen Hernández, por su confianza, ayuda incondicional, apoyo y por todo su amor, sin ella esto no sería posible.

Mis tíos

Álvaro De León y Estela Valdez, porque siempre creyeron en mí, me brindaron su apoyo en todo momento, que fue un motor más en este gran proyecto.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la más importante influencia en mi carrera y brindarme la oportunidad de llegar a ser profesional.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos académicos para mi vida profesional.
Mis tías	Priscila Solares y Jeannette López, por toda su ayuda en mi formación personal, eternas gracias.
Mi familia	Por todas sus enseñanzas y por ser una gran fuente de amor, inspiración, fortaleza, alegría y perseverancia en todo momento de mi vida.
Mis madrinas	Inga. Glenda García e Inga. Vera Marroquín, porque son personas especiales en mi vida a las que quiero mucho de forma única, por toda su ayuda en mi vida profesional y personal.
Mi segunda familia	Familia Álvarez Palencia, por celebrar todos mis triunfos como propios, todo el amor y cariño que he recibido de su parte los llevo conmigo a todas partes.

Mis amigos de carrera

A todos ellos gracias por su ayuda y su amistad incondicional, en especial a Clariheelen Escobar, Gilberto Arauz, Karla Lepe y Marlon Quisquinay.

Departamento de Matemática

Por todo el apoyo de las personas que allí trabajan (catedráticos y auxiliares), es el mejor grupo de trabajo y familia única, en especial al Ing. Arturo Samayoa.

Mis amigos y amigas de la infancia

Porque son personas muy especiales en mi vida, estando en los buenos y malos momentos siempre, en especial a Diego Aroche, Victoria Álvarez, Diana y Leslie Álvarez, Manuel López, Diego Rodríguez, Gabriela Barillas y Evelyn Gonzalez.

Mis amigos de prácticas y de EPS

Por ser una fuente de alegría y apoyo en todo momento, son muy especiales.

Procesos y Productos Alimenticios

Por la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en sus instalaciones, abriéndome las puertas de su empresa y su ayuda.

Mi asesora de EPS

Inga. Sigrid Calderón, por todo su apoyo desde el inicio hasta el final de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. GENERALIDADES DE PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Estructura organizacional	2
1.6. ¿A qué se dedica?.....	3
1.7. Ubicación de la empresa	4
1.8. Productos de la planta de repostería	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1. Análisis FODA	10

2.2.	Indicadores actuales de evaluación para el área administrativa	14
2.2.1.	Cantidad de productos con extensión de vida (CPEV)	16
2.2.2.	Tiempo de despacho de órdenes de compra (TDOC).....	21
2.2.3.	Tiempo de lavado de javas (TLJ)	25
2.3.	Indicadores actuales de evaluación para el área productiva	29
2.3.1.	Porcentaje de productos no conformes (PPNC).....	31
2.3.2.	Materia prima efectiva (MPE)	36
2.3.3.	Porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos (PPPAP)	40
2.3.4.	Promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP)	45
2.4.	Balance de líneas.....	49
2.5.	Propuestas de mejoras	76
2.5.1.	Indicadores actuales del área administrativa.....	76
2.5.1.1.	Indicador TDOC	76
2.5.1.2.	Indicador CPEV	81
2.5.1.3.	Indicador TLJ.....	84
2.5.1.4.	Nuevos indicadores del área administrativa	89
2.5.1.4.1.	Control de trampas de control de plagas revisadas (CTCPR)	89
2.5.1.5.	Tiempo de desarrollo de productos (TDP).....	93
2.5.1.6.	Cantidad de accidentes en planta (CAP).....	97

2.5.1.7.	Revisión de luminarias (RL).....	100
2.5.1.8.	Comparación de inventario en sistema con el inventario físico (CISIF)	103
2.5.2.	Indicadores actuales del área productiva	107
2.5.2.1.	Indicador PPNC	107
2.5.2.2.	Indicador MPE	112
2.5.2.3.	Indicador PPPAP	115
2.5.2.4.	Indicador PPAPP	120
2.5.2.5.	Nuevos indicadores del área productiva	122
2.5.2.6.	Tiempos de refacción (TR)	122
2.5.2.7.	Porcentaje del cumplimiento del plan de producción (PCPP)	126
2.5.2.8.	Marcaje de supervisores y jefes de planta (MSJP).....	129
2.5.2.9.	Registro de paros de producción (RPP).....	132
2.5.3.	Desarrollo de cultura organizacional.....	135
2.5.3.1.	Evaluación de desempeño	135
2.5.3.2.	Actividades	137
2.5.3.3.	Análisis de mejoras.....	138
2.5.4.	Resultados de balances de líneas	138
2.5.4.1.	Línea de panificado	138
2.5.4.2.	Línea de batidos	142
2.5.4.3.	Línea de decorado.....	146
2.5.5.	Mejora de la productividad.....	149
2.6.	Costos de propuestas.....	150

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL USO DE AGUA	153
3.1.	Situación actual.....	153
3.1.1.	Diagnóstico del consumo de agua	154
3.1.2.	Consumo de agua en equipos sanitarios actuales.....	159
3.2.	Plan de ahorro.....	160
3.2.1.	Plan preventivo para el uso de agua	160
3.2.2.	Acciones para evaluar el proceso	161
3.2.2.1.	Línea de panificado	162
3.2.2.2.	Línea de batidos.....	162
3.3.	Costos y análisis de la propuesta.....	162
3.3.1.	Tecnología a implementar	163
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	165
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC).....	165
4.1.1.	Resultados deseados.....	165
4.1.2.	Competencias a capacitar	166
4.1.3.	Evaluación de competencias.....	167
4.1.4.	Brechas de rendimiento	171
4.1.5.	Temas de capacitación	173
4.2.	Plan de capacitación	175
4.2.1.	Cronograma de capacitaciones.....	176
4.3.	Resultados de capacitación	177
4.4.	Costos de la propuesta	178
4.4.1.	Presupuesto	178

CONCLUSIONES 181
RECOMENDACIONES 183
BIBLIOGRAFÍA..... 185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la planta de repostería.....	3
2.	Ubicación de procesos y productos alimenticios	4
3.	Diagrama de lluvia de ideas para diagnóstico de indicadores del área administrativa	15
4.	Pastel de fresas con crema en análisis de caducidad	17
5.	Flujograma del indicador de CPEV	18
6.	Flujograma de tiempo de despacho de órdenes de compra (TDOC) ...	22
7.	Diagrama de flujo para el tiempo de lavado de jvas TLJ.....	26
8.	Lluvia de ideas para indicadores del área productiva.....	30
9.	Flujograma para el porcentaje de productos no conformes (PPNC)	32
10.	Diagrama de flujo para la materia prima efectiva (MPE)	37
11.	Diagrama de flujo para el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos (PPPAP).....	42
12.	Diagrama de flujo para el promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP).....	46
13.	Pantalla de inicio ProTimeEstimation	50
14.	Tareas a estudiar	51
15.	Estudio de actividades.....	52
16.	Informe parcial de actividades de ProTimeEstimation.....	53
17.	Análisis de número de operarios vs % de balance de línea	70
18.	Flujograma de tiempo de despacho de órdenes de compra.....	79
19.	Flujograma de cantidad de productos con extensión de vida.....	83
20.	Diagrama de flujo para el tiempo de lavado de jvas TLJ.....	87

21.	Diagrama de flujo del indicador CTCPR	92
22.	Diagrama de flujo del indicador TDP.....	96
23.	Diagrama de flujo del indicador CAP	99
24.	Diagrama de flujo del indicador RL	102
25.	Diagrama de flujo del indicador CISIF.....	106
26.	Flujograma para el porcentaje de productos no conformes (PPNC).....	110
27.	Diagrama de flujo para la materia prima efectiva (MPE).....	113
28.	Diagrama de flujo para el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos (PPPAP)	118
29.	Diagrama de flujo para el promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP)	121
30.	Diagrama de flujo del indicador TR	125
31.	Diagrama del indicador PPCP	128
32.	Flujograma del indicador MSJP	131
33.	Diagrama de flujo del indicador RPP	134
34.	Diagrama de Pareto para el diagnóstico del consumo de agua.....	157
35.	Diagrama de causa y efecto para el diagnóstico del consumo de agua	158
36.	Pregunta de inciso A.....	168
37.	Pregunta de inciso B.....	169
38.	Pregunta de inciso C.....	169
39.	Pregunta de inciso D.....	170
40.	Pregunta de inciso E	170
41.	Pregunta de inciso F	171
42.	Árbol de problemas DNC	172
43.	Árbol de objetivos DNC.....	173

TABLAS

I.	Matriz FODA.....	11
II.	Matriz de relaciones FODA	12
III.	Tabla para lluvia de ideas para indicadores del área administrativa	15
IV.	Formato actual para la toma de datos del indicador CPEV	17
V.	Pasos del indicador CPEV	18
VI.	Materias primas con extensión de vida	20
VII.	Pasos del indicador TDOC	21
VIII.	Formato actual para la toma de datos del indicador TDOC.....	23
IX.	Tiempos tomados para el despacho de compras	24
X.	Pasos de TLJ	26
XI.	Formato actual para la toma de datos del indicador TLJ, tiempo de lavado de javas	28
XII.	Tiempos tomados para el lavado de javas	29
XIII.	Tabla para lluvia de ideas de indicadores del área productiva.....	30
XIV.	Pasos del indicador PPNC	32
XV.	Formato actual para la toma de datos del indicador PPNC, porcentaje de productos no conformes	33
XVI.	Unidades producidas vs unidades no conformes en un mes	35
XVII.	Pasos del indicador MPE	36
XVIII.	Formato actual para la toma de datos del indicador de materia prima efectiva (MPE)	38
XIX.	Materia prima efectiva en productos	39
XX.	Pasos del indicador PPPAP	41
XXI.	Formato actual para la toma de datos del indicador PPPAP, porcentaje de pruebas con presencia de agente patógenos (PPPAP).....	43
XXII.	Cantidad de pruebas positivas por mes	44

XXIII.	Pasos del indicador PPAPP	45
XXIV.	Formato actual para la toma de datos del indicador PPAPP, promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP) ...	47
XXV.	Datos del indicador PPPAP durante los meses de observación	48
XXVI.	Formato de balanceo de línea (primera iteración)	55
XXVII.	Iteraciones de tasa de productividad.....	58
XXVIII.	Variables de la línea.....	58
XXIX.	Indicadores de producción del pan A.....	67
XXX.	Indicadores de iteraciones 2 – 5	68
XXXI.	Indicadores de iteraciones 6 – 9	68
XXXII.	Indicadores de iteraciones 10 – 13	69
XXXIII.	Situación actual de la línea de panificado	74
XXXIV.	Situación actual de la línea de batidos.....	75
XXXV.	Situación actual de la línea de decorado	75
XXXVI.	Formato para la toma de datos del indicador TDOC.....	78
XXXVII.	Pasos de tiempo de lavado de jvas.....	79
XXXVIII.	Resumen del indicador tiempo de despacho de órdenes de compra ..	81
XXXIX.	Pasos de cantidad de productos con extensión de vida	82
XL.	Resumen de indicador cantidad de productos con extensión de vida ..	84
XLI.	Formato para la toma de datos del indicador TLJ, tiempo de lavado de jvas.....	86
XLII.	Pasos de tiempo de lavado de jvas.....	87
XLIII.	Resumen del indicador tiempo de lavado de jvas	89
XLIV.	Formato de indicador CTCPR.....	91
XLV.	Pasos de tiempo de lavado de jvas.....	92
XLVI.	Formato del indicador TDP	95
XLVII.	Pasos de tiempo de desarrollo de productos	96
XLVIII.	Formato de indicador CAP	98
XLIX.	Pasos de cantidad de accidentes en planta.....	99

L.	Formato de indicador RL.....	101
LI.	Pasos de revisión de luminarias.....	102
LII.	Formato de indicador CISIF	105
LIII.	Pasos de comparación de inventarios.....	106
LIV.	Formato para la toma de datos del indicador PPNC, porcentaje de productos no conformes (PPNC).....	109
LV.	Pasos de productos no conformes	110
LVI.	Resumen del indicador PPNC, porcentaje de productos no conformes y su propuesta de mejora	112
LVII.	Pasos de materia prima efectiva	113
LVIII.	Formato para la toma de datos del indicador MPE	114
LIX.	Resumen de indicador materia prima efectiva	115
LX.	Formato para la toma de datos del indicador PPPAP	117
LXI.	Pasos de pruebas con presencia de agentes patógenos.....	118
LXII.	Resumen del indicador porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.....	119
LXIII.	Pasos de porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.....	120
LXIV.	Resumen del indicador promedio de porcentajes con agentes patógenos en planta.....	122
LXV.	Formato del indicador TR.....	124
LXVI.	Pasos de tiempos de refacción	125
LXVII.	Formato del indicador PCPP	127
LXVIII.	Pasos de cumplimiento del plan de producción	128
LXIX.	Formato del indicador MSJP	130
LXX.	Pasos de marcaje de supervisores y jefes de planta	131
LXXI.	Formato del indicador RPP	133
LXXII.	Pasos de registro de paros de producción	134
LXXIII.	Evaluación de desempeño, operarios de producción.....	136

LXXIV.	Actividades del plan de fortalecimiento de cultura organizacional	137
LXXV.	Situación de la propuesta de la línea de panificado	139
LXXVI.	VARIABLES COMPARATIVAS	140
LXXVII.	Costos de horas-hombre.....	140
LXXVIII.	Personas actuales y sugeridas según producto.....	141
LXXIX.	Volumen de producción y horas-hombre (actual y sugerido)	141
LXXX.	Análisis final de costos según horas-hombre requeridas	141
LXXXI.	Situación propuesta de la línea de batidos	143
LXXXII.	VARIABLES COMPARATIVAS	143
LXXXIII.	Costos de horas-hombre.....	144
LXXXIV.	Personas actuales y sugeridas según producto.....	144
LXXXV.	Volumen de producción y horas hombre (actual y sugerido)	144
LXXXVI.	Análisis final de costos según horas-hombre requeridas	145
LXXXVII.	Situación propuesta de la línea de decorado	146
LXXXVIII.	VARIABLES COMPARATIVAS	147
LXXXIX.	Costos de horas-hombre.....	147
XC.	Personas actuales y sugeridas según producto.....	147
XCI.	Volumen de producción y horas hombre (actual y sugerido)	148
XCII.	Análisis final de costos según horas-hombre requeridas	148
XCIII.	Productividad	149
XCIV.	Costos fijos	151
XCV.	Costos variables.....	152
XCVI.	Costo total.....	152
XCVII.	Evaluación de causas	154
XCVIII.	Causas en orden descendente según puntuación	155
XCIX.	Causas con puntuaciones acumuladas.....	155
C.	Causas con porcentajes acumulados	156
CI.	Inventario de equipo sanitario instalado.....	159

CII.	Consumo promedio de agua por uso en los equipos sanitarios actuales.....	159
CIII.	Consumo diario de agua en los equipos sanitarios actuales.....	160
CIV.	Plan para la reducción del consumo de agua.....	161
CV.	Costos de reemplazo de equipo sanitario	163
CVI.	Consumo promedio de equipo sanitario propuesto	163
CVII.	Comparación de consumo diario de agua de equipos actuales y propuestos.....	163
CVIII.	Identificación de competencias	166
CIX.	Encuesta de evaluación de competencias	167
CX.	Resultados de encuestas	168
CXI.	Contenido de capacitaciones. Tema 1	174
CXII.	Contenido de capacitaciones. Tema 2	175
CXIII.	Plan de capacitación	175
CXIV.	Cronograma de capacitaciones.....	176
CXV.	Costos fijos.....	178
CXVI.	Costos variables.....	179
CXVII.	Total de costos	179

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
◇	Decisión
□	Inspección
○	Operación
% de mejora	Porcentaje de mejora de indicadores
Q	Quetzales
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

Absentismo	Costumbre o práctica habitual de no acudir al lugar donde se adquirió una responsabilidad, en especial al trabajo o la escuela.
Agentes patógenos	Agentes infecciosos que pueden causar enfermedades en su huésped. Normalmente se utilizan para describir microorganismos como virus, bacterias y hongos.
CAP	Cantidad de accidentes en planta.
CISIF	Comparación de inventario en sistema con el inventario físico.
CPEV	Cantidad de productos con extensión de vida.
CTCPR	Control de trampas del control de plagas revisadas.
DNC	Diagnóstico de necesidades de capacitación.
Inocuidad	Conjunto de condiciones necesarias durante la preparación, almacenamiento y distribución de alimentos para asegurar que no contengan patógenos como bacterias, virus o parásitos que puedan causar enfermedades al consumidor final.

ISO	Abreviatura en inglés de International Organization for Standardization, en español Organización Internacional para la Estandarización.
Iteraciones	Repetir varias veces un proceso con el objetivo de llegar a un objetivo deseado.
Java	Envases diseñados para la recolección, transporte, almacenaje y distribución de productos. Estos pueden ser de plástico, apilables y de gran robustez.
Línea de producción	Conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de producto.
MPE	Materia prima efectiva.
MSJP	Marcaje de supervisores y jefes de planta.
PCPP	Porcentaje del cumplimiento del plan de producción.
PPA	Productos y procesos alimenticios.
PPAPP	Promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta.
PPNC	Porcentaje de productos no conformes.
PPPAP	Porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.

ProTimeEstimation	Software que permite medir los tiempos promedio por operación, por medio de la grabación de videos.
PTE	ProTimeEstimation.
RL	Revisión de luminarias.
RPP	Registro de paros de producción.
Sanitización	Proceso por el cual se realiza una reducción sustancial del contenido microbiano, hasta un nivel de seguridad, sin producir algún tipo de infección.
SGC	Sistema de gestión de calidad, herramienta utilizada por organizaciones que desean que sus productos y servicios cumplan con los máximos estándares de calidad, para mantener la satisfacción de sus clientes.
TDOC	Tiempo de despacho de órdenes de compra.
TDP	Tiempo de desarrollo de producto.
TLJ	Tiempo de lavado de javas.
TR	Tiempos de refacción.

RESUMEN

Durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se analiza la situación de la empresa Procesos y Productos Alimenticios en los departamentos de producción, sanitización, control de calidad y bodega, observando los distintos puntos para establecer indicadores, proponer mejoras sobre los productos existentes y en la producción de las distintas líneas.

Se analiza el rendimiento del producto durante el desarrollo del trabajo, para determinar las posibles causas donde la producción se torna lenta y poco eficiente. Con el uso de herramientas se generan propuestas de mejoras en los indicadores actuales, un plan de reducción de costos y un aumento en la productividad en las distintas líneas de la planta.

Así como las industrias crecen, en igual medida el desperdicio de recursos naturales como el agua aumenta, por lo que es importante en el desarrollo de este trabajo realizar un plan de reducción de consumo de agua, el cual consiste en una propuesta de reducción de tiempos de lavado de manos, corrección de procedimientos en producción, implementación de tecnología en equipos y mantenimiento preventivo.

El diagnóstico de necesidades de capacitación es una herramienta para determinar brechas entre el conocimiento deseado y el adquirido. Es necesario como primer paso evaluar las competencias y programar capacitaciones para mejorar los procesos y las prácticas dentro de la empresa.

Por medio de la capacitación de los operarios se incrementa la rentabilidad de la empresa, contribuyendo a que los trabajadores se sientan parte fundamental de la misma, aumenta la motivación, la productividad, mejoran las prácticas para ahorro del consumo de agua y la inocuidad en los distintos procesos de producción.

OBJETIVOS

General

Mejoramiento de la productividad en los procesos de las líneas de panificado, batidos y decorado de la planta de repostería de la empresa Procesos y Productos Alimenticios.

Específicos

1. Desarrollar un análisis general sobre la productividad y el ritmo de producción de las líneas.
2. Diseñar un plan de balance de líneas para mejoras en el proceso productivo.
3. Plantear una disminución de costos de mano de obra, inventarios en proceso y materias primas dentro del área de producción.
4. Sugerir mejoras para las condiciones a las que están sometidos los operarios, disminuir los riesgos a la salud y aumentar su rendimiento durante su jornada laboral.
5. Planificar la reutilización del agua que sale de los procesos que aún es posible recuperar, mediante filtros para la sanitización del mobiliario que se utiliza durante el proceso.

6. Disminuir el uso de agua que se utiliza en el proceso de producción y en las oficinas administrativas.
7. Capacitar en cultura organizacional a los distintos operarios para que comprendan la importancia del proceso y labor dentro de la empresa.
8. Enseñar la importancia de mantener la inocuidad dentro de los operarios de planta por la naturaleza del proceso, para cumplir con las políticas de calidad.

INTRODUCCIÓN

Procesos y Productos Alimenticios, en la planta de repostería, produce alimentos de alta calidad en las líneas de panificado, batidos y decorado. Estos productos se someten a una serie de procesos necesarios para cumplir los estándares de calidad de sus clientes. Para ello, es necesario aplicar procedimientos establecidos por la empresa, sin embargo, se busca aumentar la eficiencia de estos, lo cual es la finalidad del presente trabajo.

El primer capítulo contiene la información general de la empresa Procesos y Productos Alimenticios, su misión, visión, organigrama, la estructura organizacional, ubicación y los productos realizados en las diferentes líneas de producción.

En el segundo capítulo se realiza un diagnóstico sobre las deficiencias en las distintas líneas de producción, indicadores que miden actualmente el desempeño de la empresa y los que se podrían implementar. Adicionalmente, se realiza una propuesta de balance de líneas en donde se distribuyen los recursos humanos y materiales de una manera más eficiente.

En el capítulo tres se realiza un plan de reducción de consumo de agua, para aplicar principios de producción más limpia, establecer una cultura de ahorro, proponer la revisión de los procedimientos de sanitización, mantenimiento y aplicar el uso de tecnología para reducir el consumo de agua en servicios sanitarios.

En el capítulo cuatro se desarrolla un plan de capacitación desde su diagnóstico para establecer necesidades, hasta el cronograma de capacitaciones para mejorar la cultura organizacional e incrementar la motivación en el personal, aplicando buenas prácticas de manufactura para mejorar la inocuidad en los procesos de producción.

1. GENERALIDADES DE PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS

1.1. Descripción

La empresa Procesos y Productos Alimenticios, como parte de su misión, tiene el objetivo de entregar alimentos confiables y ser líder en la innovación y producción de alimentos en la región. La empresa forma parte de una corporación de empresas que abastece a una serie de restaurantes de todo tipo a nivel centroamericano, con un alto estándar de calidad y cumplimiento con el cliente.

Procesos y Productos Alimenticios posee tres plantas de producción. La primera planta es una cadena de alimentos procesados, la segunda planta de producción es una línea de tortas de carne y filetes y la tercera planta es la línea de repostería. Estas plantas de producción, en su mayoría, han presentado resultados favorables en sus números contables.

La planta de repostería presenta problemas operacionales debido a su ubicación, locación y la nueva remodelación completa de la fábrica. Esto sobrepasa la capacidad de trabajo del personal, por lo que es necesario la contratación de nuevos trabajadores, creando disminución en las prácticas de manufactura, problemas operacionales, falta de inducción y poca capacitación de los nuevos operarios.

1.2. Visión

“Ser el líder en la producción e innovación de alimentos en la región”¹.

1.3. Misión

“Alimentos confiables, clientes para toda la vida”².

1.4. Objetivos

- Cumplir con estándares de calidad e inocuidad.
- Tener un sistema de gestión para garantizar la conformidad de los productos.

1.5. Estructura organizacional

Procesos y Productos Alimenticios se caracteriza por tener una estructura organizacional por departamentalización funcional. Esto significa que, además de crear departamentos para seccionar el funcionamiento de la empresa, también asigna los recursos y las responsabilidades respecto a las funciones indispensables para que la empresa funcione correctamente.

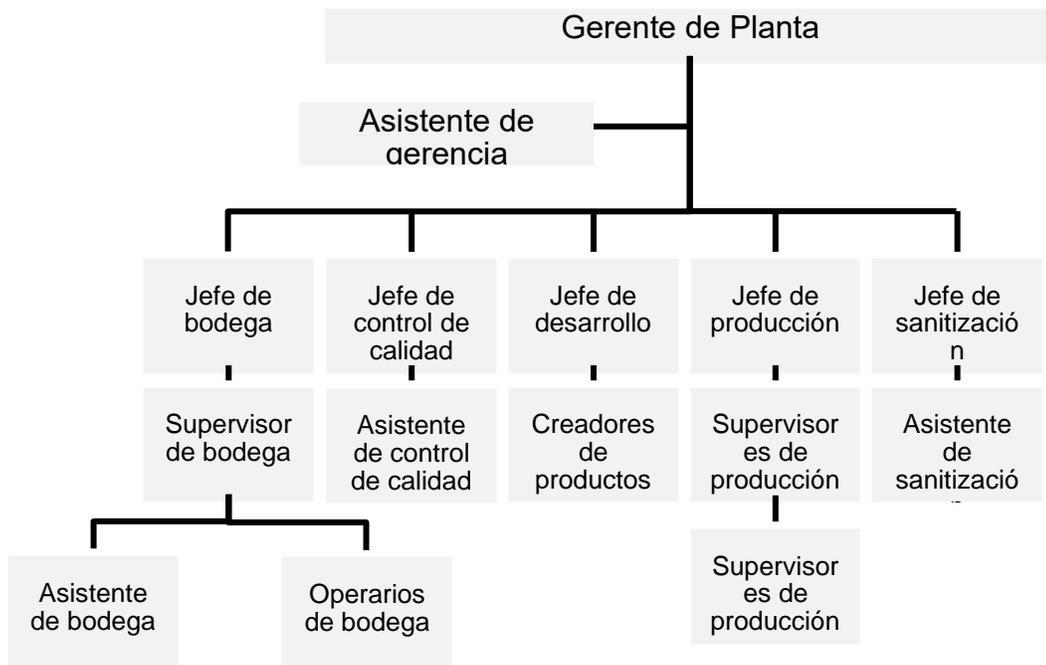
Este tipo de estructura ayuda a reducir la duplicación de las tareas y operaciones en la empresa, ya que cada departamento está especializado en un grupo de actividades concretas.

¹ Procesos y Productos Alimenticios. *Recursos Humanos*. s/p.

² *Ibíd.*

A continuación se presenta el organigrama vertical de la empresa de forma escalonada. Se basa en la jerarquía de la empresa y la representa de arriba hacia abajo:

Figura 1. **Organigrama de la planta de repostería**



Fuente: elaboración propia.

Con este organigrama se percibe la línea de mando directa entre cada eslabón y ayuda a que la comunicación sea más eficiente, se determina bien quién posee el control del área y eso beneficia a la toma de decisiones.

1.6. ¿A qué se dedica?

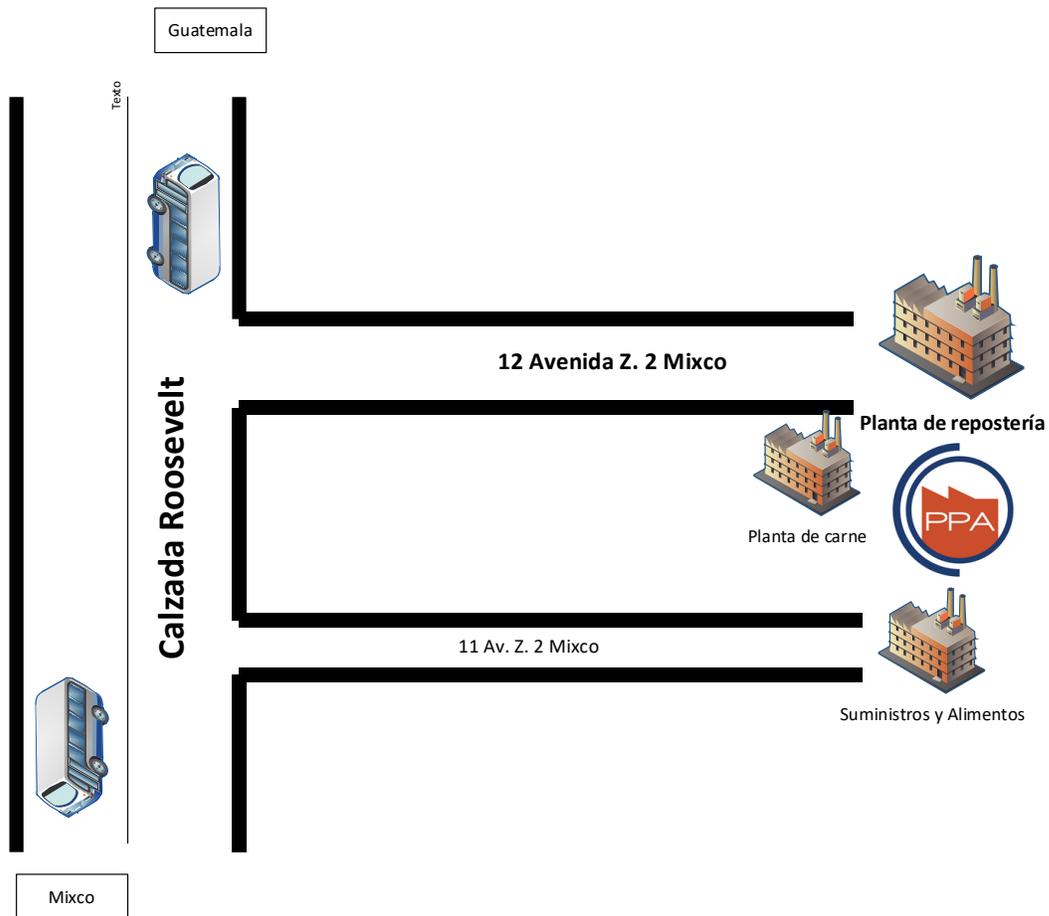
La empresa Procesos y Productos Alimenticios se dedica a producir alimentos para distintos tipos de clientes con las mejores gestiones de calidad

en el mercado, innovación constante y alto enfoque en los clientes. Para ello cuenta con tres plantas de producción: carne, repostería y procesados.

1.7. Ubicación de la empresa

12 Av. 1-93, zona 2 de Mixco, colonia Alvarado, Guatemala.

Figura 2. **Ubicación de Procesos y Productos Alimenticios**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

1.8. Productos de la planta de repostería

Algunos de los productos fabricados en la planta de repostería de Productos y Procesos Alimenticios (PPA) se detallan a continuación:

- Galletería
 - Galleta Sugar Free coco
 - Galleta Sugar Free limón
 - Galleta Macadamia con trozos de chocolate blanco crudo
 - Galleta Macadamia con trozos de chocolate blanco horneado
 - Galleta de chocolate doble con chispas de chocolate crudo
 - Galleta de chocolate doble con chispas de chocolate horneado
 - Galletas con chispas de chocolate crudo
 - Galletas con chispas de chocolate horneado
 - Galleta Red Velvet con chispas de chocolate crudo
 - Galleta Red Velvet con chispas de chocolate horneado

- Panadería
 - Pan hamburguesa 3,5", 4" y 5" sin ajonjolí
 - Pan hamburguesa 3,5", 4" y 5" con ajonjolí
 - Pan hamburguesa 3,5", 4" y 5" con ajonjolí negro y blanco
 - Pan Focaccia italiano (blanco) 100 gr
 - Pan Focaccia integral 115 gr
 - Pan Focaccia especies 110 gr
 - Pan bollo blanco 40 gr
 - Pan Flat integral 90 gr
 - Pan de queso 25 gr
 - *Breadstick* 25 gr
 - Pan Ciabatta blanco molde 80 gr

- Pan Ciabatta blanco artesanal 90 gr
 - Pan Ciabatta integral con semillas de molde 110 gr
 - Pan Ciabatta integral artesanal 125 gr
 - Pan Ciabatta integral molde
 - Pan de manteca variado 35 gr
 - Empanada de tres carnes
 - Empanada chilena
 - *Croissant* plain
 - *Croissant* plain precocido
 - *Croissant* con jamón y queso
 - Quiche de tocino
 - Quiche de espinaca
- Pastelería
 - Pastel de queso fresa
 - Pastel de chocolate
 - Pastel de doble chocolate
 - Pastel redondo de queso
 - Pastel redondo de queso con *topping* de fresa
 - Pastel redondo de queso con *topping* de dulce de leche
 - Pastel de limón
 - Pastel de zanahoria con nuez de macadamia
 - Pastel tiramisú
 - *Brownie* de nuez
 - Cubilete de chocolate
 - *Strudel* de manzana
 - Magdalena de vainilla
 - Pie de limón
 - *Crumble* de manzana

- Pastel de elote
- *Pound cake* de coco
- Magdalena de banano y nuez

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE LAS LÍNEAS DE PANIFICADO, BATIDOS Y DECORADO DE LA PLANTA DE REPOSTERÍA DE LA EMPRESA PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS

2.1. Diagnóstico de la situación actual

La empresa Procesos y Productos Alimenticios se enfoca en la producción de galletas, panadería y pastelería de alta calidad, para lo cual agrupa una serie de procesos que deben alcanzar un grado de confiabilidad con el respaldo de la certificación ISO 9001.

FODA es la herramienta utilizada para conocer la situación actual de la empresa en términos de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Mediante el uso de la matriz se analizan las variables externas e internas que posee la empresa actualmente y las necesidades de mejora por cubrir.

Para la obtención de los datos se utilizan algunas herramientas que brindan toda la información necesaria. La primer herramienta es la entrevista no estructurada con operarios, supervisores de producción, supervisores de bodega, encargado de área de sanitización, administrador de suministros, encargado del área de desinfección y control de calidad.

Luego se observan los procesos, se detectan problemas dentro de la cultura organizacional, se establece la relación que existe entre los operarios con sus superiores y viceversa.

2.1.1. Análisis FODA

El FODA se realiza en dos áreas específicas de la empresa: administrativa y productiva. En términos generales, estos departamentos se encargan de abastecer, controlar y dirigir la planta. Esto permite encontrar deficiencias en actividades de estas áreas. Con la información recaudada, se realiza el diagnóstico de manera concisa.

- Fortalezas:
 - F1. Suficiente personal para ejecutar las tareas
 - F2. Procedimientos definidos
 - F3. Actualización constante
 - F4. Capacitación regulada
 - F5. Control continuo en inventarios

- Oportunidades:
 - O1. Crecimiento poblacional y aumento de la demanda en el área metropolitana.
 - O2. Desarrollo de nueva tecnología en la industria alimentaria.
 - O3. Promoción gubernamental en alimentos saludables.
 - O4. Productos con posicionamiento en la cultura guatemalteca.
 - O5. La posición geográfica del país como un punto óptimo de distribución internacional.

- Debilidades:
 - D1. Procesos con poco orden
 - D2. Falta de interés administrativo
 - D3. Rotación constante de personal
 - D4. No existe buena cultura organizacional
 - D5. Falta de principios administrativos
 - D6. Mala distribución de tareas
 - D7. Exceso de producto no conforme
 - D8. Desperdicio de recursos

- Amenazas:
 - A1. Competencia con mayor capacidad.
 - A2. Tecnología avanzada para el nivel educativo de los operarios.
 - A3. Cambios en los hábitos de consumo.
 - A4. Incertidumbre jurídica en impuestos nacionales e internacionales.
 - A5. Competencia con altos estándares de cultura organizacional.

Tabla I. **Matriz FODA**

Fortalezas (+)	Debilidades (-)
<ul style="list-style-type: none"> • Suficiente personal para ejecutar las tareas. • Procedimientos definidos. • Actualización constante. • Capacitación regulada. • Control continuo en inventarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos con poco orden. • Falta de interés administrativo. • Rotación constante de personal. • No existe buena cultura organizacional. • Falta de principios administrativos. • Mala distribución de tareas. • Exceso de producto no conforme. • Desperdicio de recursos.

Continuación de la tabla I.

Amenazas (-)	Oportunidades (+)
<ul style="list-style-type: none"> • Competencia con mayor capacidad. • Tecnología avanzada para el nivel educativo de los operarios. • Cambios en los hábitos de consumo. • Incertidumbre jurídica en impuestos nacionales e internacionales. • Competencia con altos estándares de cultura organizacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento poblacional y aumento de la demanda en el área metropolitana. • Desarrollo de nuevas tecnologías en la industria alimentaria. • Promoción gubernamental en alimentos saludables. • Productos con posicionamiento en la cultura guatemalteca. • La posición geográfica del país como un punto óptimo de distribución internacional.

Fuente: elaboración propia.

La tabla II muestra las relaciones FODA, las cuales son la pieza fundamental para armar las estrategias. A continuación, el signo positivo (+) indica la relación entre columna y fila en dicha intersección, el doble signo positivo (++) una relación más fuerte, el cero (0) una relación débil o inexistente.

Tabla II. **Matriz de relaciones FODA**

		Oportunidades					Amenazas				
		O1	O2	O3	O4	O5	A1	A2	A3	A4	A5
Fortalezas	F1	+	++	0	+	0	++	++	0	+	++
	F2	+	+	+	+	+	0	++	0	0	+
	F3	++	+	+	++	+	0	+	++	+	+
	F4	+	0	+	0	0	0	0	+	++	++
	F5	0	++	0	0	++	+	+	0	0	0

Continuación de la tabla II.

Debilidades	D1	0	+	+	+	+	++	+	0	++	+
	D2	0	+	0	+	++	++	+	+	+	++
	D3	+	+	+	0	0	+	+	0	+	++
	D4	+	0	+	+	0	+	0	0	+	++
	D5	+	+	++	+	++	+	+	+	++	++
	D6	0	0	+	+	+	0	+	0	+	+
	D7	+	0	++	++	++	0	0	+	++	0
	D8	0	+	+	+	+	+	0	+	++	0

Fuente: elaboración propia.

- **MAXI - MAXI FO (fortalezas y oportunidades):**
 - Realizar un análisis de desempeño para incrementar la eficiencia de la línea.
 - Proponer una campaña publicitaria para promover el consumo de alimentos con posicionamiento en el país.

- **MAXI – MINI FA (fortalezas y amenazas):**
 - Redistribuir las tareas mediante balance de líneas para optimizar los recursos y redistribución del personal para realizar adecuadamente las tareas.
 - Crear una cultura de capacitación constante dentro de los operarios de la empresa.
 - Analizar la capacidad en el mercado para competir con un mercado más amplio.

- **MINI – MAXI DO (debilidades y oportunidades):**
 - Establecer nuevos indicadores para aprovechar al máximo la preferencia en el mercado con los productos.

- Proponer un nuevo supervisor para líneas con mayor demanda y reducir el producto no conforme, para mantener altos los estándares de calidad con los principales clientes.
- MINI – MINI DA (debilidades y amenazas):
 - Establecer el orden de los procesos y mejorar la cultura organizacional, para mantener los estándares de calidad a un nivel competitivo en el mercado.
 - Realizar una campaña para reafirmar la posición geográfica a nivel internacional.
 - Capacitar al personal sobre el servicio al cliente, para un mejor servicio al público.
 - Implementar nuevas tecnologías y capacitaciones a los operarios sobre su uso.

2.2. Indicadores actuales de evaluación para el área administrativa

A partir del numeral 2,2.1 se muestran los distintos indicadores en el área administrativa, que se segmentan en los departamentos de sanitización, control de calidad y bodega.

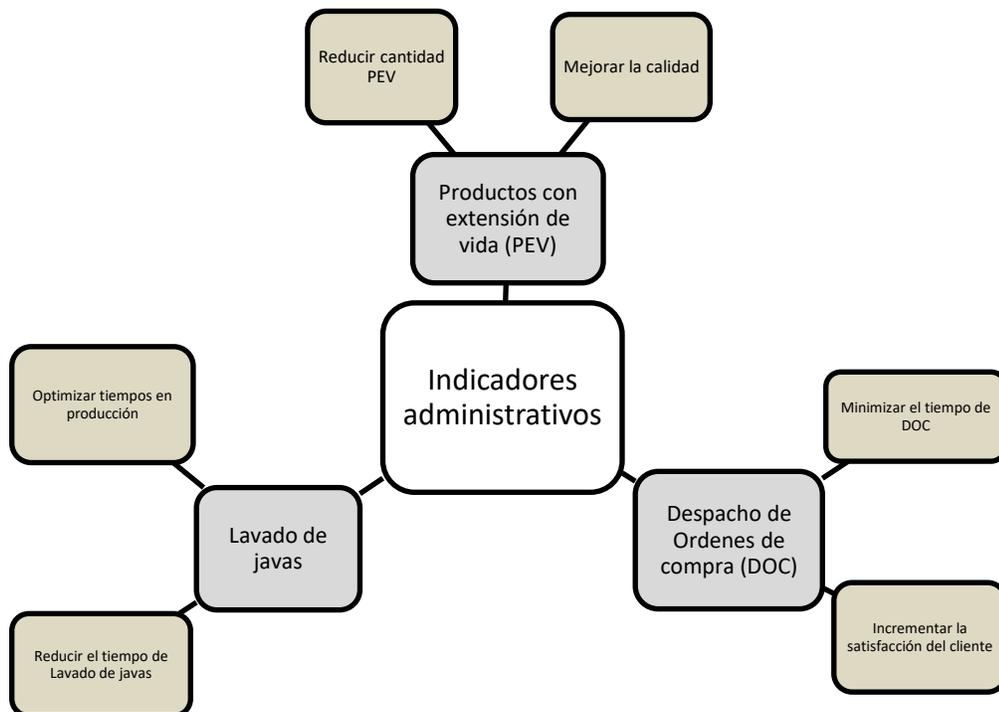
Se realizan entrevistas no estructuradas al personal para establecer los indicadores que pueden mejorar de manera medible, esta información es recopilada en la siguiente tabla nombrada lluvia de ideas para indicadores del área administrativa, la cual se utiliza para realizar el diagnóstico de cada uno mediante formatos, diagramas y cálculo de los mismos.

Tabla III. **Tabla para lluvia de ideas para indicadores del área administrativa**

Proceso	Oportunidad de mejora	Resultado esperado
Productos con extensión de vida (PEV).	Reducir cantidad de PEV.	Mejor calidad.
Despacho de órdenes de compra.	Minimizar tiempo de despacho.	Incremento en la satisfacción del cliente.
Lavado de jvas.	Reducir tiempo de lavado de jvas.	Optimizar tiempos en producción.

Fuente: elaboración propia

Figura 3. **Diagrama de lluvia de ideas para diagnóstico de indicadores del área administrativa**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Los indicadores fueron elegidos con base en su accesibilidad y solución medible, como se muestra a continuación.

2.2.1. Cantidad de productos con extensión de vida (CPEV)

- Área de estudio: bodega de producto terminado
- Encargado de realizar el estudio: control de calidad
- Propósito

La empresa busca reducir al máximo la cantidad de productos a los que se les otorga extensión de vida, porque esto afecta directamente a la producción y ventas, ya que demuestra mala planificación de la demanda y reduce la calidad de los productos. A continuación se realiza el análisis actual de este indicador.

- Descripción

La extensión de vida se otorga a un producto terminado y almacenado en el área de bodega cuando cumple su fecha de caducidad. El indicador ayuda a medir el rendimiento del plan de producción, para determinar los excesos en la producción, evitando el desperdicio de los productos.

Comienza con la cuantificación de la cantidad de productos. Control de calidad extrae aquellos que están próximos a caducar y los analiza como se muestra en la figura 3.

Figura 4. **Pastel de fresas con crema en análisis de caducidad**



Fuente: elaboración propia.

- **Formato**

A continuación se encuentra el formato para la toma de datos del indicador:

Tabla IV. **Formato actual para la toma de datos del indicador CPEV**

Fecha: _____		
Encargado: _____		
Producto	Fecha de caducidad	Extensión de vida
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____
5. _____	_____	_____
6. _____	_____	_____
7. _____	_____	_____
8. _____	_____	_____

Fuente: elaboración propia, empleando información de Procesos y Productos Alimenticios.

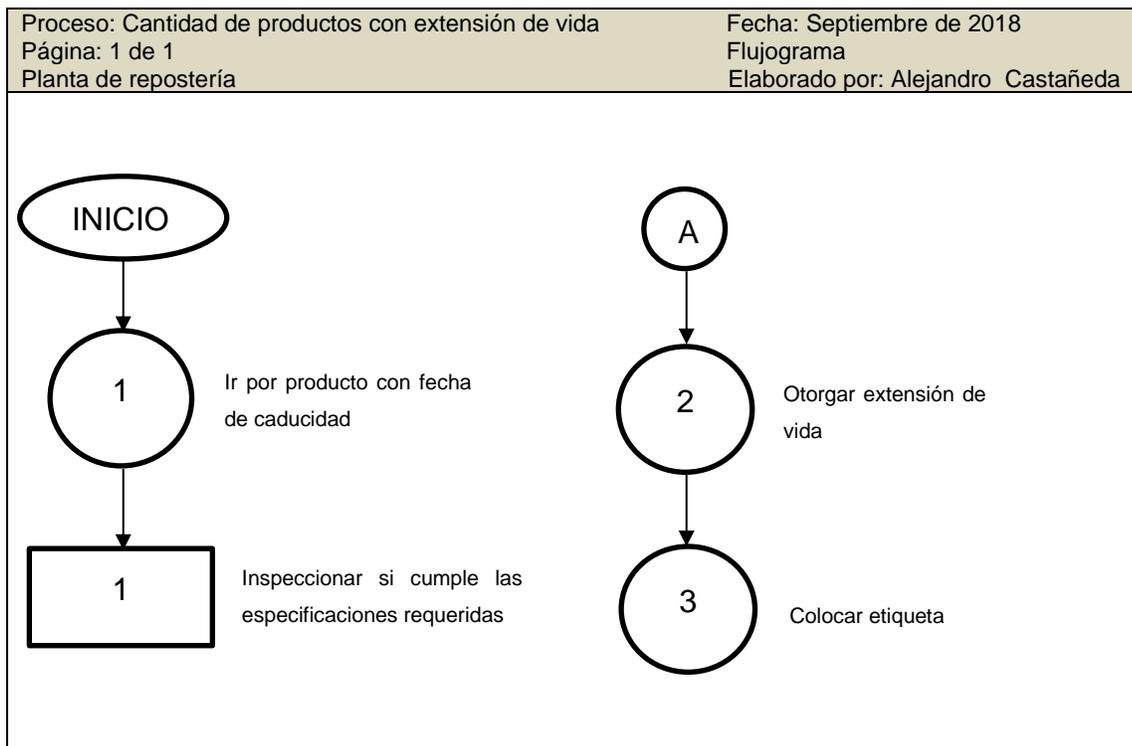
- Diagrama

Tabla V. Pasos del indicador CPEV

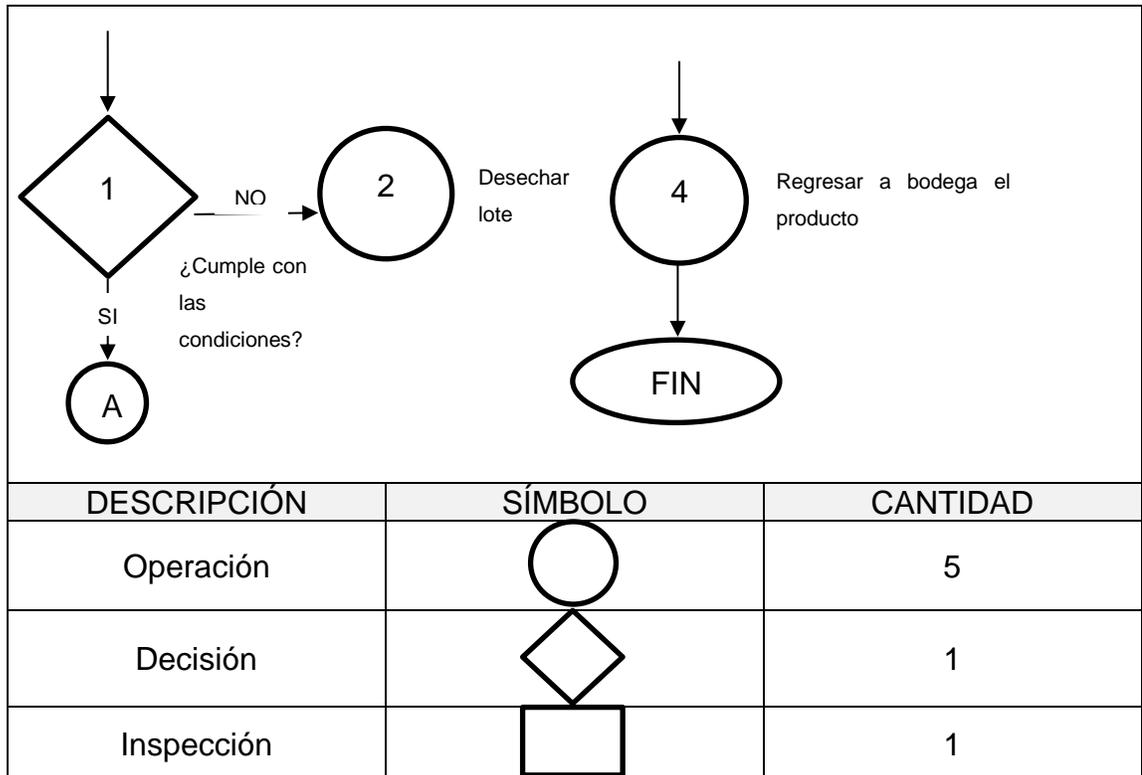
Cantidad de productos con extensión de vida		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Ir por producto con fecha de caducidad del día.	Auxiliar de control de calidad
2	Inspeccionar si cumple con las especificaciones requeridas.	Supervisor
3	Si cumple las especificaciones extender la fecha de caducidad, de lo contrario, desechar el lote.	Supervisor
4	Colocar etiquetado.	Supervisor
5	Regresar a bodega.	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Flujograma del indicador de CPEV



Continuación de la figura 5.



Fuente: elaboración propia.

- Ecuación

Con el análisis se determina si es posible aumentar la extensión de vida del producto y pasa a ser cuantificado en el indicador, como muestra en la figura 7.

- Ecuación para el indicador CPEV

$$CPEV = \# \text{ Productos con extensión de vida}$$

Ecuación 1.

- Cálculo del indicador

En la siguiente tabla se asigna el nombre A al producto con mayor demanda; B al producto con mayor recurrencia en extensión de vida; C al producto con mayor rotación.

Tabla VI. **Materias primas con extensión de vida**

Característica de materia prima	Materia prima
Mayor demanda	A
Mayor recurrencia en extensión de vida	B
Mayor rotación	C

Fuente: elaboración propia.

Calculando el indicador de cantidad de productos con extensión de vida se procede a contar la cantidad de materias primas a las que se les otorga extensión de vida, como se muestra la figura 6:

$$CPEV = A + B + C$$

$$CPEV = 3$$

Finalmente son 3 productos a los que se les otorga extensión de vida, regresando el producto a bodega con una nueva fecha de caducidad establecida por control de calidad. Este número de productos puede reducirse, como muestra la propuesta de la página 86.

2.2.2. Tiempo de despacho de órdenes de compra (TDOC)

- Área de estudio: bodega de producto terminado
- Encargado de realizar el estudio: jefe de bodega
- Propósito

El tiempo de despacho de órdenes de compra mide la satisfacción del cliente, es por esta razón que para la empresa es indispensable reducir el tiempo que tarda el cliente en recibir su pedido. A continuación se realiza el análisis actual de este indicador.

- Descripción

Este indicador funciona para registrar el tiempo de despacho de las órdenes, comenzando desde la llegada del cliente a bodega y terminando en el momento en que se retira con su producto y factura sellada de despacho.

El despacho de órdenes de compra comienza con la llegada del cliente a bodega, se anotan las especificaciones del cliente, para ello se lleva la orden de compra a bodega y se despacha el producto solicitado.

- Diagrama

Tabla VII. Pasos del indicador TDOC

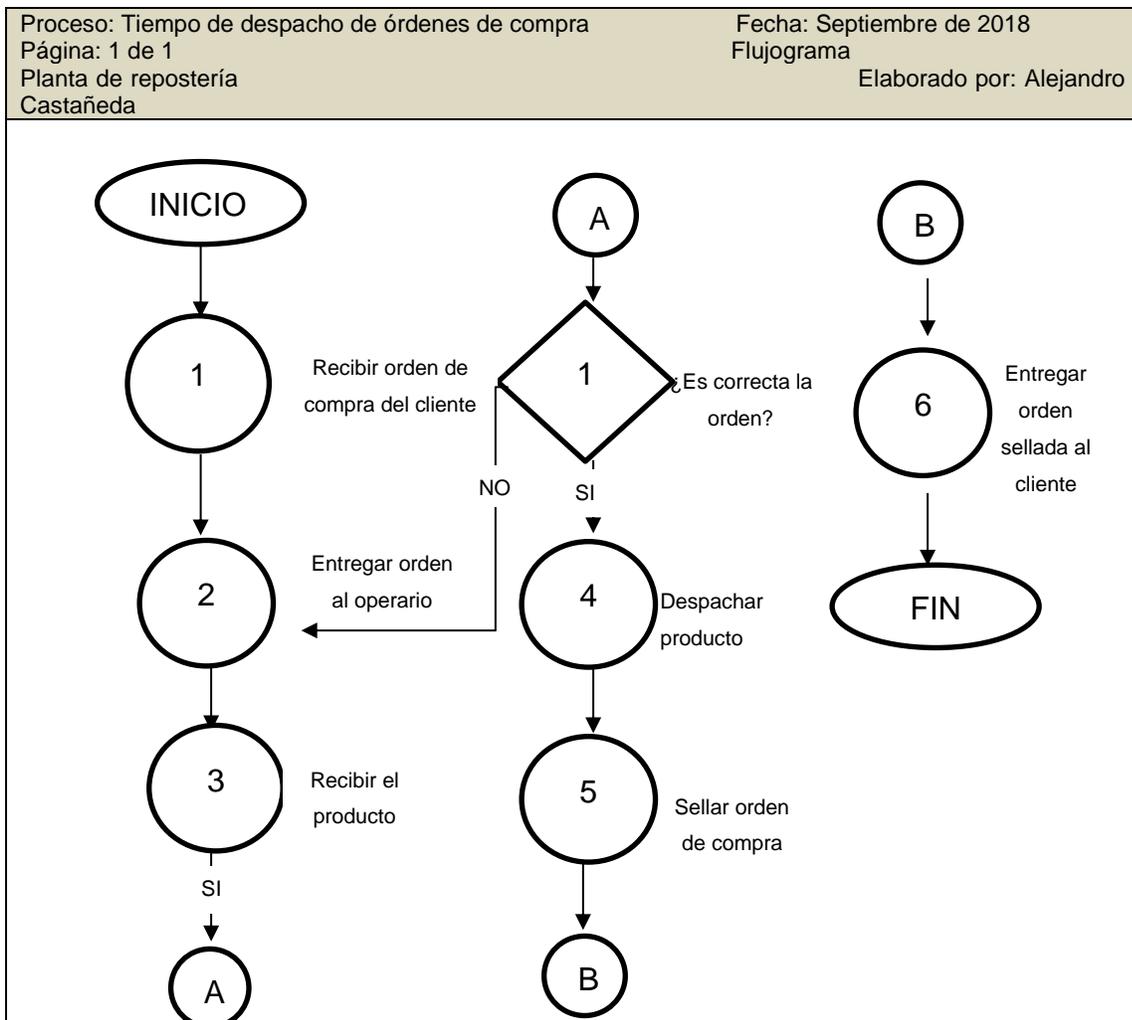
Tiempo de despacho de órdenes de compra		
Bodega		
No.	Pasos	Encargado
1	Recibir orden de compra del cliente.	Auxiliar de bodega
2	Entregar orden al operario de bodega.	Auxiliar de bodega
3	Recibir el producto.	Auxiliar de bodega

Continuación de la tabla VII.

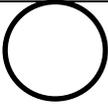
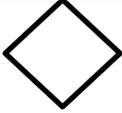
4	Verificar que la orden este correcta, si lo está continuar al paso 5, de lo contrario regresársela al operario de bodega.	Auxiliar de bodega
5	Despachar producto.	Auxiliar de bodega
6	Sellar orden de compra.	Auxiliar de bodega
7	Entregar orden sellada y producto al cliente.	Auxiliar de bodega

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Flujograma de tiempo de despacho de órdenes de compra (TDOC)**



Continuación de la figura 6.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación		6
Decisión		1

Fuente: elaboración propia.

- **Formato**

Se muestra el formato para la toma de datos del indicador:

Tabla VIII. **Formato actual para la toma de datos del indicador TDOC**

Fecha: _____		
Hora de llegada	Hora de despacho	Tiempo total
1 _____	_____	_____
2 _____	_____	_____
3 _____	_____	_____
4 _____	_____	_____
5 _____	_____	_____
6 _____	_____	_____
7 _____	_____	_____
8 _____	_____	_____
9 _____	_____	_____
10 _____	_____	_____
11 _____	_____	_____
12 _____	_____	_____
13 _____	_____	_____
14 _____	_____	_____

Fuente: elaboración propia, empleando información de Procesos y Productos Alimenticios.

- Ecuación

El tiempo de despacho está ligado a un promedio aritmético en que la sumatoria de órdenes registradas se divide entre el número de tiempos en que fueron realizadas.

- Ecuación para el indicador TDOC

$$TDOC = \frac{\sum \text{ordenes de compra}}{n}$$

Ecuación 2

- Cálculo del indicador

Tabla IX. **Tiempos tomados para el despacho de compras**

No. de orden	Tiempo de despacho (min)
1	20,62
2	17,97
3	15,53
4	19,40
5	22,02
6	23,77

Fuente: elaboración propia mediante la observación de los datos.

Calculando el indicador de tiempo de despacho de órdenes de compra se procede a medir el tiempo promedio de despacho en el área de bodega, para ello se utilizó la ecuación 2:

$$TDOC = \frac{20,62 + 17,97 + 15,53 + 19,40 + 22,02 + 23,77}{6}$$

$$TDOC = 19,9^{min}/orden$$

Los 19,9 minutos por orden representan el tiempo promedio de despacho de órdenes de compra, que comprende desde la llegada del cliente a solicitar el despacho en bodega hasta que se retira con su producto y factura sellada. El tiempo promedio analizado puede ser mejorado, como se muestra en la propuesta de la página 81.

2.2.3. Tiempo de lavado de jvas (TLJ)

- Área de estudio: departamento de sanitización
- Encargado de realizar el estudio: jefe de sanitización
- Propósito

El área de sanitizado tiene a su cargo el abastecimiento de jvas limpias al área de producción, razón por la cual la empresa necesita disminuir al máximo el tiempo demorado en lavar las jvas que salen de proceso con restos del producto terminado. A continuación se muestra el análisis de este indicador.

- Descripción

Este indicador establece el rendimiento de los operadores. Se contabilizan las jvas que se limpian y el tiempo que les toma realizar la operación.

Las jvas, al salir del proceso, necesitan ser lavadas rápidamente para volver a otra operación, ya que son necesarias para el almacenamiento temporal de los productos que aún están en proceso. Por esta razón se establece el tiempo promedio de lavado de jvas.

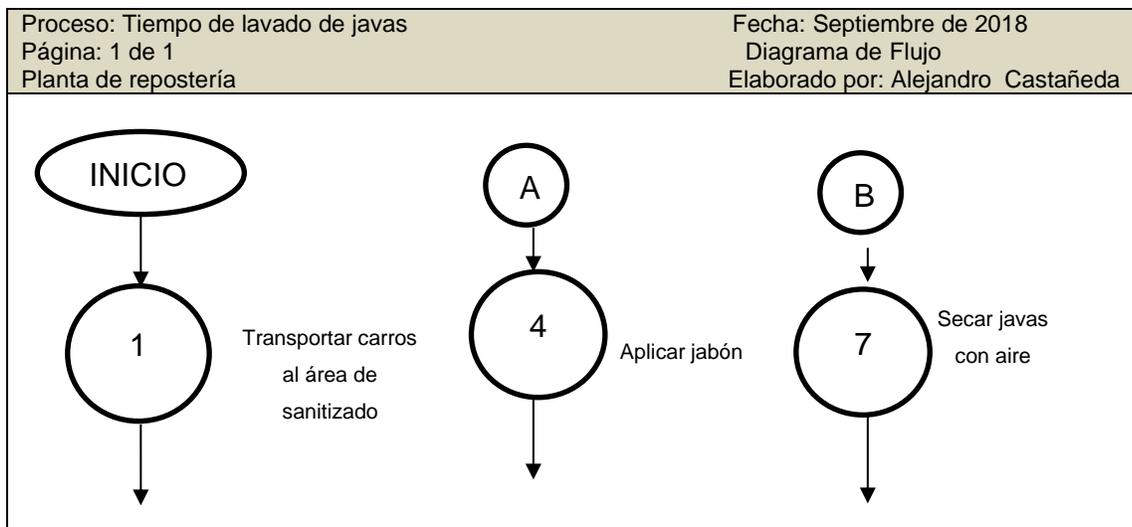
- Diagrama

Tabla X. Pasos de TLJ

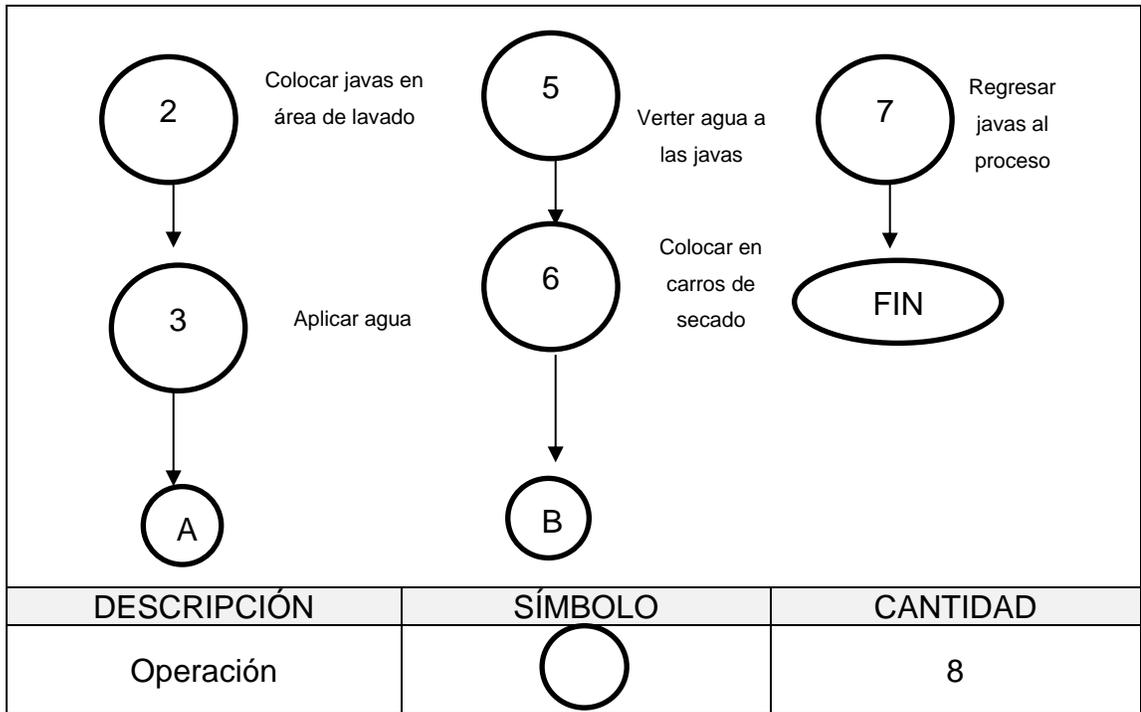
Tiempo de lavado de jvas		
Departamento de sanitización		
No.	Pasos	Encargado
1	Trasportar los carros llenos de jvas usadas en producción.	Auxiliar de sanitizado
2	Colocar jvas en área de lavado.	Auxiliar de sanitizado
3	Aplicar agua a las jvas.	Auxiliar de sanitizado
4	Aplicar jabón.	Auxiliar de sanitizado
5	Verter agua a las jvas.	Auxiliar de sanitizado
6	Colocar en carros de secado.	Auxiliar de sanitizado
7	Secar jvas con aire.	Auxiliar de sanitizado
8	Regresarlas al proceso.	Auxiliar de sanitizado

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de flujo para el tiempo de lavado de Jvas TLJ



Continuación de la figura 7.



Fuente: elaboración propia.

- Formato

A continuación se presenta el formato para la toma de datos del indicador:

Tabla XI. **Formato actual para la toma de datos del indicador TLJ, tiempo de lavado de javas**

Fecha: _____

Cantidad de javas	Tiempo

Fuente: elaboración propia, empleando información de Procesos y Productos Alimenticios.

- Ecuación

El tiempo de lavado de javas se calcula dividiendo el tiempo total que toma lavar las javas en minutos entre la suma total de las javas que se limpian.

- Ecuación para indicador TLJ

$$TLJ = \frac{\text{Tiempo total en minutos}}{\sum \text{Javas que se limpian}}$$

Ecuación 3

- Cálculo del indicador

En la siguiente tabla se observa el número de java y el tiempo en minutos que el operario tarda en limpiarla:

Tabla XII. **Tiempos tomados para el lavado de jvas**

No. de java	Tiempo de lavado de jvas (min)
1	0,816
2	0,833
3	0,866
4	0,750
5	0,800
6	0,700
7	0,633
8	0,850
9	0,650
10	0,750
11	0,733
12	0,800
Totales:	9,181 min

Fuente: elaboración propia, mediante la observación de los datos.

Calculando el indicador de tiempo de lavado de jvas se mide el tiempo promedio de jvas por minuto con la ecuación 3:

$$TLJ = \frac{9,181}{12}$$

$$TLJ = 0,765 \text{ min}/\text{java}$$

El tiempo promedio del lavado de jvas es de 0,765 minutos por cada una. Este promedio puede mejorar, como se muestra en la página 90.

2.3. Indicadores actuales de evaluación para el área productiva

A partir del numeral 2.3.1 se muestran los distintos indicadores en el área de producción, que se segmentan en las áreas de decorado, batido y panificado.

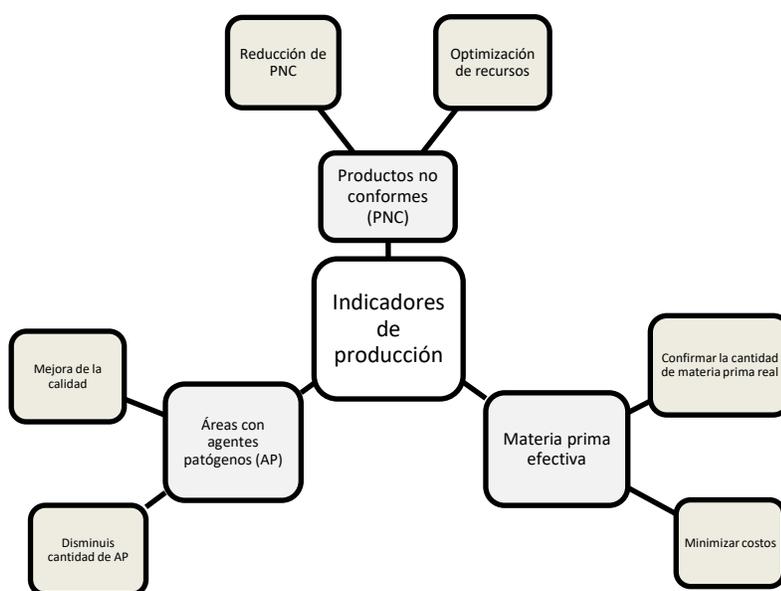
Se realizan entrevistas no estructuradas al personal para establecer los indicadores que pueden mejorar de manera medible, esta información es recopilada en la siguiente lluvia de ideas para realizar el diagnóstico de cada uno mediante formatos, diagramas y cálculo de los mismos.

Tabla XIII. **Tabla para lluvia de ideas de indicadores del área productiva**

Proceso	Oportunidad de mejora	Resultado esperado
Productos no conformes.	Reducir cantidad de producto no conforme.	Optimización de recursos.
Materia prima efectiva.	Confirmar la cantidad de MP y la orden de producción.	Minimizar costos.
Áreas con presencia de agentes patógenos.	Disminuir la cantidad de agentes patógenos.	Mejorar la calidad.

Fuente: elaboración propia

Figura 8. **Lluvia de ideas para indicadores del área productiva**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Los indicadores fueron elegidos con base en su accesibilidad y solución medible, como se muestra a continuación.

2.3.1. Porcentaje de productos no conformes (PPNC)

- Área de estudio: producción
- Encargado de realizar el estudio: control de calidad
- Propósito

La cantidad de productos no conformes representa uno de los principales problemas para la empresa, esto debido al desperdicio de materia prima, el incremento en los costos de mano de obra y de producción, debido a ello la empresa busca reducir la cantidad que no cumple con las especificaciones necesarias. A continuación se presenta el análisis de este indicador.

- Descripción

Este indicador muestra la cantidad de productos no conformes en relación a la producción total.

El análisis se obtiene mediante la entrevista al supervisor de producción, referente a la lista de productos con mayor índice de no conformidad en la producción final.

Tabla XIV. Pasos del indicador PPNC

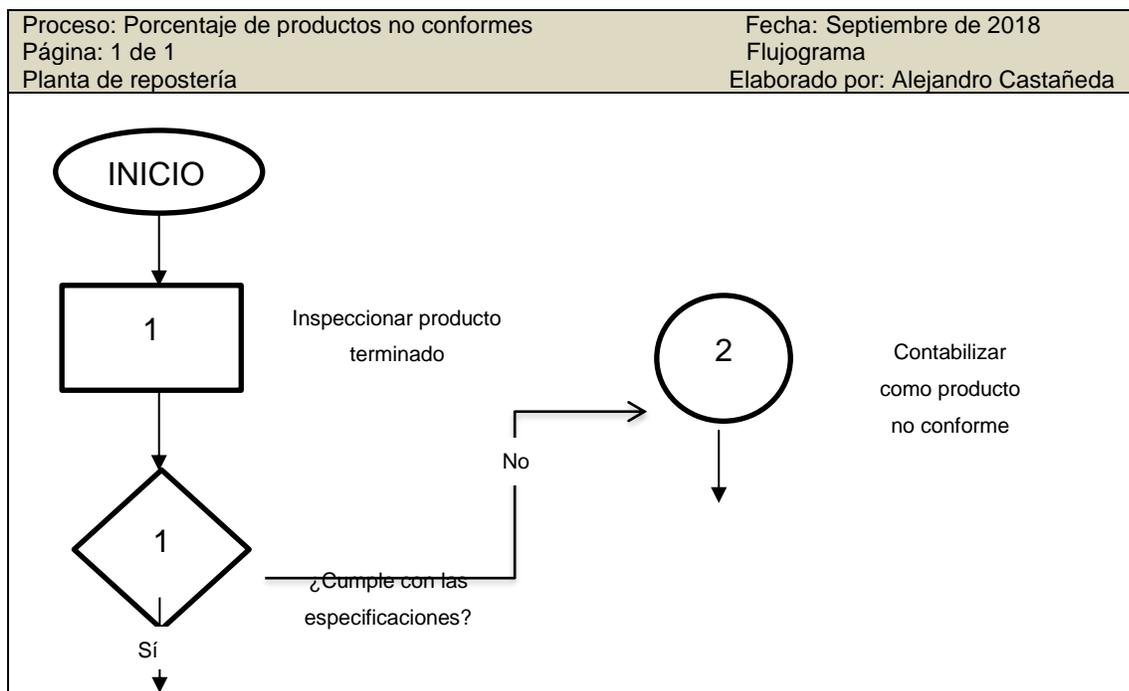
Porcentaje de productos no conformes		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Inspeccionar el producto terminado.	Auxiliar de control de calidad
2	Identificar si cumple con las especificaciones.	Auxiliar de control de calidad
3	Si cumple las especificaciones empacarlo, de lo contrario, contabilizarlo en los productos no conformes y descartarlo.	Auxiliar de control de calidad
4	Llevar el producto terminado a la bodega de producto terminado.	Operario de producción

Fuente: elaboración propia.

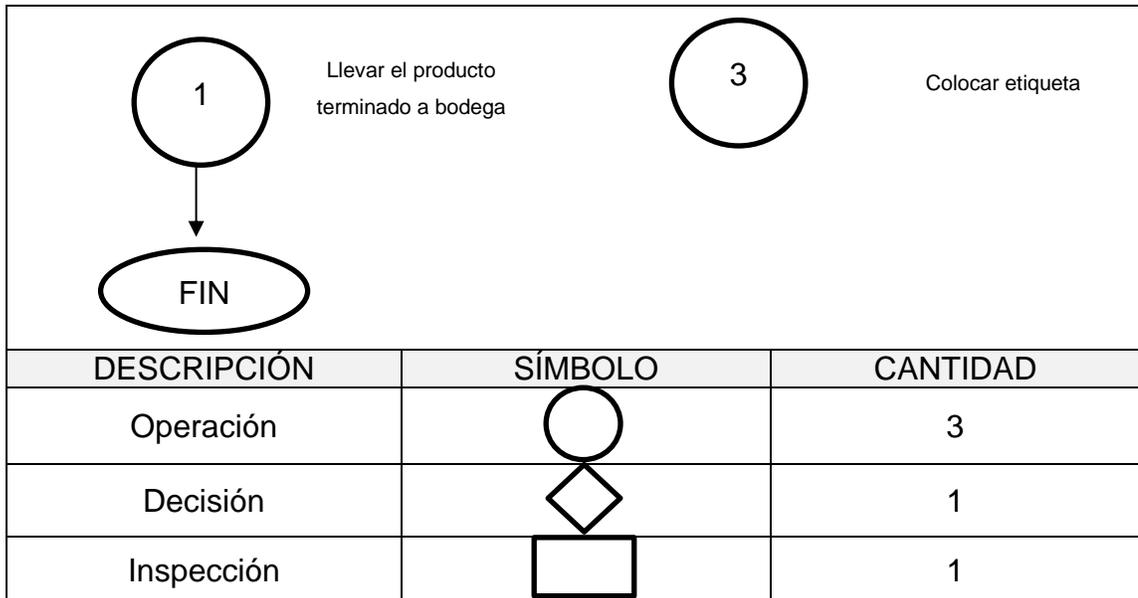
- Diagrama de procesos

Se presenta a continuación el flujograma correspondiente:

Figura 9. Flujograma para el porcentaje de productos no conformes (PPNC)



Continuación de la figura 9.



Fuente: elaboración propia.

- Formato

A continuación se presenta el formato para la toma de datos del indicador:

Tabla XV. **Formato actual para la toma de datos del indicador PPNC, porcentaje de productos no conformes**

Fecha: _____ Producto: _____ Encargado: _____

- Cálculo del indicador

En la siguiente tabla se encuentran los productos con mayor índice de no conformidad con sus respectivas unidades producidas y unidades no conformes.

Tabla XVI. **Unidades producidas vs unidades no conformes en un mes**

Producto	Unidades producidas	Unidades no conformes
Pan A	5000	630
Pan B	1000	151
Pan C	3600	107
Pan D	800	53
Pastel A	250	18
Pastel B	175	9

Fuente: elaboración propia, mediante las ordenes de producción.

Calculando el indicador de porcentaje de productos no conformes, se establece la cantidad de productos no conformes al mes para el producto llamado Pan A, como indica la ecuación 4.

$$PPNC = \frac{630}{5000} * 100$$

$$PPNC = 12,6 \%$$

El porcentaje de unidades no conformes para el Pan A es de 12,6 %. Este porcentaje puede mejorar como se muestra en la propuesta de la página 115.

2.3.2. Materia prima efectiva (MPE)

- Área de estudio: bodega de materia prima
- Encargado de realizar el estudio: jefe de bodega
- Propósito

El control de la materia prima es primordial para mantener los costos en los productos terminados, por lo cual la empresa necesita confirmar la cantidad real de productos respecto a la orden de producción y disminuir las mermas. A continuación se muestra el análisis del indicador.

- Descripción

Este indicador muestra la cantidad de materia prima que se utiliza en el proceso, midiendo mermas y excedentes en los productos y evitando el desperdicio en la producción.

Se comienza con la recopilación de datos con el número de productos terminados y el número de productos según la orden de producción, para proceder a encontrar la materia prima efectiva.

Tabla XVII. Pasos del indicador MPE

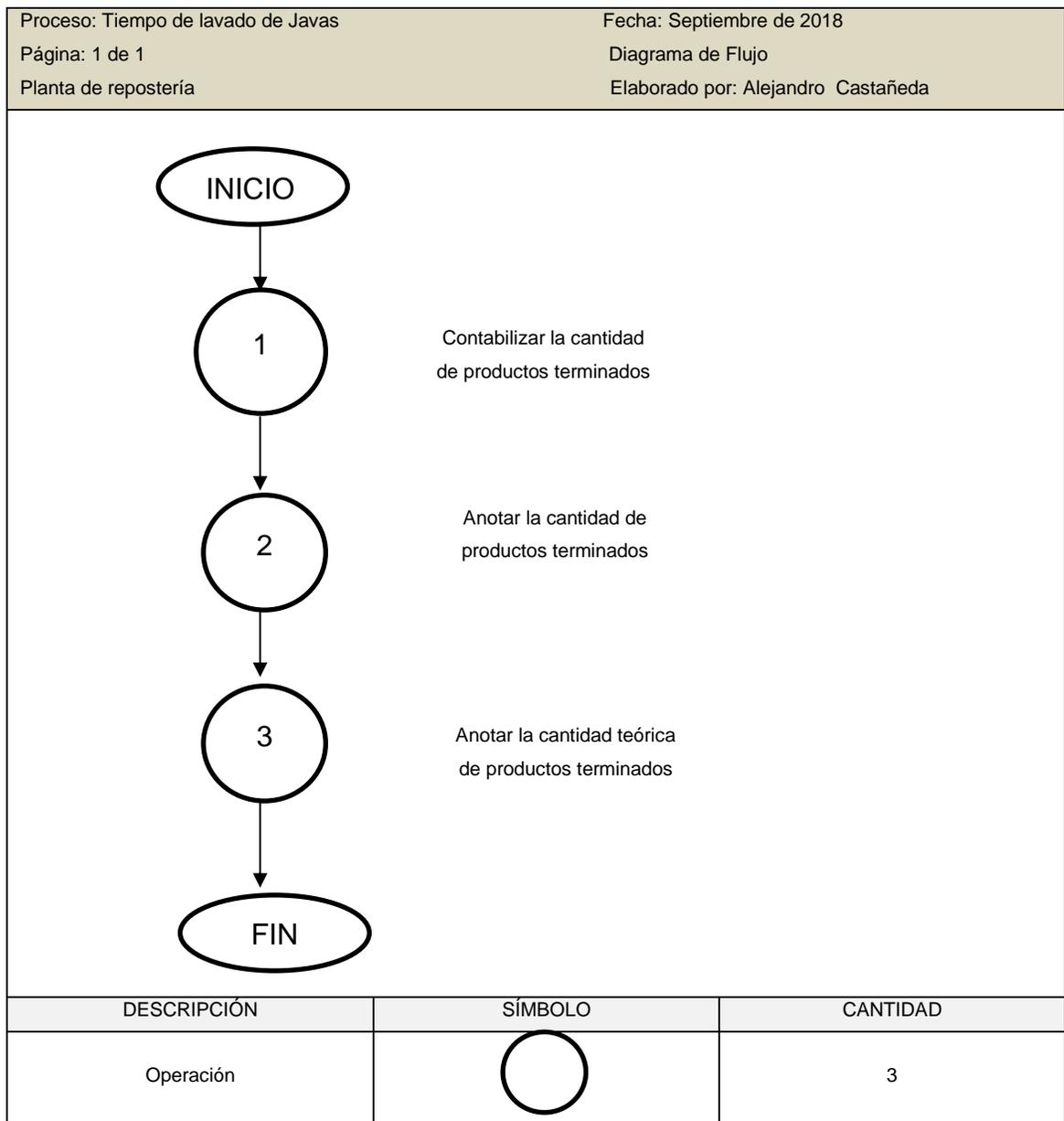
Materia prima efectiva		
Bodega		
No.	Pasos	Encargado
1	Contabilizar la cantidad de productos terminados.	Auxiliar de control de calidad
2	Anotar la cantidad de productos terminados.	Auxiliar de control de calidad
3	Anotar la cantidad teórica de productos terminados, según la orden de compra.	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de flujo

Se presenta el diagrama de flujo correspondiente:

Figura 10. **Diagrama de flujo para la materia prima efectiva (MPE)**



Fuente: elaboración propia.

- Formato

A continuación se encuentra el formato para la toma de datos del indicador.

Tabla XVIII. **Formato actual para la toma de datos del indicador materia prima efectiva (MPE)**

Fecha: _____			
Producto: _____			
	Producto	Cantidad en orden de producción	Cantidad en producto terminado
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Fuente: elaboración propia, empleando información de Procesos y Productos Alimenticios.

- Ecuación

Se calcula multiplicando por cien el cociente del número de productos terminados entre el número de productos según la orden de producción.

- Ecuación para establecer la materia prima efectiva

$$MPE = \frac{\text{Número de productos terminados}}{\text{\# de productos según orden de producción}} * 100$$

Ecuación 5

- Cálculo del indicador

En la siguiente tabla se analizan 10 productos de mayor demanda denominados: 1A, 2B, 3C, 4D, 5E, 6F, 7G, 8H, 9I, 10J. Se compara la orden de producción con el producto terminado.

Tabla XIX. **Materia prima efectiva en productos**

Producto	Orden de producción	Producto terminado
1 A	500	498
2 B	150	150
3 C	100	100
4 D	80	80
5 E	60	60
6 F	30	30
7 G	25	25
8 H	20	20
9 I	20	20
10 J	15	15

Fuente: elaboración propia mediante observación en órdenes de producción y bodega de PT.

A continuación se calcula el indicador materia prima efectiva para el producto 1A, como indica la ecuación 5:

$$MPE = \frac{498}{500} * 100$$

$$MPE = 99,6 \%$$

El porcentaje de materia prima efectiva para el producto 1A es de 99,6 %. Este porcentaje se puede mejorar como se muestra en la propuesta de la página 120.

2.3.3. Porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos (PPPAP)

- Área de estudio: producción
- Encargado de realizar el estudio: control de calidad
- Propósito

La higiene en la producción refleja la calidad de sanidad en la planta, es por ello que la empresa necesita reducir al mínimo la presencia de agentes patógenos en las áreas de trabajo. A continuación se presenta el análisis de este indicador.

- Descripción

Este indicador muestra el porcentaje de agentes patógenos que se encuentran en los utensilios de producción.

Se realiza una recopilación de datos para el análisis de este indicador, se toma en cuenta la cantidad de pruebas realizadas al mes, y se realizan tres pruebas diarias por treinta días, siendo un total de 90 pruebas.

Tabla XX. Pasos del indicador PPPAP

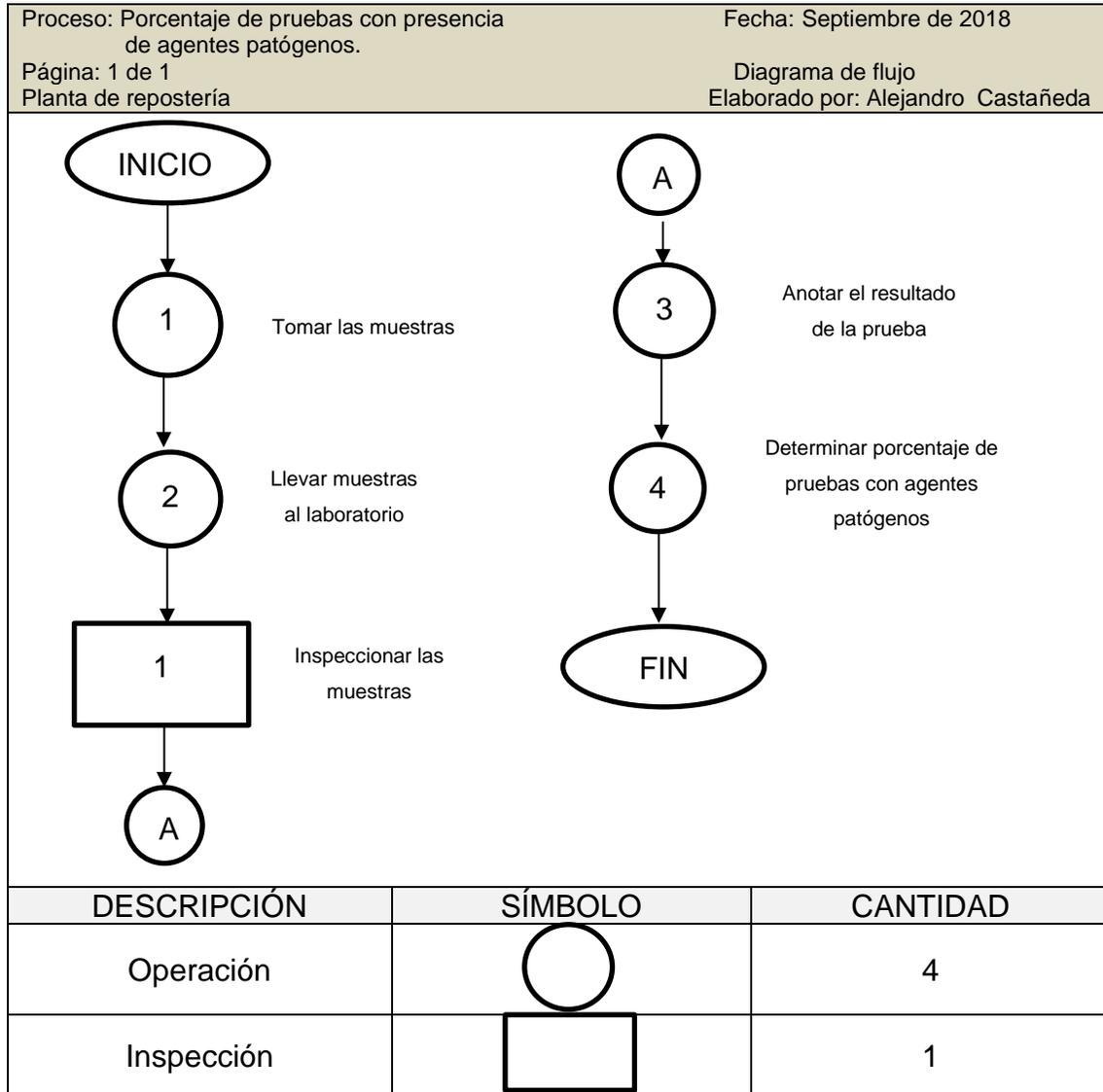
Pruebas con presencia de agentes patógenos		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Tomar muestras en el área estudiada.	Auxiliar de control de calidad
2	Llevar las muestras al laboratorio.	Auxiliar de control de calidad
3	Inspeccionar si la muestra tiene presencia de agentes patógenos.	Auxiliar de control de calidad
4	Si tiene presencia de agentes patógenos anotar resultado positivo, de lo contrario, anotar resultado negativo.	Auxiliar de control de calidad
5	Determinar el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

- Diagrama

A continuación puede observarse el diagrama de flujo correspondiente:

Figura 11. Diagrama de flujo para el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos (PPPAP)



Fuente: elaboración propia.

- Formato

A continuación se encuentra el formato para la toma de datos del indicador:

Tabla XXI. **Formato actual para la toma de datos del indicador PPPAP, porcentaje de pruebas con presencia de agente patógenos (PPPAP)**

Fecha:_____
Producto:_____
Encargado:_____
No. de prueba:_____
Resultado:_____
Observaciones:_____

Fuente: elaboración propia, empleando información de Procesos y Productos Alimenticios.

- Ecuación

Se obtiene cuantificando el total de inspecciones con presencia de agentes patógenos, dividido el total de las pruebas realizadas al mes, como se muestra en la ecuación 6.

- Ecuación para indicador PPPAP:

$$PPPAP = \frac{\text{Cantidad de pruebas positivas}}{\text{Total de pruebas al mes}} * 100$$

Ecuación 6

- Cálculo del indicador

Se realizan tres pruebas diarias por treinta días, siendo un total de 90 pruebas. Dentro del primer mes se obtuvo una prueba positiva, como muestra la siguiente tabla:

Tabla XXII. **Cantidad de pruebas positivas por mes**

Mes	Cantidad de pruebas positivas
1	1
2	0
3	0
4	2
5	0
6	0

Fuente: elaboración propia.

Calculando el indicador de porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos, se establece la cantidad de muestras al mes y las muestras que dieron positivas durante este periodo como indica la ecuación 6:

$$PPPAP = \frac{1}{90} * 100$$

$$PPPAP = 1,1 \%$$

De las 90 pruebas realizadas, el 1,1 % brinda un valor positivo de agentes patógenos, sin embargo este indicador se puede mejorar, como se muestra en la propuesta de la página 124.

2.3.4. Promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP)

- Área de estudio: producción
- Encargado de realizar el estudio: control de calidad
- Propósito

El promedio de porcentajes de agentes patógenos sirve como un complemento al indicador anterior PPPAP, ya que permite visualizar mejor la información por un periodo de tiempo más prolongado. A continuación se muestra el análisis de este indicador.

- Descripción

Este indicador funciona como media del porcentaje anual de agentes patógenos en utensilios de producción.

Se comienza obteniendo los datos del cálculo obtenido en PPPAP y se divide entre el número de meses observados.

Tabla XXIII. Pasos del indicador PPAPP

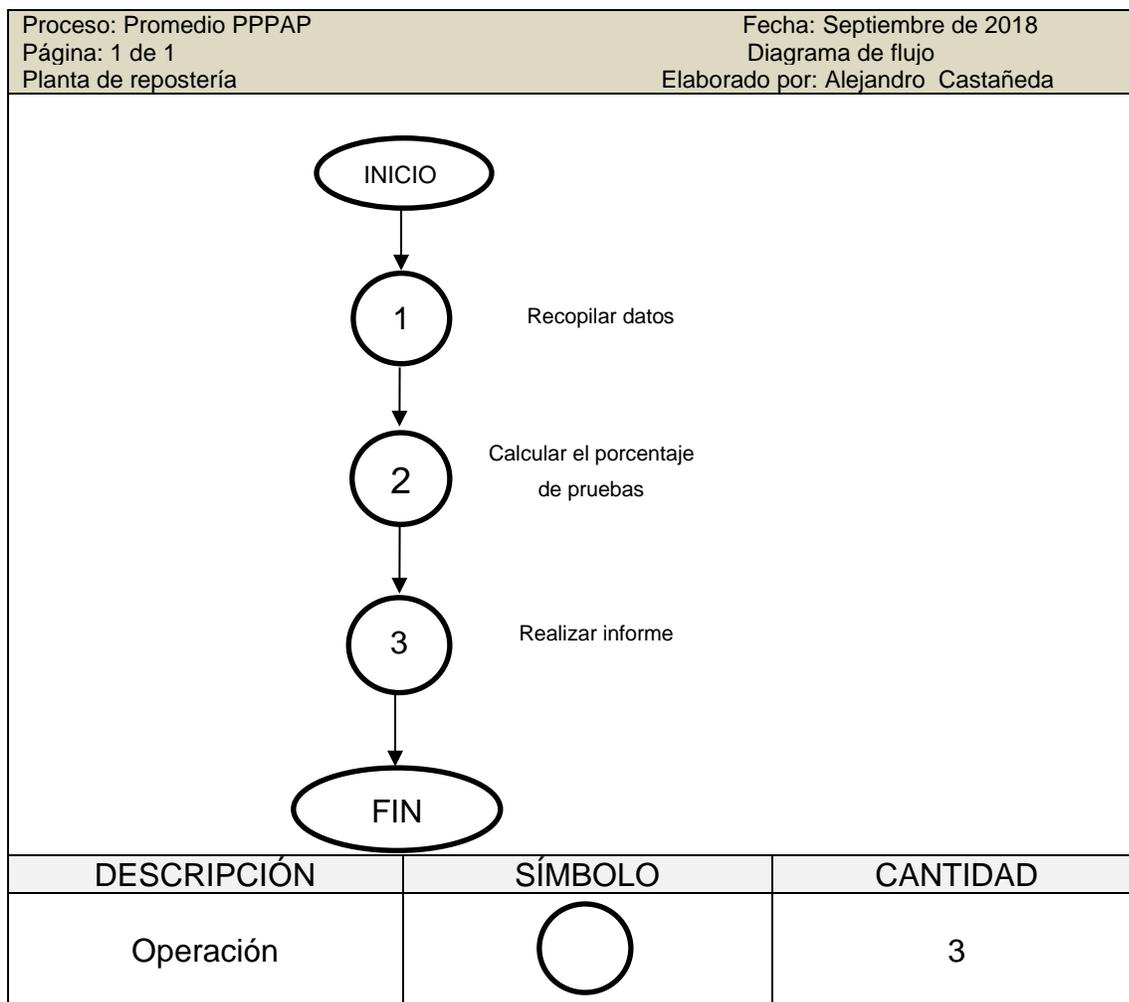
Porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Recopilar los datos.	Supervisor
2	Calcular el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.	Supervisor
3	Realizar informe.	Supervisor

Fuente: elaboración propia.

- Diagrama

Se presenta el correspondiente diagrama:

Figura 12. **Diagrama de flujo para el promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP)**



Fuente: elaboración propia.

- Formato

A continuación se encuentra el formato para la toma de datos del indicador:

Tabla XXIV. **Formato actual para la toma de datos del indicador PPAPP, promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP)**

Fecha: _____

Mes de pruebas	Cantidad de positivas
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

Fuente: elaboración propia, empleando información de Procesos y Productos Alimenticios.

- Ecuación

Para calcularlo se utiliza la sumatoria del indicador porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos dividido entre el número de meses observados, como muestra la ecuación 7:

- Ecuación para el cálculo del indicador PPAPP

$$ppapp = \frac{\sum PPPAP}{\text{numero de meses}}$$

Ecuación 7

- Cálculo del indicador

La siguiente tabla muestra los resultados del PPPAP durante los 6 meses observados:

Tabla XXV. **Datos del indicador PPPAP durante los meses de observación**

Mes	PPPAP
1	1,1 %
2	0 %
3	0 %
4	2,2 %
5	0 %
6	0 %

Fuente: elaboración propia mediante observación y cálculo.

Calculando el indicador promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta, se establece la cantidad de muestras durante un periodo de 6 meses, tal como muestra la tabla XXV.

$$ppapp = \frac{1,1 + 0 + 0 + 2,2 + 0 + 0}{6}$$

$$ppapp = 0,55 \%$$

El promedio de pruebas con presencia de agentes patógenos durante 6 meses es de 0,55 % por mes. Este indicador se puede mejorar, como se muestra en la propuesta de la página 129.

2.4. Balance de líneas

Se realiza el balance de líneas para conocer la cantidad de operarios necesarios, el tiempo estándar por operación, el ciclo de control, la productividad y el costo por unidad de cada una de las líneas para analizar la situación actual de la empresa.

A continuación se detalla el procedimiento del Pan A de la línea de panificado en la planta de repostería de la empresa Procesos y Productos Alimenticios. El proceso de manufactura de los productos de las líneas de decorado, batido y panificado, es el mismo, con diferencia en las cantidades de materias primas como en los tiempos de procedimientos, que se encuentran detallados en el análisis final en el capítulo 2,5.4.

El estudio de tiempos se realiza con el método continuo, en donde el cronómetro permanece funcionando durante todo el estudio. La herramienta que se utiliza para el análisis es el software ProTimeEstimation. Esta permite medir los tiempos promedio por operación con la grabación previa de un video. En este estudio se obtiene el tiempo normal y estándar por estación de trabajo.

Figura 13. Pantalla de inicio ProTimeEstimation

The screenshot shows a dialog box titled "New Time Study" with a close button (X) in the top right corner. The dialog box contains the following fields:

- ID:** A text box containing "Pan A".
- Unidad de Tiempo:** A dropdown menu showing "Seconds".
- Descripción:** A text area containing "Toma de tiempos promedios en mezcladora".
- Comentario:** A large empty text area.
- Creado en:** A date field showing "jueves, 16 de enero de 2020".
- Creado por:** A text field showing "ALEJANDRO\USUARIO".
- Modificado el:** A date field showing "jueves, 16 de enero de 2020".
- Modificado por:** A text field showing "ALEJANDRO\USUARIO".

At the bottom right of the dialog box, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Fuente: elaboración propia, empleando ProTimeEstimation.

Se crea el nuevo documento con su respectiva descripción y unidad de tiempo. Se asigna en la pestaña de tareas las actividades que se estudian durante el transcurso del video del proceso en análisis.

Figura 14. Tareas a estudiar

The screenshot shows the ProTimeEstimation software interface for a task named 'Biscocho cubicado'. The main window displays a table of tasks with the following data:

Resumen de la tarea (Seconds)					
	Número de identificación	Routing	OpSeqNo	Status	Descripción
1	Ingredientes	999~	999	Incomplete	Tomar e introducir ingredientes a la M1
2	Traslado 1	999~	999	Incomplete	Trasladar mezcla de la M1 a la M2
3	Traslado 2	999~	999	Incomplete	Trasladar mezcla de la M2 a la mesa de trabajo
4	Agregar	999~	999	Incomplete	Agregar porción de Batch a la máquina konig
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Below the task list, there is a section for 'Secuencia de Tarea' (Task Sequence) with the following structure:

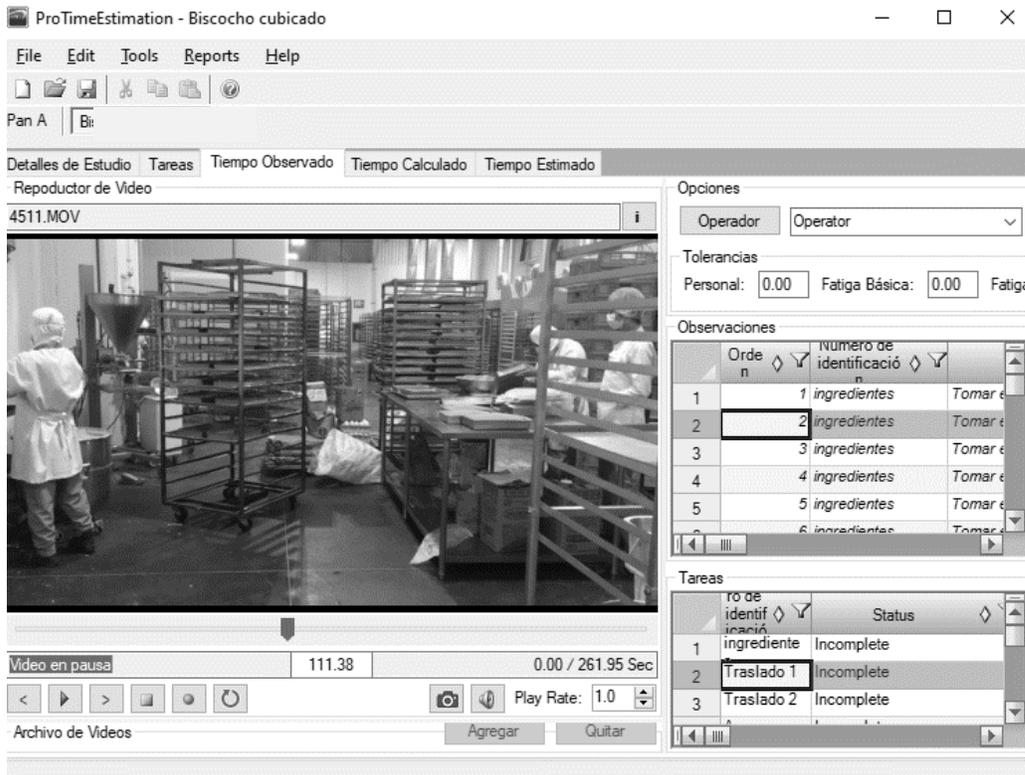
	Recurso de identificación	Descr.	Secuencia	Frecuencia	Predeces
1					
2					

Fuente: elaboración propia, empleando ProTimeEstimation.

Después de la asignación de actividades en la pestaña de tareas, se procede al estudio y análisis del video.

En la siguiente figura se observa del lado izquierdo la imagen de la reproducción del video en velocidad normal, del lado superior derecho aparece escrito el número de repeticiones de las actividades asignadas en la pestaña de tareas, y del lado inferior derecho se observa el resto de asignaciones programadas.

Figura 15. Estudio de actividades



Fuente: elaboración propia, empleando ProTimeEstimation.

Como último paso en la utilización del software ProTimeEstimation se crea el reporte que calcula los tiempos estándar de cada actividad estudiada, este reporte se exporta a un archivo de Excel, el cual brinda una perspectiva más amplia de cada operación en el proceso.

Figura 16. Informe parcial de actividades de ProTimeEstimation

Observed Time Report

ID: Pan A

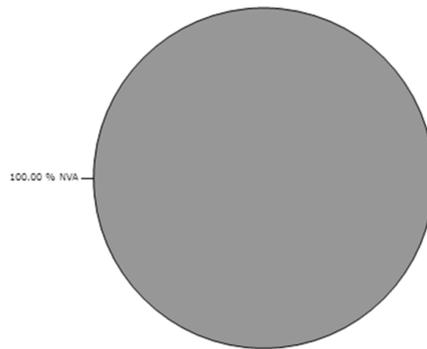
Description: Toma de tiempos promedios en mezcladora

Report On: 07/30/2018

Modified On: 07/30/2018

Report By: ALEJANDRO\USUARIO

Modified By: ALEJANDRO\USUARIO



Normal Time: 66.74 Seconds
 Personal 0.00%
 Basic 0.00%
 Variable 0.00%
 Special: 0.00%
 Task 0.00%
 Standard 66.74 Seconds

NVA:	100 %
SVA:	0 %
VA:	0 %

Task Summary

Task ID	Description	VA	NVA	SVA	Normal Time	Standard Time	Desviación
Ingredientes	Tomar e introducir ingredientes a la M1	0	0	0	30	30	2.11114582
Traslado 1	Trasladar mezcla de la M1 a la M2	0	0	0	10.99	10.99	6.0045147
Traslado 2	Trasladar mezcla de la M2 a la mesa de trabajo	0	0	0	15.27	15.27	2.82270707
Agregar	Agregar porción de Batch a la maquina konig	0	0	0	10.48	10.48	11.6248484

Task Ingredientes - Tomar e introducir ingredientes a la M1

Obs. No.	Rating	Start Time	End Time	Observed Time	Normal Time
1	100	0	30	30	30
2	100	30	62.57	32.57	32.57
3	100	62.57	92.6	30.03	30.03
4	100	92.6	121.87	29.27	29.27
5	100	121.87	148.35	26.48	26.48
6	100	148.35	180.01	31.66	31.66

Fuente: elaboración propia, empleando ProTimeEstimation.

Se procede a elaborar el documento principal de balance de línea, con la recopilación de datos finales. Para el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar se utiliza la herramienta de Microsoft Excel y los datos del cronómetro de ProTimeEstimation mostrados en la figura 30, en la tabla *Task Ingredientes* como se muestra a continuación.

- Para comenzar el cálculo del tiempo normal, se establece el *start time*, que se obtiene al comienzo de cada lectura del cronómetro. Por ejemplo, la observación 1 tiene un *start time* igual a cero segundos (0 s.).
- El *end time* se marca en el momento que el operario termina la actividad. Siguiendo el ejemplo de la observación 1, el *end time* es igual a treinta segundos (30 s.).
- El *observed time* corresponde al tiempo de análisis del observador. En el ejemplo, este tiempo para la observación 1 es de treinta segundos (30 s) ya que en la observación no hubo interrupciones.
- El *normal time* es el tiempo que resulta de la sustracción del *end time* y el *start time*. Por ejemplo, en la observación 1 se obtiene el primer *normal time* restando los treinta segundos (30 s) del *end time*, menos los cero segundos del *start time* (0 s). De esa manera, se obtiene que el primer *normal time* es igual a treinta segundos (30 s.).

El cálculo del tiempo normal se obtiene mediante el promedio aritmético de los *normal times*, como se muestra a continuación:

- Ecuación para el cálculo de tiempo normal

$$Tiempo Normal = \frac{\sum Normal\ time}{Número\ de\ observaciones}$$

Ecuación 8

Para calcular el tiempo normal de la primera tarea, llamada tomar e introducir ingredientes a la M1, se utiliza la ecuación 8:

$$Tiempo\ Normal_{T_1} = \frac{30 + 32,57 + 30,03 + 29,27 + 26,48 + 31,66}{6}$$

$$\text{Tiempo Normal}_{T1} = 30,001 \text{ segundos}$$

Los tiempos normales de cada uno de los procedimientos que conforman la tabla *Task Summary* de la figura 17 se calculan de la misma forma que se ejemplifica anteriormente.

Para efectos de este estudio el tiempo estándar equivale al tiempo normal, porque el jefe de producción indica que no se toman en consideración las tolerancias de fatiga o retrasos de los operarios. Sin embargo, más adelante se agrega un ciclo de control ajustado, que considera la tolerancia o incertidumbre de la línea de producción para establecer el tiempo estándar.

A continuación se presenta una tabla con la unificación de tiempos estándar y se analiza la tasa de producción por unidad. Este dato es la suma de los tiempos estándar calculados anteriormente.

Tabla XXVI. **Formato de balanceo de línea (primera iteración)**

FORMATO DE BALANCEO DE LINEA					
No	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	ITERACION 1			
		TIEMPO PARA PRODUCIR UNA UNIDAD POR UN TRABAJADOR (Seg.)	Nº DE TRABAJADORES EN LA OPERACIÓN	No. NETO DE TRABAJADORES	TASA DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD (Seg.)
1	Tomar e introducir ingredientes a la M1	30,00	1,00	1,00	66,73
2	Mezclado 1 (máquina)	420,00	0,00	0,00	0,00
3	Trasladar mezcla de la M1 a la M2	10,99	1,00	0,00	0,00
4	Mezclado 2 (máquina)	240,00	0,00	0,00	0,00
5	Trasladar mezcla de la M2 a la mesa de trabajo	15,27	1,00	0,00	0,00
6	Agregar porción de <i>batch</i> a la máquina Konig	10,48	1,00	0,00	0,00
7	Trasladar bollo de la Konig a la mesa	69,2	1,00	1,00	69,20
8	Trasladar bollo de la mesa a la bandeja	69,2	1,00	1,00	72,06

Continuación de la tabla XXVI.

9	Trasladar bandeja llena de bollos hacia el carro	2,86	1,00	0,00	0,00
10	Llevar carros con bollos a la puerta de la fermentadora	2,31	1,00	1,00	7,08
11	Fermentado (máquina)	5280,00	0,00	0,00	0,00
12	Llevar carros con bollos a la puerta del horno	2,78	1,00	0,00	0,00
13	Horneado (máquina)	1020,00	0,00	0,00	0,00
14	Extraer carro del horno	2,00	1,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, con tiempos de informes de ProTimeEstimation.

En la tabla XXVI se muestra el conjunto de actividades para realizar el Pan A, estas actividades incluyen el tiempo para producir una unidad de producto por un solo trabajador, tiempo estándar que se obtuvo en PTE.

En la columna de No. de trabajadores en la operación se encuentran dos posibles opciones: para aquellas operaciones que necesitan que un operario realice la actividad, se coloca un número 1, y en aquellas en donde no es necesario, se encuentra un 0.

La columna de No. neto de trabajadores indica la cantidad de trabajadores que necesita la línea para realizar el proceso. Por esta razón varias actividades continuas se le asignan a un mismo operario y este número indica la cantidad de estaciones de trabajo que hay en el proceso.

En la última columna se encuentra la tasa de producción por unidad, indica la suma de los tiempos de cada operario según las actividades que este realiza en el proceso. Por ejemplo, en la primera fila, la tasa de producción por unidad es igual a 66,73 segundos, este número es resultado de la suma del tiempo de las tareas No. 1, 3, 5 y 6, como se muestra a continuación:

- Ecuación para calcular tasa de producción por unidad

$$Tasa\ de\ producción\ por\ unidad = \sum Tiempos\ para\ producir\ una\ unidad\ por\ trabajador$$

Ecuación 9

Se calcula el primer tiempo de la tasa de producción por unidad, como se muestra a continuación:

$$Tasa\ de\ producción\ por\ unidad_{op1} = 30seg + 10,99seg + 15,27seg + 10,48seg$$

$$Tasa\ de\ producción\ por\ unidad_{op1} = 66,73\ seg.$$

El resultado indica que el operario de la primera estación del proceso tarda 66,73 segundos en realizar las cuatro actividades que tiene asignadas. Se vuelve a realizar el mismo procedimiento con los otros operarios determinando el tiempo de cada estación.

Para continuar el análisis se realizan más iteraciones, a medida que estas aumentan, proporcionalmente la estación más lenta disminuye. Cada iteración tiene una columna de tiempo y una de OP (operarios). Cada tiempo representa una estación de trabajo, cuando se identifica la estación más lenta se agrega un operario más en la siguiente iteración. Agregando un trabajador, el tiempo se reduce a la mitad y así se logra igualar la mayor cantidad de tiempos en todas las estaciones de la línea de producción.

Tabla XXVII. Iteraciones de tasa de productividad

Iteración 2		Iteración 3		Iteración 4		Iteración 5		Iteración 6		Iteración 7		Iteración 8		Iteración 9		Iteración 10	
Tiempo (seg.)	Op																
66,73	1	66,73	1	33,37	2	33,37	2	22,24	3	22,24	3	16,68	4	16,68	4	13,35	5
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
69,20	1	34,60	2	34,60	2	23,07	3	23,07	3	17,30	4	17,30	4	13,84	5	13,84	5
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
7,08	1	7,08	1	7,08	1	7,08	1	7,08	1	7,08	1	7,08	1	7,08	1	7,08	1
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0

Fuente: elaboración propia, mediante reducción de cuello de botella.

El jefe de producción brinda los datos necesarios para trabajar los indicadores de la línea de producción, detallados en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. Variables de la línea

VARIABLES DEL SISTEMA	
Rendimiento esperado de la línea	85,00 %
Tiempo por turno	8,00
Salario al día por operario	Q 4 130,00
Costo hora extra	1,50
Vol. Producción (meta de producción)	80,00

Fuente: elaboración propia, con datos de producción según plan de producción.

Con los datos de las tablas XXVI y XXVII se realiza el cálculo de los indicadores de producción, los cuales se detallan a continuación:

- Tiempo total por unidad por trabajador

Para calcular este indicador se utiliza la siguiente ecuación.

- Ecuación de tiempo total por unidad por trabajador

$$tiempo\ total/unidad_1 = \sum (Tiempo\ Tasa\ de\ producción * No.\ neto\ de\ trabajadores)$$

Ecuación 10

Se calcula el tiempo total por unidad por trabajador para la iteración 1, como se muestra a continuación:

$$tiempo\ total/unidad_{11} = 66,73(1) + 69,20(1) + 72,6(1) + 7,08(1)$$

$$tiempo\ total/unidad_{11} = 215,08\ segundos * trabajador/Unidad$$

Este indicador muestra que el tiempo que cada operario está en la línea para terminar el proceso es de 215,08 segundos por trabajador.

- Ciclo de control
 - Ecuación de ciclo de control

$$Ciclo\ de\ control = TiempoMáx_{Tiempo\ tasa\ de\ producción}$$

Ecuación 11

Se calcula el ciclo de control para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Ciclo de control} = 72,06 \text{ seg/Unidad}$$

Este indicador muestra que el cuello de botella es marcado a un ritmo de 72,06 segundos por unidad, ya que la estación más lenta siempre marcará la cantidad de tiempo que tarda en hacerse una unidad.

- Número de operarios en la línea
 - Ecuación de número de operarios en la línea

$$\text{No. de operarios en la línea} = \sum \text{No. neto de trabajadores}$$

Ecuación 11

Se calcula el número de operarios en la línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{No. de operarios en la línea} = 1 + 1 + 1 + 1$$

$$\text{No. de operarios en la línea} = 4 \text{ operarios}$$

Este indicador muestra cuántos operarios hay en todas las estaciones de trabajo en el proceso.

- Tiempo total de la línea
 - Ecuación de tiempo total de la línea

*Tiempo total de la línea = Ciclo de control * No. de operarios en la línea*

Ecuación 12

Se calcula el tiempo total de la línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$Tiempo\ total\ de\ la\ línea = 72,06 * 4$$

$$Tiempo\ total\ de\ la\ línea = 288,24\ segundos/unidad$$

Este indicador muestra que el tiempo que tarda la línea en procesar una unidad es de 288,24 segundos.

- Porcentaje de balance de línea
 - Ecuación de porcentaje de balance de línea

$$\% \text{ de balance de línea} = \frac{Tiempo\ total\ por\ unidad\ por\ trabajador}{Tiempo\ total\ de\ la\ línea} * 100$$

Ecuación 13

Se calcula el porcentaje de balance de línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\% \text{ de balance de línea} = \frac{215,08seg}{288,24seg} * 100$$

$$\% \text{ de balance de línea} = 74,62 \%$$

Este indicador muestra que la línea está balanceada en un 74,62 %.

- Porcentaje ocioso de la línea
 - Ecuación de porcentaje ocioso de la línea

$$\% \text{ ocioso de la línea} = 1 - \% \text{ de balance de línea}$$

Ecuación 14

Se calcula el porcentaje ocioso de la línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\% \text{ ocioso de la línea} = 1 - 74,62 \%$$

$$\% \text{ de balance de línea} = 25,38 \%$$

Este indicador muestra que la línea tiene un 25,38 % de ocio en los operarios.

- Ciclo de control ajustado (tiempo estándar)
 - Ecuación de ciclo de control ajustado (tiempo estándar)

$$\text{Ciclo de control ajustado} = \frac{\text{Ciclo de control}}{\text{Rendimiento esperado de la línea}}$$

Ecuación 15

Se calcula el ciclo de control ajustado de la línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Ciclo de control ajustado} = \frac{72,06\text{seg}}{85\%}$$

$$\text{Ciclo de control ajustado} = 88,78 \text{ seg/unidad}$$

Este indicador muestra el cuello de botella ajustado para incluir las tolerancias o fatigas que están incluidas en el rendimiento esperado de la línea de la tabla XXVIII. Este ciclo ajustado es de 88,78 segundos por cada unidad.

- Ciclo de control ajustado en horas
 - Ecuación de ciclo de control ajustado en horas

$$\text{Ciclo de control ajustado en horas} = \text{Ciclo de ontrol ajustado} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

Ecuación 16

Se calcula el ciclo de control ajustado en horas de la línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Ciclo de control ajustado en horas} = 88,78 \text{ seg} * \frac{1 \text{ hora}}{3\ 600 \text{ seg}}$$

$$\text{Ciclo de control ajustado en horas} = 0,0235 \text{ horas/unidad}$$

Este indicador establece que el tiempo para realizar una unidad es de 0,0235 horas.

- Horas por volumen de producción
 - Ecuación de horas por volumen de producción

$$\text{Hrs. por Vol. de producción} = \text{Ciclo de ontrol ajustado en horas} * \text{Vol de producción}$$

Ecuación 17

Se calculan las horas por volumen de producción de la línea para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Hrs. por Vol. de producción} = 0,0235 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} * 80 \text{ unidades}$$

$$\text{Hrs. por Vol. de producción} = 1,88 \text{ hrs.}$$

Este indicador establece que el tiempo para alcanzar la meta de producción o volumen de producción de la tabla XXVIII es de 1,88 horas.

- Unidades por hora (productividad)
 - Ecuación productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos o recursos utilizados}}$$

Ecuación 18

Para la ecuación de productividad se establece que la producción está dada en unidades y los insumos son una medida de tiempo, que para el propósito de este estudio se da en horas.

Del ciclo de control ajustado se determina que para producir una unidad es necesario un lapso de 0,0235 horas. Con estos datos se calcula la productividad para este producto:

$$Productividad = \frac{1}{0,0235 \text{ horas/unidad}}$$

$$Productividad = 42,46 \text{ unidades/hora}$$

Este indicador establece que la productividad de la línea de producción para el Pan A es de 42,46 unidades por cada hora.

- Unidades por turno
 - Ecuación de unidades por turno

$$\text{unidades por turno} = Productividad * \text{Tiempo por turno}$$

Ecuación 19

Se calculan las unidades por turno para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Unidades por turno} = 42,46 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}} * 8 \text{ horas}$$

$$\text{Unidades por turno} = 339 \text{ unidades}$$

Este indicador establece que durante el turno de 8 horas se producen 339 unidades.

- Unidades por operario
 - Ecuación de unidades por operario

$$\text{unidades por operario} = \frac{\text{Unidades por turno}}{\text{No. de operarios}}$$

Ecuación 20

Se calculan las unidades por operario para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Unidades por operario} = \frac{339 \text{ unidades}}{4 \text{ operarios}}$$

$$\text{Unidades por turno} = 84,75 \text{ unidades/operario}$$

Este indicador establece que cada operario realiza 84,75 unidades por turno.

- Costo de mano de obra por unidad
 - Ecuación de costo de mano de obra por unidad

$$\text{Costo de M.O. por unidad} = \frac{\text{No. de operarios} * \text{Salario al día por operario}}{\text{Unidades por turno}}$$

Ecuación 21

Se calcula el costo de mano de obra por unidad para la iteración 1 como se muestra a continuación:

$$\text{Costo de M.O. por unidad} = \frac{4 \text{ operarios} * Q4 130}{339 \text{ unidades}}$$

$$\text{Costo de M.O. por unidad} = Q48,73/\text{unidad}$$

Este indicador establece que el costo de mano de obra para producir cada unidad es de 48,73 quetzales.

A continuación se muestran los resultados de los indicadores de producción calculados anteriormente para la iteración 1.

Tabla XXIX. **Indicadores de producción del Pan A**

	Número de iteración	1	Unidades
A	Tiempo total por unidad por trabajador	215,08	Segundos/unidad
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)	72,06	Segundos/unidad
C	No. De operarios en la línea	4	Operarios
D	Tiempo total de la línea	288,24	Segundos/unidad
E	% Balance de línea	74,62 %	%
F	% Ocioso de la línea	25,38 %	%
G	Ciclo de control ajustado (tiempo estándar)	84,78	Segundos/unidad
H	Ciclo de control ajustado horas	0,023549	Horas/unidad
I	Horas por vol. de producción	1,883922	Horas/volumen de producción
J	Unidades / hora (productividad)	42,46	uds/hora
K	Unidades / turno	339	Uds/turno
L	Unidades / operarios	84,75	Uds/operario
M	Costo de mano de obra por unidad	Q 48,73	Qmo/UD PRODUCIDA

Fuente: elaboración propia por medio de cálculo de indicadores.

En las tablas XXX, XXXI y XXXII se muestran los indicadores para las iteraciones de la 2 a la 5, de la 6 a la 9 y de la 10 a la 13, respectivamente.

Tabla XXX. Indicadores de iteraciones 2 – 5

	Número de iteración	2	3	4	5	Unidades
A	Tiempo total por unidad por trabajador	143,02	143,02	143,02	143,02	Segundos/unidad
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)	69,20	66,73	34,60	33,37	Segundos/unidad
C	No. De operarios en la línea	3	4	5	6	Operarios
D	Tiempo total de la línea	207,60	266,93	173,00	200,20	Segundos/unidad
E	% Balance de línea	68,89 %	53,58 %	82,67 %	71,44 %	%
F	% Ocioso de la línea	0,31	0,46	0,17	0,29	%
G	Ciclo de control ajustado (tiempo estándar)	81,41	78,51	40,71	39,26	Segundos/unidad
H	Ciclo de control ajustado horas	0,02	0,02	0,01	0,01	Horas/unidad
I	Horas por vol. De producción	1,809150	1,744670	0,904575	0,872335	Horas/volumen de producción
J	Unidades / hora (productividad)	44,22	45,85	88,44	91,71	uds/hora
K	Unidades / turno	353	366	707	733	Uds/turno
L	Unidades / operarios	117,67	91,50	141,40	122,17	Uds/operario
M	Costo de mano de obra por unidad	Q 35,10	Q 45,14	Q 29,21	Q 33,81	Qmo/UD PRODUCIDA

Fuente: elaboración propia con datos de las tablas XXVI y XXVII.

Tabla XXXI. Indicadores de iteraciones 6 – 9

	Número de iteración	6	7	8	9	Unidades
A	Tiempo total por unidad por trabajador	143,02	143,02	143,02	143,02	Segundos/unidad
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)	23,07	22,24	17,30	16,68	Segundos/unidad
C	No. De operarios en la línea	7	8	9	10	Operarios
D	Tiempo total de la línea	161,47	177,96	155,70	166,83	Segundos/unidad
E	% Balance de línea	88,57 %	80,37 %	91,85 %	85,72 %	%
F	% Ocioso de la línea	0,11	0,20	0,08	0,14	%
G	Ciclo de control ajustado (tiempo estándar)	27,14	26,17	20,35	19,63	Segundos/unidad
H	Ciclo de control ajustado horas	0,01	0,01	0,01	0,01	Horas/unidad
I	Horas por vol. De producción	0,603050	0,581557	0,452288	0,436167	Horas/volumen de producción
J	Unidades / hora (productividad)	132,66	137,56	176,88	183,42	uds/hora
K	Unidades / turno	1061	1100	1415	1467	Uds/turno
L	Unidades / operarios	151,57	137,50	157,22	146,70	Uds/operario
M	Costo de mano de obra por unidad	Q 27,25	Q 30,04	Q 26,27	Q 28,15	Qmo/UD PRODUCIDA

Fuente: elaboración propia con datos de las tablas XXVI y XXVII.

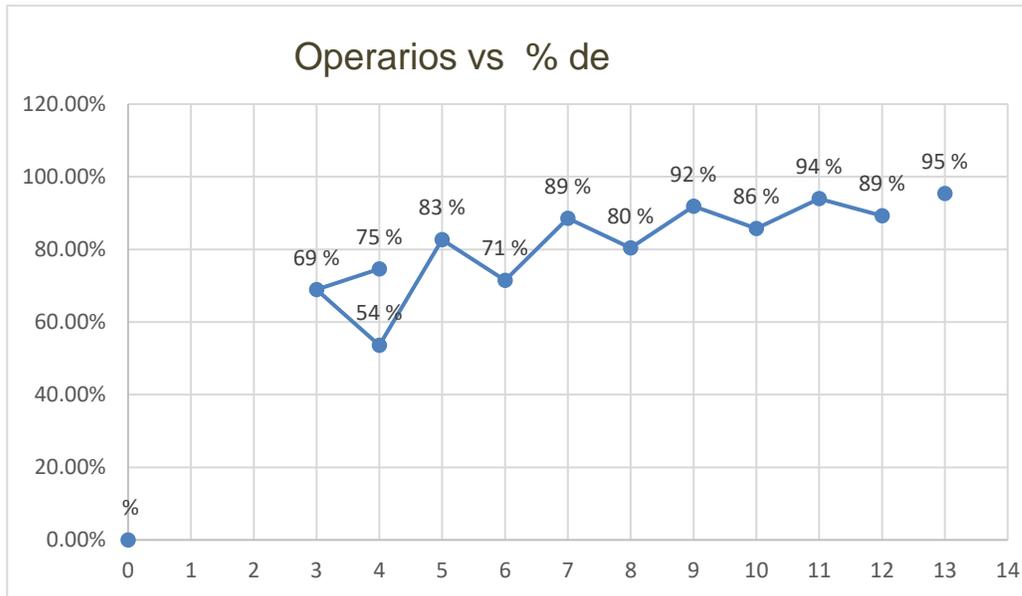
Tabla XXXII. **Indicadores de iteraciones 10 – 13**

	Número de iteración	10	11	12	13	Unidades
A	Tiempo total por unidad por trabajador	143,02	143,02	143,02	143,02	Segundos/unidad
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)	13,84	13,35	11,53	11,12	Segundos/unidad
C	No. De operarios en la línea	11	12	13	14	Operarios
D	Tiempo total de la línea	152,24	160,16	149,93	155,71	Segundos/unidad
E	% Balance de línea	93,94 %	89,30 %	95,39 %	91,85 %	%
F	% Ocioso de la línea	0,06	0,11	0,05	0,08	%
G	Ciclo de control ajustado (tiempo estándar)	16,28	15,70	13,57	13,09	Segundos/unidad
H	Ciclo de control ajustado horas	0,00	0,00	0,00	0,00	Horas/unidad
I	Horas por vol. De producción	0,361830	0,348934	0,301525	0,290778	Horas/volumen de producción
J	Unidades / hora (productividad)	221,10	229,27	265,32	275,12	uds/hora
K	Unidades / turno	1768	1834	2122	2200	Uds/turno
L	Unidades / operarios	160,73	152,83	163,23	157,14	Uds/operario
M	Costo de mano de obra por unidad	Q 25,70	Q 27,02	Q 25,30	Q 26,28	Qmo/UD PRODUCIDA

Fuente: elaboración propia con datos de las tablas XXVI y XXVII.

Luego de establecer los posibles escenarios de número de trabajadores, el tiempo total por unidad, porcentaje de balance de línea, ciclo de control y unidades por hora, se selecciona la mejor iteración por medio de análisis de gráfico y criterio de la gerencia.

Figura 17. **Análisis de número de operarios vs % de balance de línea**



Fuente: elaboración propia con datos de tablas XXIX, XXX, XXXI y XXXII.

Se termina el estudio de tiempos y a continuación se analiza la situación actual de la línea de panificado para el producto Pan A.

- Volumen de producción mensual

El departamento de planificación de la demanda establece la cantidad de bandejas que se producen en el mes. Para el Pan A se poseen 233 bandejas.

- Cantidad de operarios

Se establece para cada producto en la iteración 1 en el indicador No. de operarios en la línea. Para el Pan A, son 4 operarios, como se muestra en la tabla XXIX.

- Productividad

Se establece para cada producto en la iteración 1 en el indicador unidades/hora (productividad). Para el Pan A son 42,46 unidades por hora, como se muestra en la tabla XXIX.

- Horas de producción mensual

Para el cálculo de las horas de producción mensual se utiliza la siguiente ecuación:

- Ecuación de horas de producción mensual

$$\text{Horas de producción mensual} = \frac{\text{Volumen de producción mensual}}{\text{Productividad}}$$

Ecuación 22

Se calculan para el Pan A como se muestra a continuación:

$$\text{Horas de producción mensual}_{\text{Pan A}} = \frac{233 \text{ bandejas}}{42,46 \text{ bandejas/hora}}$$

$$\text{Horas de producción mensual}_{\text{Pan A}} = 5,49 \text{ horas}$$

Para el Pan A se necesitan 5,49 horas para producir 233 bandejas del volumen de la producción mensual.

- Horas-hombre de producción mensual

Se calculan con la siguiente ecuación.

- Ecuación de horas-hombre de producción mensual

$$\text{Hrs. hombre de producción mensual} = \text{Hrs. de producción mensual} * \text{Cant. de operarios}$$

Ecuación 23

Se calculan para el Pan A como se muestra a continuación:

$$\text{Hrs. hombre de producción mensual} = 5,49 \text{ Horas} * 4 \text{ operarios}$$

$$\text{Hrs. hombre de producción mensual} = 21,95 \text{ hrs.}$$

Para producir 233 bandejas al mes son necesarias 21,95 horas-hombre.

- Horas-hombre disponibles mensualmente

Se calculan con la siguiente ecuación. Para usos de este estudio se usarán los siguientes datos: una semana posee 44 horas laborales en la jornada diurna y un mes posee 4,25 semanas.

- Ecuación de horas-hombre disponibles mensual

$$\text{Hrs. hombre disponibles mensual} = \frac{44 \text{ horas}}{\text{semana}} * \frac{4,25 \text{ semanas}}{\text{mes}} * \text{No. de operarios}$$

Ecuación 24

Se calculan para el Pan A como se muestra a continuación:

$$\text{Hrs. hombre disponibles mensual} = \frac{44 \text{ horas}}{\text{semana}} * \frac{4,25 \text{ semanas}}{\text{mes}} * 4 \text{ operarios}$$

$$\text{Hrs. hombre disponibles mensual} = 74,80 \text{ Horas hombre/mes}$$

En el Pan A, hay 74,80 horas hombre disponibles al mes para la línea de producción.

- Horas-hombre disponibles mensualmente con horas extra

Se calculan con la siguiente ecuación. Para usos de este estudio se usarán los siguientes datos: una semana posee 60 horas laborales en la jornada diurna, incluyendo horas extra, y un mes posee 4,25 semanas.

- Ecuación de horas-hombre disponibles mensualmente con horas extra

$$\text{Hrs. hombre disp. mensual con hrs. extra} = \frac{60 \text{ horas}}{\text{semana}} * \frac{4,25 \text{ semanas}}{\text{mes}} * \text{No. de operarios}$$

Ecuación 25

Se calculan para el Pan A como se muestra a continuación:

$$\text{Hrs. hombre disponibles mensual} = \frac{60 \text{ horas}}{\text{semana}} * \frac{4,25 \text{ semanas}}{\text{mes}} * 4 \text{ operarios}$$

$$\text{Hrs. hombre disponibles mensual} = 102 \text{ Horas hombre/mes}$$

En el Pan A hay 102 horas hombre disponibles al mes, incluyendo horas extra para la línea de producción.

- Porcentaje de balance de línea

Se establece para cada producto en la iteración 1 en el indicador porcentaje de balance de línea. Para el Pan A es de 74,62 %, como se muestra en la tabla XXIX.

- Costo unitario

Se establece para cada producto en la iteración 1 en el indicador costo de mano de obra por unidad. Para el Pan A es de Q48,73 por unidad, como se muestra en la tabla XXIX.

A continuación se detallan todos los indicadores antes calculados para el Pan A y los otros seis productos de la línea.

Tabla XXXIII. Situación actual de la línea de panificado

Actual									
Producto	Volumen de producción mensual (bandejas)	Cantidad de operarios	Productividad (bandeja/hr)	Horas de producción mensual	Horas-hombre de producción mensual	Horas-hombre disponibles (mensual)	Horas-hombre disponibles (mensual con hr. extra)	% de balance de línea	Costo unitario (Q/ud)
Pan A	233	4	42,46	5,49	21,95	74,80	102,0	74,62 %	Q 48,73
Pan B	600	5	57,87	10,37	51,87	93,50	127,5	64,23 %	Q 44,70
Pan C	23	5	36,95	0,61	3,06	93,50	127,5	42,82 %	Q 70,00
Pan D	6	6	77,65	0,07	0,43	112,20	153,0	62,90 %	Q 39,90
Pan E	111	4	92,07	1,20	4,80	74,80	102,0	58,15 %	Q 22,45
Pan F	23	6	42,34	0,54	3,26	112,20	153,0	54,57 %	Q 73,31
Pan G	100	5	57,19	1,75	8,77	93,50	127,5	51,85 %	Q 45,19

Fuente: elaboración propia, mediante análisis de productos.

En la siguiente tabla se detallan los indicadores para la línea de batidos de la planta.

Tabla XXXIV. **Situación actual de la línea de batidos**

Actual									
Producto	Volumen de producción mensual (bandejas)	Cantidad de operarios	Productividad (bandeja/hr)	Horas de producción mensual	Horas-hombre de producción mensual	Horas-hombre disponibles (mensual)	Horas-hombre disponibles (mensual con hr. extra)	% de balance de línea	Costo unitario (Q/ud)
Biscocho Q	99	5	13,33	7,43	37,14	935,0	1275	69 %	Q 4,07
Biscocho W	351	5	12,23	28,69	143,46	935,0	1275	84 %	Q 4,45
Biscocho E	876	5	10,05	87,17	435,85	935,0	1275	73 %	Q 5,40
Biscocho R	169	5	10,86	15,58	77,89	935,0	1275	51 %	Q 5,03
Biscocho T	904	5	33,09	27,31	136,57	935,0	1275	59 %	Q 1,64

Fuente: elaboración propia, mediante análisis de productos.

En la siguiente tabla se detallan los indicadores para la línea de decorado de la planta.

Tabla XXXV. **Situación actual de la línea de decorado**

Actual									
Producto	Volumen de producción mensual (bandejas)	Cantidad de operarios	Productividad (bandeja/hr)	Horas de producción mensual	Horas-hombre de producción mensual	Horas-hombre disponibles (mensual)	Horas hombre disponibles (mensual con hr. extra)	% de balance de línea	Costo unitario (Q/ud)
Pastel M	4880	4	184	27	106	935	1020	53 %	Q 0,35
Pastel N	3581	4	96	37	149	748	1020	70 %	Q 0,66
Pastel O	808	4	20	41	163	748	1020	49 %	Q 3,21
Pastel P	1022	7	175	6	41	1309	1785	40 %	Q 0,64
Pastel Q	2610	6	19	135	812	1122	1530	39 %	Q 4,96
Pastel R	990	7	47	21	148	1309	1785	57 %	Q 2,38
Pastel S	1160	4	177	7	26	748	1020	49 %	Q 0,36
Pastel T	1505	3	113	13	40	561	765	70 %	Q 0,42
Pastel U	507	6	93	5	33	1122	1530	63 %	Q 1,03

Fuente: elaboración propia, mediante análisis de productos.

2.5. Propuestas de mejoras

A continuación se describen todos los planes y propuestas de mejora del presente capítulo.

2.5.1. Indicadores actuales del área administrativa

Los indicadores de la empresa poseen aspectos en los cuales pueden mejorar. Por esta razón se desarrolla una propuesta de mejora para optimizar las actividades de la empresa. Los indicadores actuales de evaluación para el área administrativa se encuentran descritos en el inciso 2.2.

2.5.1.1. Indicador TDOC

- Área del estudio: bodega de producto terminado
- Mejora

La factura que constata la compra del cliente es remitida al centro de distribución que está a 4 minutos de distancia caminando hasta la planta de repostería, lugar donde se despacha el pedido dando un valor actual de 19,9 minutos.

El tiempo que tarda el cliente en recorrer esa distancia con la factura se puede ahorrar enviando la compra *online* a la planta y comenzando a despachar instantáneamente. Si el cliente afirma que recogerá inmediatamente el pedido, esto permite dar un mejor servicio y no tener tiempos ociosos en el despacho de ventas.

El tiempo estimado de mejora es de 3 a 5 minutos, obteniendo un promedio de viaje de 19,9 minutos con una unidad de tolerancia.

- Porcentaje de mejora
 - Porcentaje de mejora de Indicadores

$$\% \text{ de mejora} = \left(1 - \frac{\text{Valor proyectado}}{\text{valor actual}}\right) * 100 \%$$

Ecuación 26

Para el indicador tiempo de despacho de órdenes de compra se calcula el % de mejora de indicadores:

$$\% \text{ de mejora}_{TDOC} = \left(1 - \frac{14,9}{19,9}\right) * 100 \%$$

$$\% \text{ de mejora}_{TDOC} = 25,1 \%$$

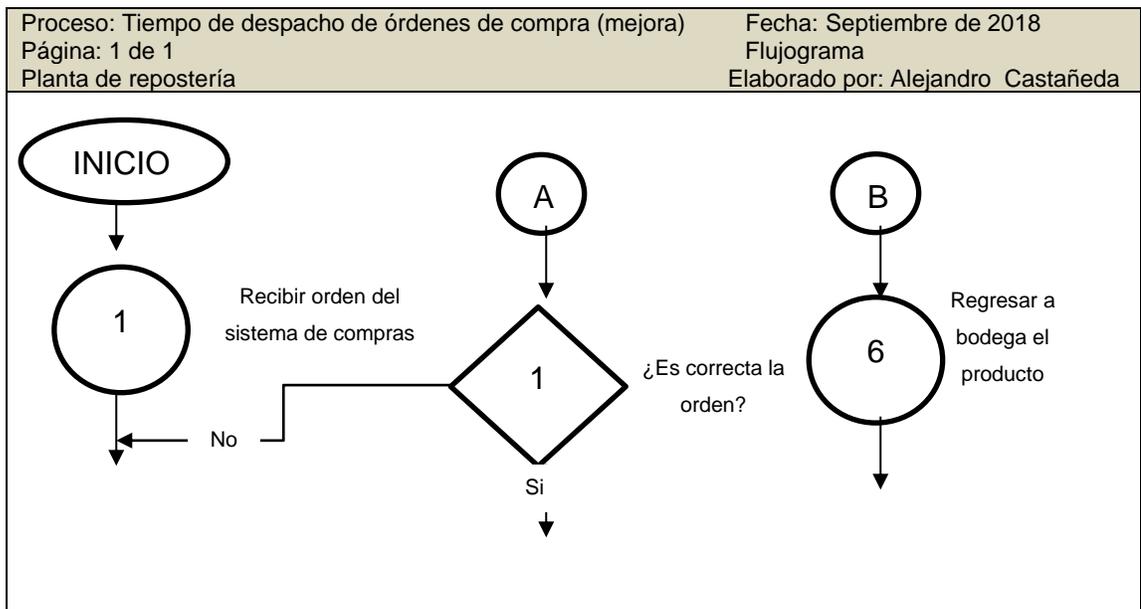
- Formato para la toma de datos:

Tabla XXXVII. Pasos de tiempo de lavado de javas

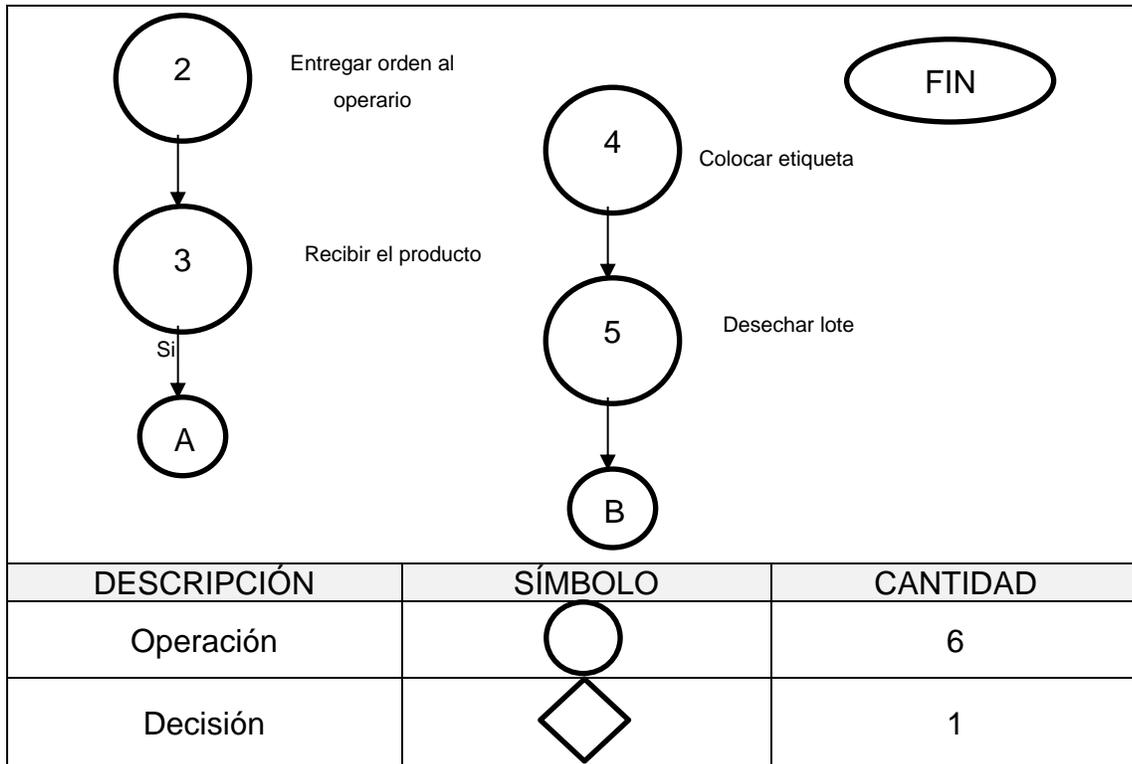
Tiempo de despacho de órdenes de compra		
Bodega		
No.	Pasos	Encargado
1	Recibir orden de compra desde el sistema de ventas.	Auxiliar de bodega
2	Entregar orden al operario de bodega.	Auxiliar de bodega
3	Recibir el producto.	Auxiliar de bodega
4	Verificar que la orden esté correcta, si lo está continuar al paso 5, de lo contrario regresársela al operario de bodega.	Auxiliar de bodega
5	Despachar producto.	Auxiliar de bodega
6	Sellar orden de compra.	Auxiliar de bodega
7	Entregar orden sellada y producto al cliente.	Auxiliar de bodega

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Flujograma de tiempo de despacho de órdenes de compra



Continuación de la figura 18.



Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resumen:

A continuación se detalla el resumen del indicador con su respectiva propuesta de mejora.

Tabla XXXVIII. **Resumen de indicador tiempo de despacho de órdenes de compra**

Nombre del indicador (Símbolo)	Valor actual min/orden	Propuesta de mejora	Mejora (min)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
<i>TDPOC</i>	19,9	Enviar orden de compra desde el centro de distribución para ahorrar el tiempo en que la factura llega a la bodega.	3-5	(14,9-16,9)	25,1 %

Fuente: elaboración propia, mediante obtención de resultados.

Se realizan las propuestas para mejorar el indicador en un 25,1 % y que el tiempo de entrega de la orden de despacho disminuya, como se muestra en la tabla XXXVIII.

2.5.1.2. Indicador CPEV

- Área del estudio: bodega de producto terminado
- Mejora

La extensión de vida normalmente refleja una falta de control de parte del pronóstico en compras de materia prima y también cambios no establecidos en el plan de producción. Estos cambios provocan que las materias primas que se pronosticaron para usar en su tiempo de vida útil no sean utilizadas.

Se deben programar mejor los planes de producción y adquisición de materias primas, tomando como referencia los pronósticos con base en datos históricos de demandas de productos.

Otra propuesta para mejorar el índice de extensión de vida es alargar la vida útil de las materias primas, utilizándolas en el proceso de producción para que la caducidad del producto terminado sea la nueva vida de las materias primas.

- Porcentaje de mejora

Calculando el porcentaje de mejora en el indicador cantidad de productos con extensión de vida, se establece el porcentaje de mejora del indicador como se muestra en la ecuación 26:

$$\%de\ mejora = \left(1 - \frac{Valor\ proyectado}{valor\ actual}\right) * 100\ %$$

$$\%de\ mejora_{CPEV} = \left(1 - \frac{0}{3}\right) * 100\ %$$

$$\%de\ mejora = 100\ %$$

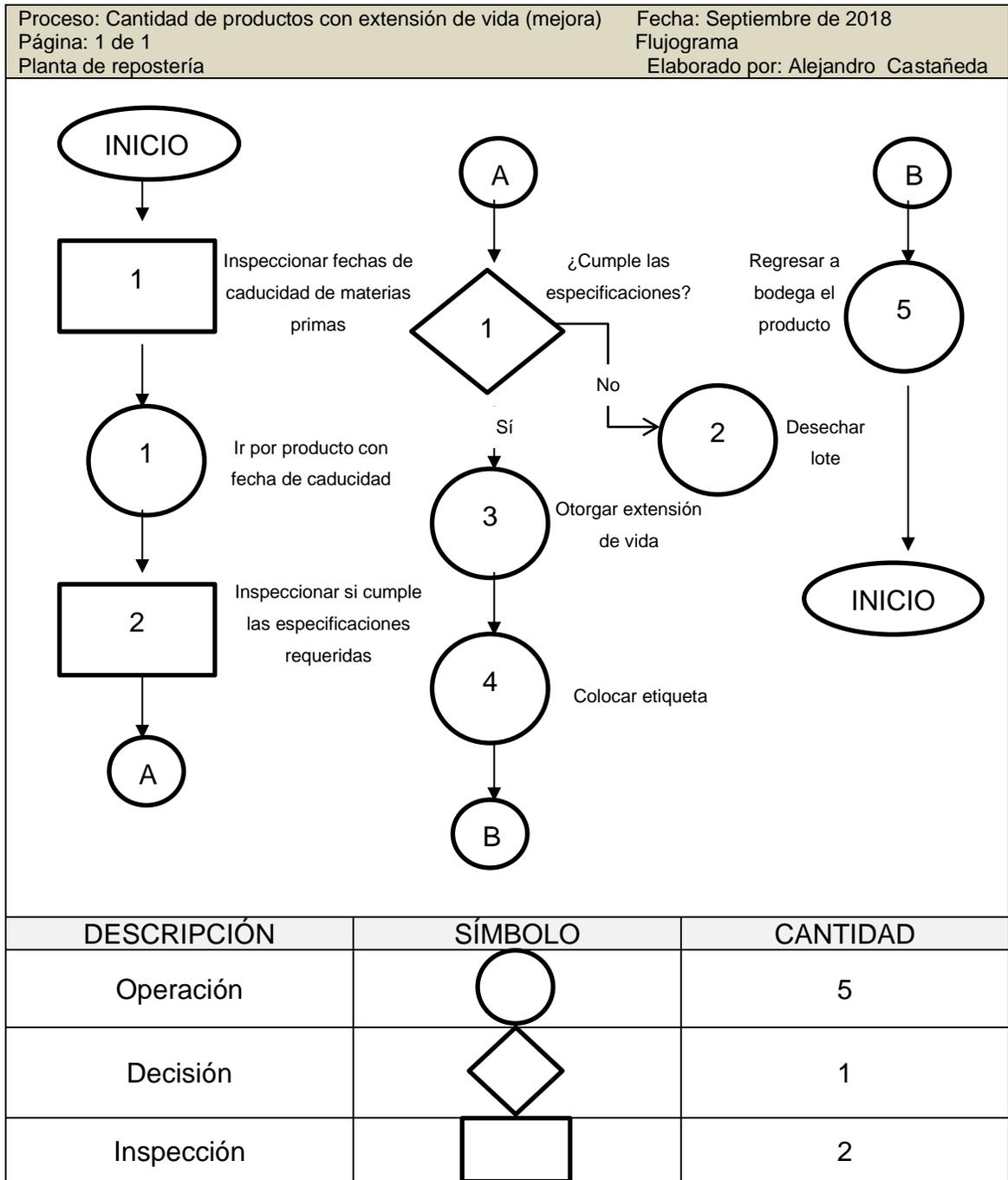
- Diagrama de procesos

Tabla XXXIX. **Pasos de cantidad de productos con extensión de vida**

Cantidad de productos con extensión de vida		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Inspeccionar fechas de caducidad de materias primas antes del proceso.	Auxiliar de control de calidad
2	Ir por producto con fecha de caducidad del día.	Auxiliar de control de calidad
3	Inspeccionar si cumple con las especificaciones requeridas.	Supervisor
4	Si cumple las especificaciones extender la fecha de caducidad, de lo contrario, desechar el lote.	Supervisor
5	Colocar etiquetado.	Supervisor
6	Regresar a bodega.	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Flujograma de cantidad de productos con extensión de vida**



Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resultados:

A continuación se detalla el resumen del indicador con su respectiva propuesta de mejora.

Tabla XL. **Resumen de indicador cantidad de productos con extensión de vida**

Nombre del indicador (Símbolo)	Valor actual (Cant.)	Propuesta de mejora	Mejora (Cant.)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
<i>CPEV</i>	3	Utilizar pronósticos históricos de producción para hacer el plan de producción y adquisición de materias primas. Llevar control de las materias primas para ver su vida útil y poder utilizarlas en producción antes de necesitar una extensión de vida.	3	0	100 %

Fuente: elaboración propia mediante obtención de resultados.

Se realizan las propuestas para mejorar el indicador en un 100 % como se muestra en la tabla XL.

2.5.1.3. Indicador TLJ

- Área del estudio: departamento de sanitización
- Mejora

Las jvas son indispensables en el proceso de todos los productos, por eso se debe reducir el tiempo que pasan en sanitización para aumentar la

eficiencia del proceso. Es necesario impedir que la falta de jvas limpias se convierta en un cuello de botella durante cualquier proceso.

Se propone cambiar la tarea de un encargado de sanitización y reemplazarla por la de colocar las jvas luego de ser lavadas. Con este cambio de tarea se consigue que el operario no pierda tiempo en colocación y transporte.

- Porcentaje de mejora

El estimado para colocar las jvas es de 0,77 minuto por java, lo que da un valor proyectado para el lavado de jvas, calculando el porcentaje de mejora en el indicador mediante la ecuación de la ecuación 26:

$$\text{porcentaje de mejora}_{TLJ} = \left(1 - \frac{\text{Valor proyectado}}{\text{valor actual}}\right) * 100 \%$$

$$\text{porcentaje de mejora}_{TLJ} = \left(1 - \frac{0,72}{0,77}\right) * 100 \%$$

$$\text{porcentaje de mejora}_{TLJ} = 6,5 \%$$

- Formato

A continuación se observa el formato creado para la toma de datos del indicador:

- Diagrama de procesos

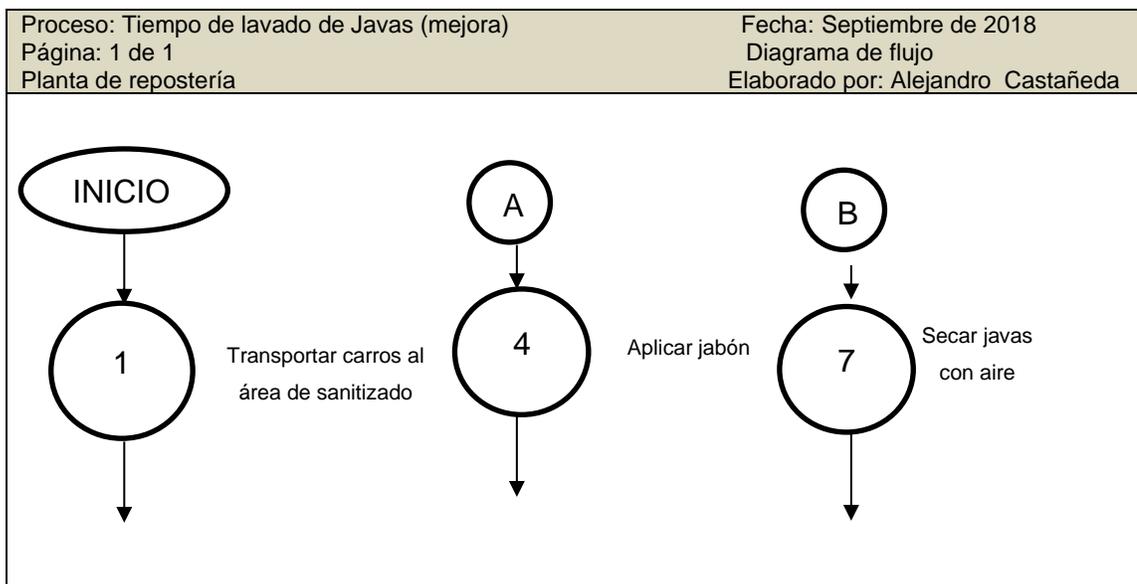
Se muestra a continuación:

Tabla XLII. Pasos de tiempo de lavado de jvas

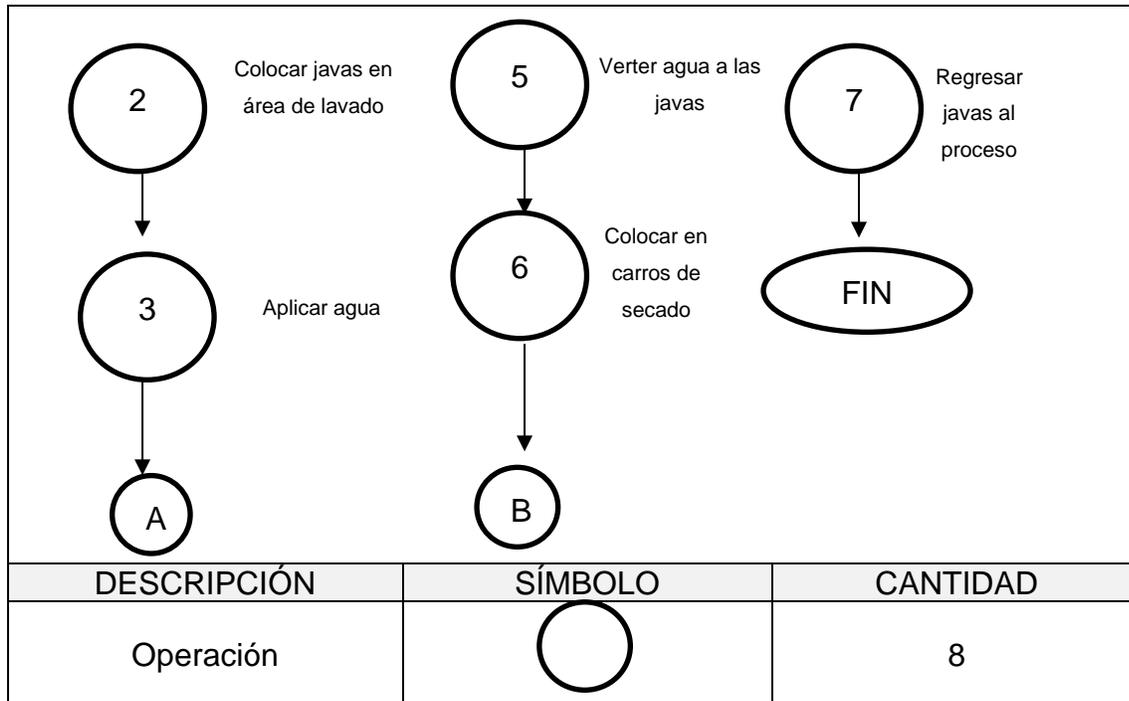
Tiempo de lavado de jvas		
Departamento de sanitización		
No.	Pasos	Encargado
1	Recoger los carros llenos de jvas usadas en producción.	Auxiliar de sanitizado
2	Colocar jvas en área de lavado.	Auxiliar de sanitizado
3	Aplicar agua a las jvas.	Auxiliar de sanitizado
4	Aplicar jabón.	Auxiliar de sanitizado
5	Verter agua a las jvas.	Auxiliar de sanitizado
6	Colocar en carros de secado.	Auxiliar de sanitizado
7	Secar jvas con aire.	Auxiliar de sanitizado
8	Regresarlas al proceso.	Auxiliar de sanitizado

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de flujo para el tiempo de lavado de jvas (TLJ)



Continuación de la figura 20.



Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resultados:

A continuación se detalla el resumen del indicador con su respectiva propuesta de mejora:

Tabla XLIII. **Resumen de indicador tiempo de lavado de jvas**

Nombre del indicador (Símbolo)	Valor actual min/java	Propuesta de mejora	Mejora (seg)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
<i>TLJ</i>	0,77	Colocar un segundo encargado de sanitización para colocar jvas y así reducir 5 segundos el lavado por java.	5	0,72 min/java	6,5 %

Fuente: elaboración propia mediante obtención de resultados.

Se realizan las propuestas para mejorar el indicador un 6,5 %, como se muestra en la tabla XLIII.

2.5.1.4. Nuevos indicadores del área administrativa

A continuación se hace la propuesta de nuevos indicadores en áreas y actividades en las cuales no existe un método para medir las problemáticas o las opciones de mejora.

Estos indicadores se realizan mediante la observación y con base en entrevistas no estructuradas con los jefes de las áreas de sanitización, bodega y control de calidad.

2.5.1.4.1. Control de trampas de control de plagas revisadas (CTCPR)

- Cálculo de indicador

Este se calcula contabilizando las trampas que posee la empresa y se encuentran en buen estado:

- Ecuación para calcular las trampas revisadas:

$$CTCPR = \# \text{ Trampas en buen estado}$$

Ecuación 27

Con este indicador se logra establecer si los objetivos de control de plagas se cumplen al tener las trampas al día y en buen estado para funcionar.

- Formato

A continuación se presenta el formato creado para la recopilación de datos necesarios para calcular el indicador:

- Diagrama de flujo

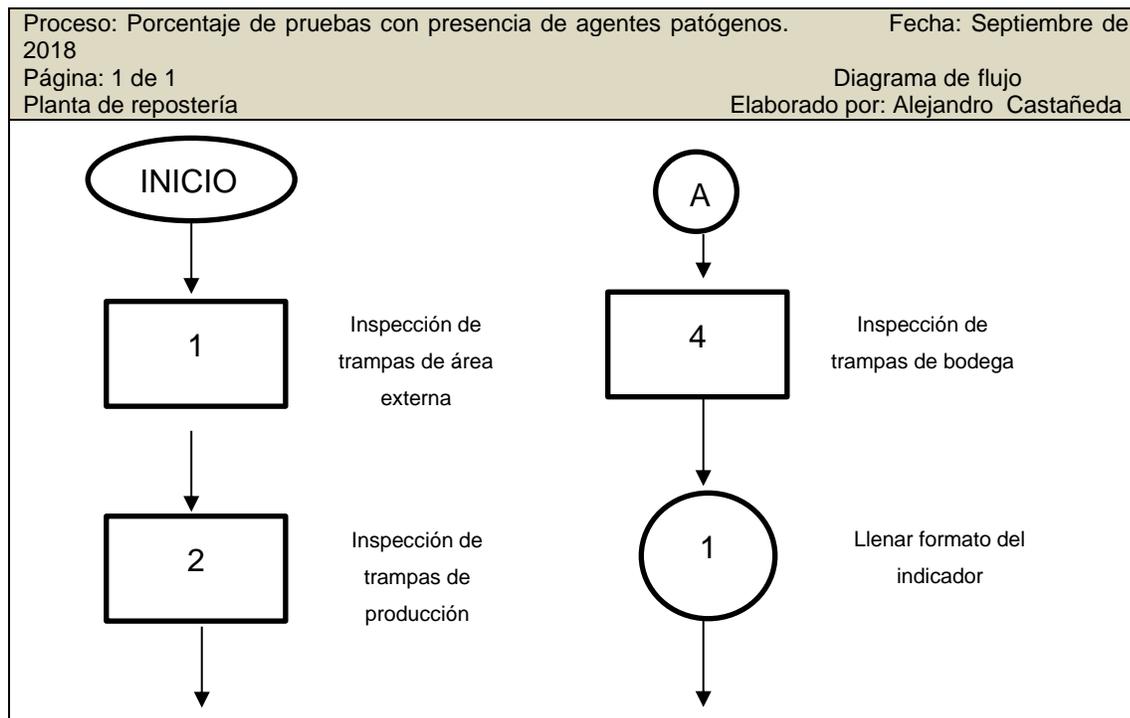
A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Tabla XLV. Pasos de tiempo de lavado de jvas

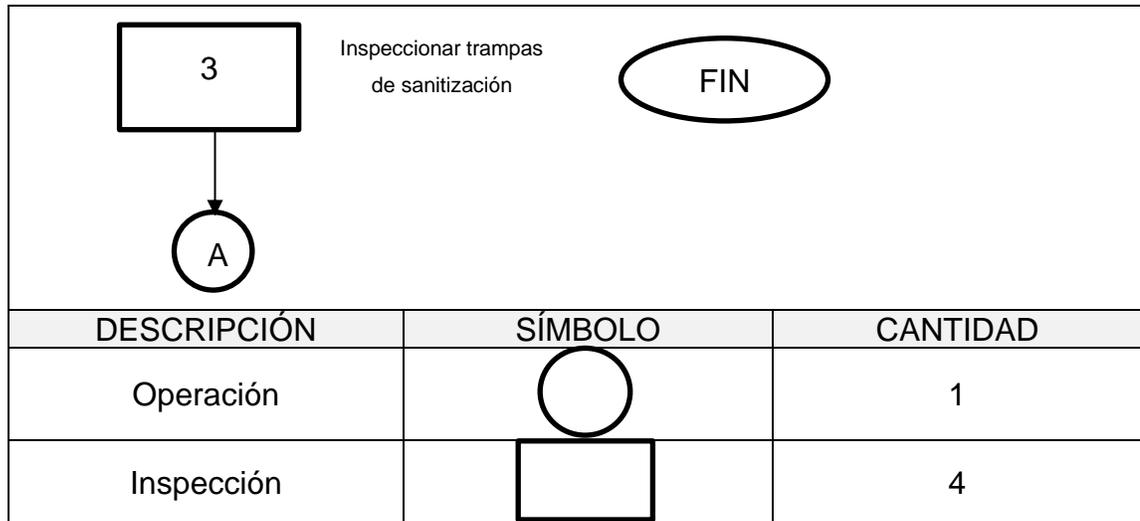
Trampas de control de plagas		
Departamento de sanitización		
No.	Pasos	Encargado
1	Revisar trampas del área externa de la planta.	Auxiliar de sanitizado
2	Revisar trampas del área de producción.	Auxiliar de sanitizado
3	Revisar trampas del área de sanitización.	Auxiliar de sanitizado
4	Revisar plantas del área de bodega.	Auxiliar de sanitizado
5	Llenar el formato de toma de datos del indicador.	Auxiliar de sanitizado

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de flujo del indicador CTCPR



Continuación de la figura 21.



Fuente: elaboración propia.

2.5.1.5. Tiempo de desarrollo de productos (TDP)

- Cálculo del indicador

El indicador se mide tomando el tiempo por cada producto en desarrollo, desde el momento de ingreso de solicitud hasta el momento que se obtiene el producto deseado.

- Ecuación para desarrollar un producto nuevo

$$TDP = \frac{1}{\text{Fecha de desarrollo} - \text{Fecha de ingreso de solicitud}}$$

Ecuación 28

Lo que se obtiene al calcular este indicador es el tiempo con el cual el departamento de desarrollo está cumpliendo con la demanda de los clientes que exigen productos nuevos.

- Formato

En la siguiente página se presenta el formato creado para la recopilación de datos necesarios para calcular el indicador:

- Diagrama de flujo

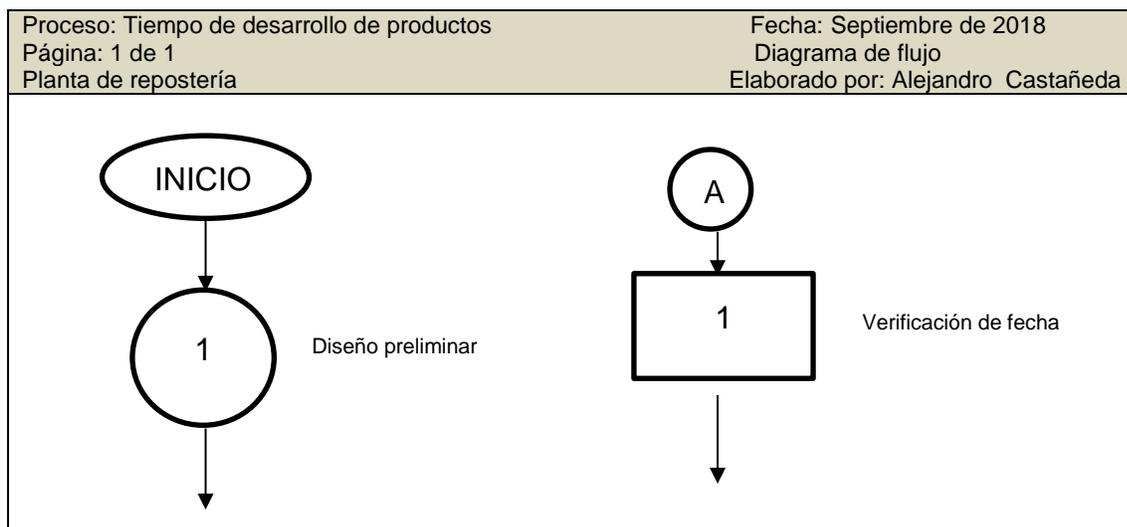
Tabla XLVII. Pasos de tiempo de desarrollo de productos

Tiempo de desarrollo de productos		
Departamento de producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Diseño preliminar del producto.	Desarrollador de productos
2	Determinar la fecha para el desarrollo del producto.	Desarrollador de productos
3	Desarrollar producto.	Desarrollador de productos
4	Verificar que se cumpla la fecha estipulada en el diseño preliminar.	Desarrollador de productos
5	Llenar formato para la obtención del indicador.	Supervisor

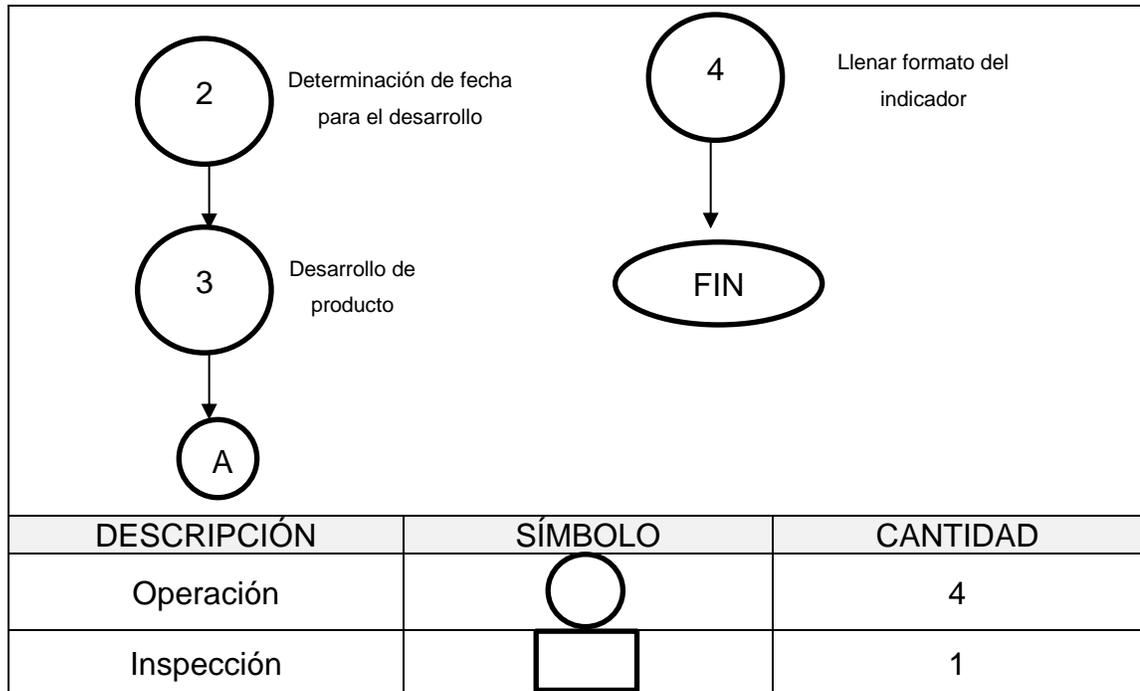
Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Figura 22. Diagrama de flujo del indicador TDP



Continuación de la figura 22.



Fuente: elaboración propia.

2.5.1.6. Cantidad de accidentes en planta (CAP)

- Cálculo

Se registran y se suman todos los accidentes sufridos en la planta, esto dividido por un mes:

- Ecuación para calcular la cantidad de accidentes al mes:

$$CAP = \sum \text{accidentes registrados en planta/mes}$$

Ecuación 29

- Diagrama de flujo

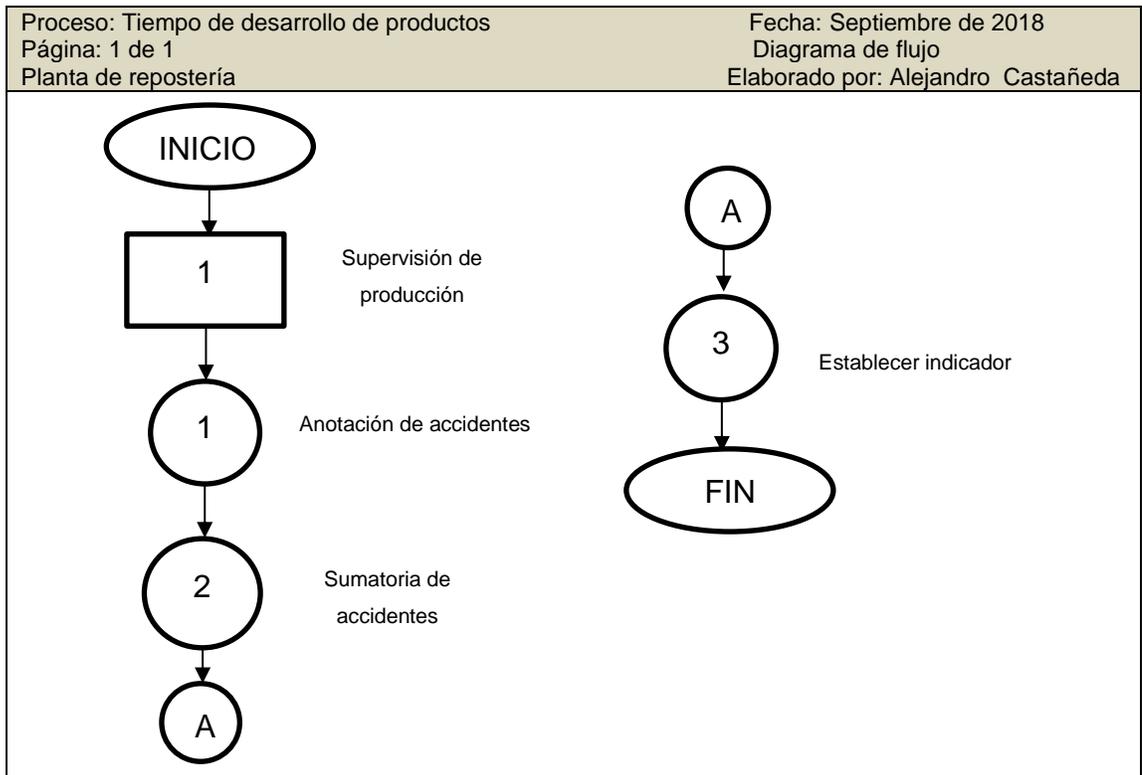
A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador.

Tabla XLIX. **Pasos de cantidad de accidentes en planta**

Cantidad de accidentes en planta		
Departamento de producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Supervisar diariamente el área de producción.	Supervisor
2	Anotar cada accidente presentado en la planta.	Supervisor
3	Sumar el total de accidentes en el mes.	Supervisor
4	Establecer indicador.	Supervisor

Fuente: elaboración propia

Figura 23. **Diagrama de flujo del indicador CAP**



Continuación de la figura 23.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación		4
Inspección		1

Fuente: elaboración propia.

2.5.1.7. Revisión de luminarias (RL)

- Cálculo

Se calcula contabilizando las luminarias que se encuentren en buen estado dentro de la planta.

- Ecuación para calcular las luminarias en buen estado en un periodo de tiempo

$$RL = \# \text{ de luminarias en buen estado/mes}$$

Ecuación 30

Este indicador permite prevenir cualquier fallo en las luminarias de las distintas áreas de trabajo.

- Formato

A continuación se presenta el formato creado para la recopilación de datos necesarios para calcular el indicador:

- Diagrama de flujo

Se muestra a continuación:

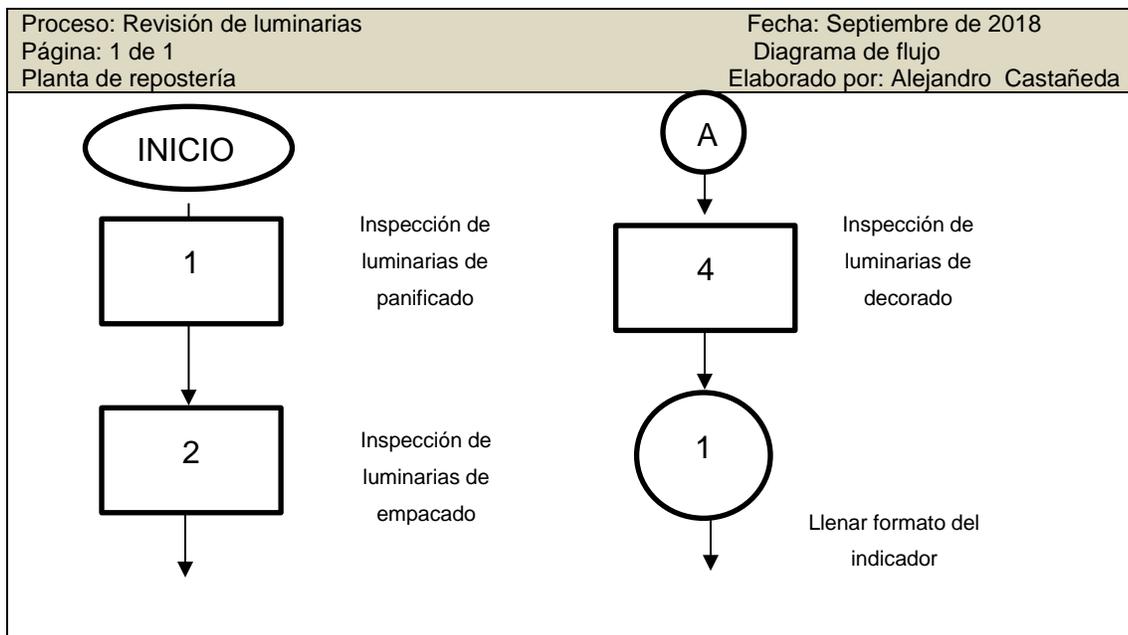
Tabla LI. **Pasos de revisión de luminarias**

Revisión de luminarias		
Departamento de producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Revisar luminarias del área de panificado.	Supervisor
2	Revisar luminarias del área de empackado.	Supervisor
3	Revisar luminarias del área de batidos.	Supervisor
4	Revisar luminarias del área de decorado.	Supervisor
5	Llenar datos del formulario para calcular el indicador.	Supervisor

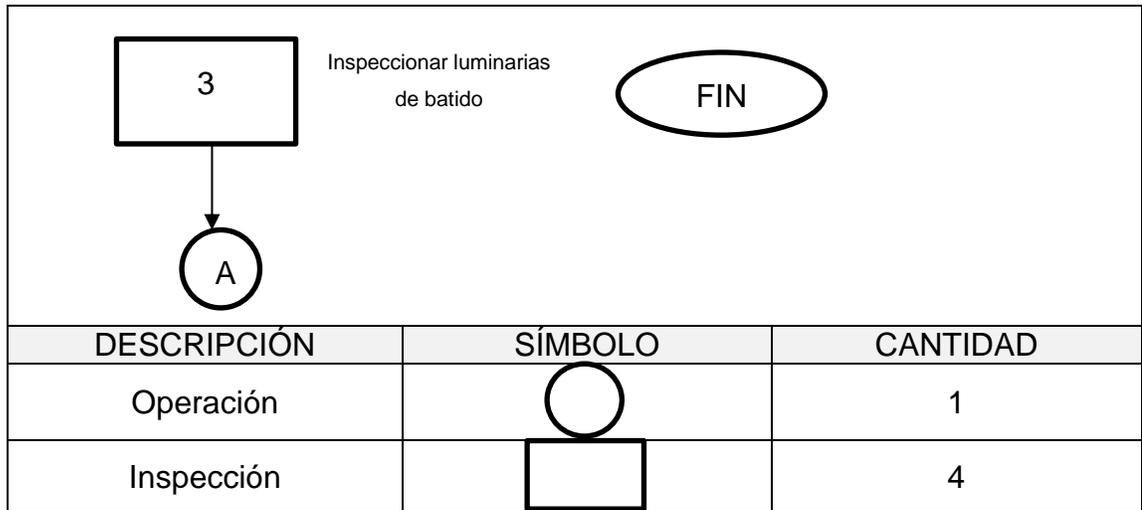
Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador.

Figura 24. **Diagrama de flujo del indicador RL**



Continuación de la figura 24.



Fuente: elaboración propia.

2.5.1.8. Comparación de inventario en sistema con el inventario físico (CISIF)

- Cálculo

Este se calcula restando el inventario en el sistema al inventario que se encuentra en bodega.

- Ecuación para comparar el inventario efectivo vs el teórico:

$$CISIF = \text{Inventario en sistema} - \text{Inventario físico}$$

Ecuación 31

El inventario del sistema posee una mayor cantidad de productos que en bodega, debido a dos problemas que deben ser solucionados:

- Primero, la cantidad en el sistema es mayor debido a que se ingresan los productos según las órdenes de producción; sin embargo, no se descuentabilizan los productos no conformes, los cuales no llegan a bodega por ser no conformes.
- Segundo, el encargado de bodega no ingresa en ciertas ocasiones todas las órdenes de despacho, por lo que no se hacen a tiempo las rebajas del producto en el sistema, pero sí en el inventario real.

Estos problemas traen como consecuencia que no se tenga un número real del inventario y se cuente con producto que ya no existe en bodega. Por eso este índice ayudará a controlar de manera semanal el movimiento de inventarios en tiempo real y tomar las medidas con el encargado de bodega.

- Formato

A continuación se presenta el formato creado para la recopilación de datos necesarios para calcular el indicador:

- Diagrama de flujo

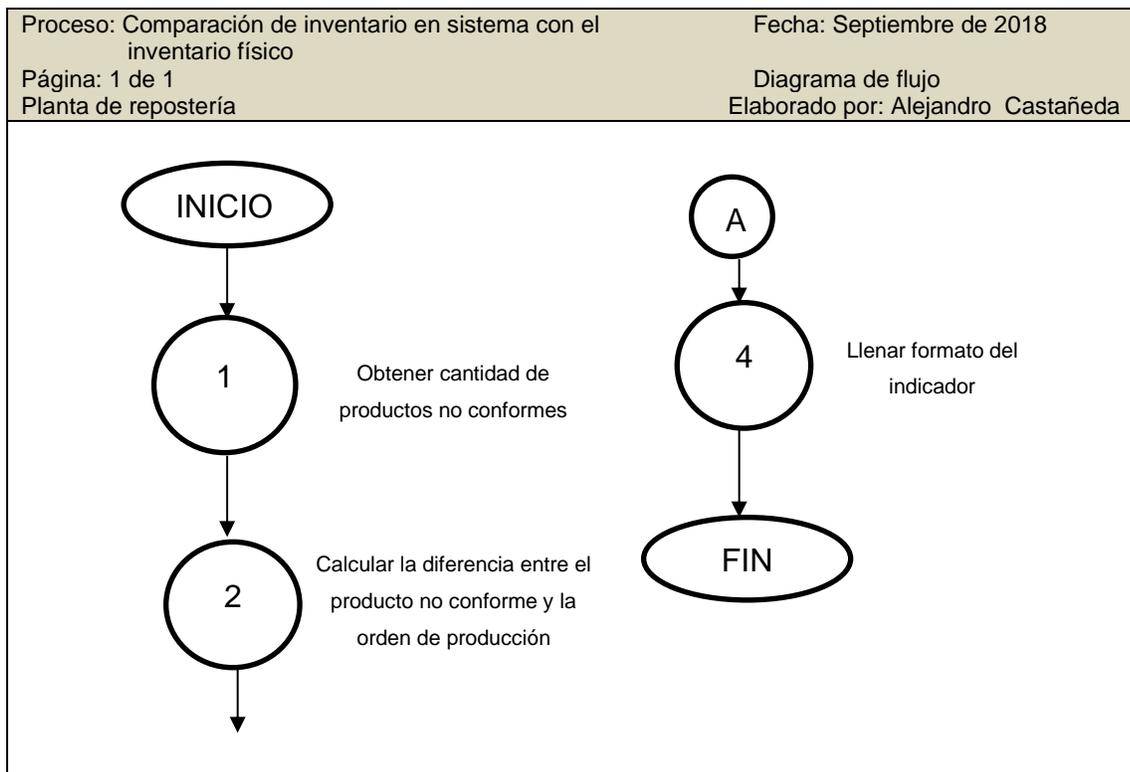
A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Tabla LIII. **Pasos de comparación de inventarios**

Comparación de inventarios		
Departamento de producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Obtener el dato de los productos no conformes.	Supervisor
2	Restar el producto no conforme de la orden de producción.	Supervisor
3	Ingresa al sistema el dato correcto de producto terminado.	Supervisor
4	Llenar datos en el formato para calcular el indicador.	Supervisor

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Diagrama de flujo del indicador CISIF**



Continuación de la figura 35.



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Indicadores actuales del área productiva

Al igual que los indicadores administrativos, también los de área productiva poseen aspectos que pueden ser mejorados y otros donde se pueden implementar nuevos indicadores, por lo cual se detallan a continuación. Los indicadores actuales de evaluación para el área productiva se encuentran descritos en el inciso 2.3.

2.5.2.1. Indicador PPNC

- Área del estudio: producción
- Propuesta de mejora

Este indicador propone medidas de mejora en el control de la producción, incrementando los puestos de verificación durante el proceso, porque al carecer

de observación y control se producen alteraciones a los productos con más frecuencia sin saber en qué parte del proceso están dichos errores.

- Cálculo

Se estima que aumentando la verificación en el proceso, el porcentaje de mejora es de 50 % de los productos no conformes establecidos en la página 31.

Así se calcula el porcentaje de mejora para el indicador porcentaje de productos no conformes:

$$\text{Valor proyectado}_{PPNC} = \frac{12,6 \%}{2}$$

$$\text{Valor proyectado}_{PPNC} = 6,3 \%$$

- Formato

Se muestra en la siguiente página:

Tabla LIV. **Formato para la toma de datos del indicador PPNC, porcentaje de productos no conformes (PPNC)**

	<p>Procesos y Productos Alimenticios Planta de Repostería Evaluación de producto terminado</p>
Ilustración del producto	Descripción del producto
	Nombre:
	Código:
	Color:
	Tamaño
	Tiempo en proceso:
	Textura:
	Forma:
	No. <i>batch</i> :
	Fecha de producción:
	Fecha de revisión:
Supervisor de producción. Observaciones del <i>batch</i> .	
Control de calidad	
Observaciones del producto terminado	Motivos de rechazo
F. Control de calidad	F. Producción

Fuente: elaboración propia.

- Flujograma

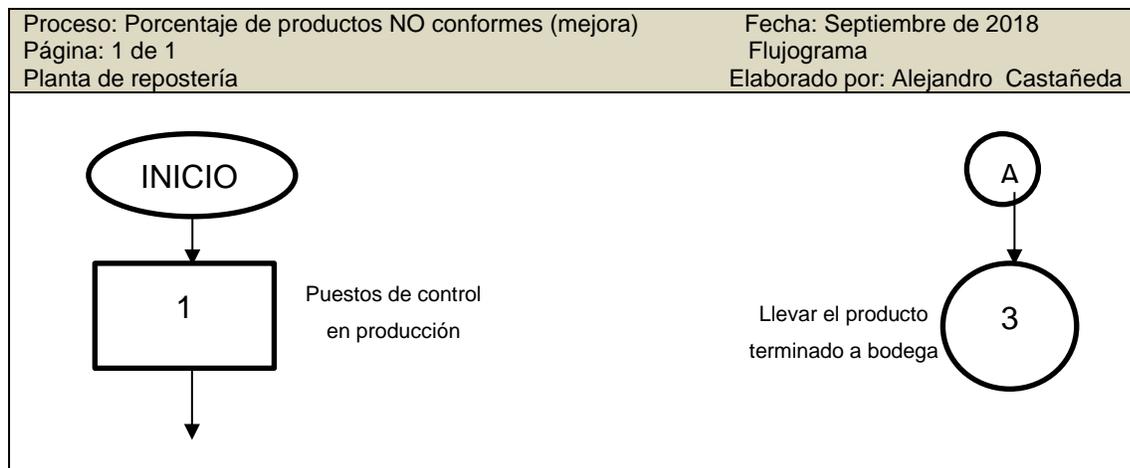
Es el siguiente:

Tabla LV. Pasos de productos no conformes

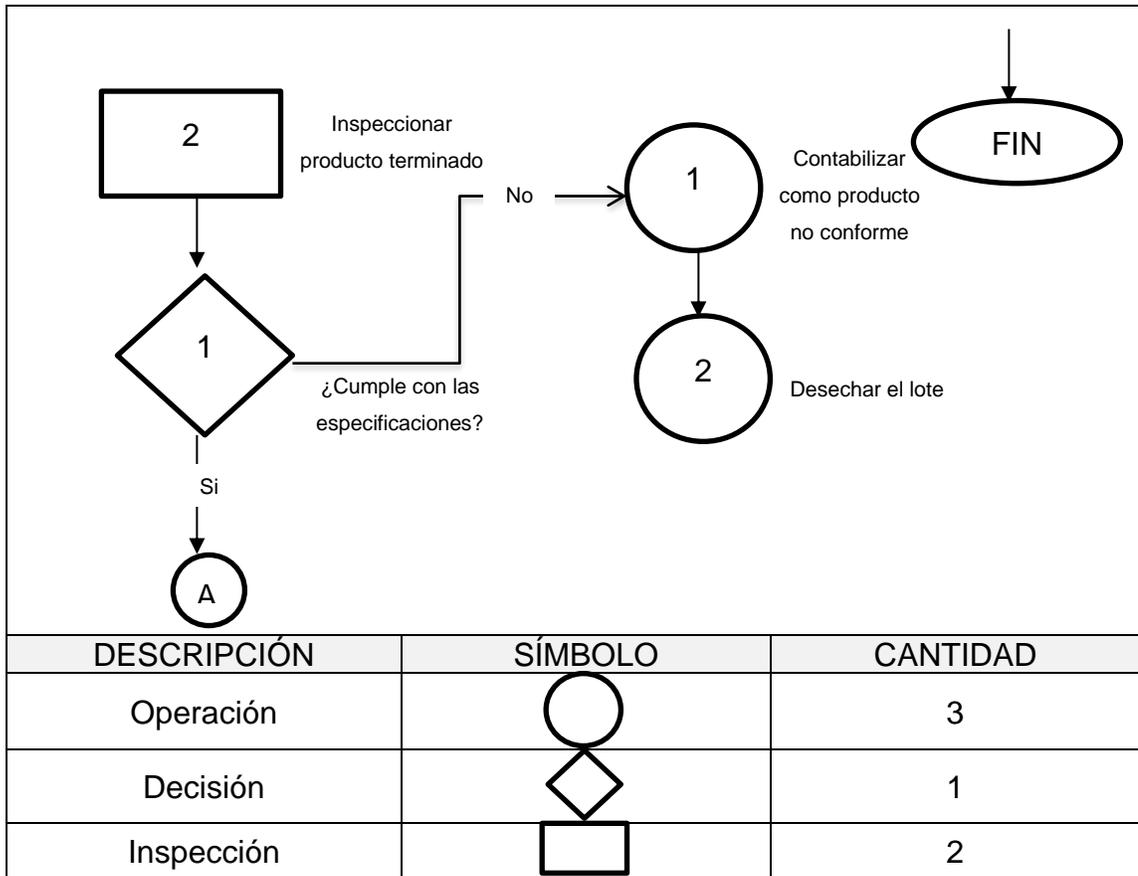
Porcentaje de productos no conformes		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Establecer puntos de control en el proceso de producción para disminuir el producto no conforme.	Jefe de producción
2	Inspeccionar el producto terminado.	Auxiliar de control de calidad
3	Identificar si cumple con las especificaciones.	Auxiliar de control de calidad
4	Si cumple las especificaciones, empacarlo, de lo contrario, contabilizarlo en los productos no conformes y descartarlo.	Auxiliar de control de calidad
5	Llevar el producto terminado a la bodega de producto terminado.	Operario de producción
6	Obtener datos para llenar el formato del indicador	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Flujograma para el porcentaje de productos no conformes (PPNC)



Continuación de la figura 26.



Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resultados

A continuación se detalla el resumen del indicador con su respectiva propuesta de mejora:

Tabla LVI. **Resumen del indicador PPNC, porcentaje de productos no conformes y su propuesta de mejora**

Nombre del indicador (Símbolo)	Producto	Valor actual (cant.)	Propuesta de mejora	Mejora (cant.)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
<i>PPNC</i>	Pan A	12,6 %	Aumentar los puntos de verificación del proceso para evitar errores en la fabricación de los productos más afectados.	315	6,3 %	50 %
	Pan B	15,1 %		73	7,55 %	50 %
	Pan C	3,0 %		54	1,5 %	50 %
	Pan D	6,6 %		27	3,3 %	50 %
	Pastel A	7,2 %		9	3,6 %	50 %
	Pastel B	5,1 %		5	2,55 %	50 %

Fuente: elaboración propia, mediante obtención de resultados.

Se realizan las propuestas para el indicador PPNC para mejorar en un 50 %, como se muestra en la tabla LVI.

2.5.2.2. Indicador MPE

- Área del estudio: bodega de materia prima
- Descripción

Se observa que en la mayoría de productos se cumple al 100 % el indicador, representando un número aceptable para las metas corporativas. Para este caso, solo se mantendrán las medidas de control necesarias para mantener dicho indicador al margen de la aprobación.

- Diagrama

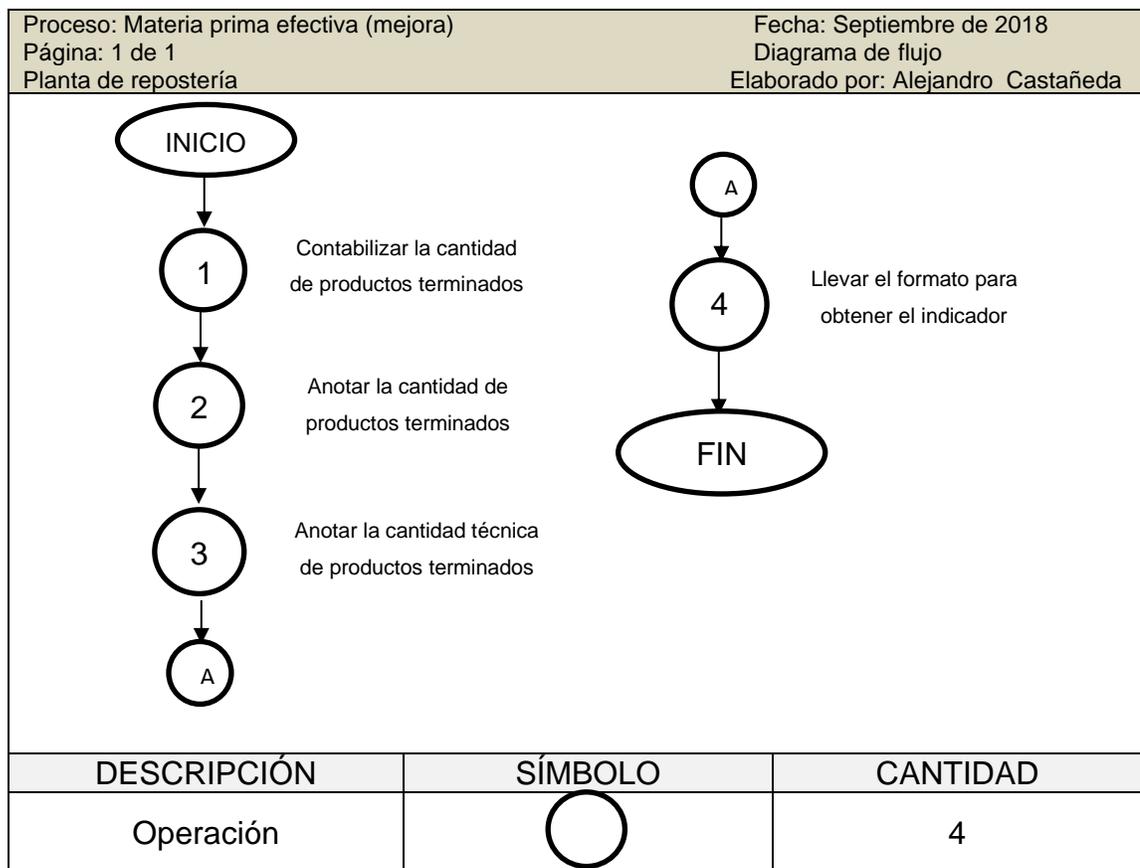
A continuación se presenta el diagrama correspondiente:

Tabla LVII. Pasos de materia prima efectiva

Materia prima efectiva		
Bodega		
No.	Pasos	Encargado
1	Contabilizar la cantidad de productos terminados.	Auxiliar de control de calidad
2	Anotar la cantidad de productos terminados.	Auxiliar de control de calidad
3	Anotar la cantidad teórica de productos terminados, según la orden de compra.	Auxiliar de control de calidad
4	Llenar el formato para obtener el indicador.	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Diagrama de flujo para la materia prima efectiva (MPE)



Fuente: elaboración propia.

- Formato

Es el siguiente:

Tabla LVIII. **Formato para la toma de datos del indicador MPE**



Procesos y Productos Alimenticios
Planta de Repostería
Evaluación de producto terminado

Descripción de materias primas		Descripción de la producción	
Materias primas	Materias primas	Cantidad de producto	Producto
		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
		9	

No. de trampa	Lugar	Estado de la trampa

F. Bodega

F. Producción

Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resultados

A continuación se detalla el resumen del indicador materia prima efectiva y su respectiva propuesta de mejora.

Tabla LIX. **Resumen del indicador materia prima efectiva**

Nombre del indicador (Símbolo)	Valor actual (cant.)	Propuesta de mejora	Mejora (cant.)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
MPE	498	Mantener el control en el indicador MPE para continuar dentro de los parámetros de la empresa.	0	498	N/A

Fuente: elaboración propia mediante obtención de resultados.

Se realizan las propuestas para el indicador MPE como se muestra en la tabla LIX.

2.5.2.3. Indicador PPPAP

- Área del estudio: producción
- Descripción

Mediante la entrevista a las personas de control de calidad, se estableció que era imposible tener un 100 % de control sobre la salubridad en algunos operarios y siempre se tendrán que realizar pruebas constantes para disminuir lo más que se pueda dichos resultados positivos.

- Cálculo

Calculando el porcentaje de mejora en el indicador porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos, se calcula el porcentaje de mejora del indicador como se muestra a continuación, utilizando la ecuación 26:

$$\%de\ mejora_{PPPAP} = \left(1 - \frac{Valor\ proyectado}{valor\ actual}\right) * 100\ %$$

$$\%de\ mejora_{PPPAP} = \left(1 - \frac{1,1}{1,1}\right) * 100\ %$$

$$\%de\ mejora_{PPPAP} = 0\ %$$

- Formato

Se muestra en la siguiente página:

- Diagrama

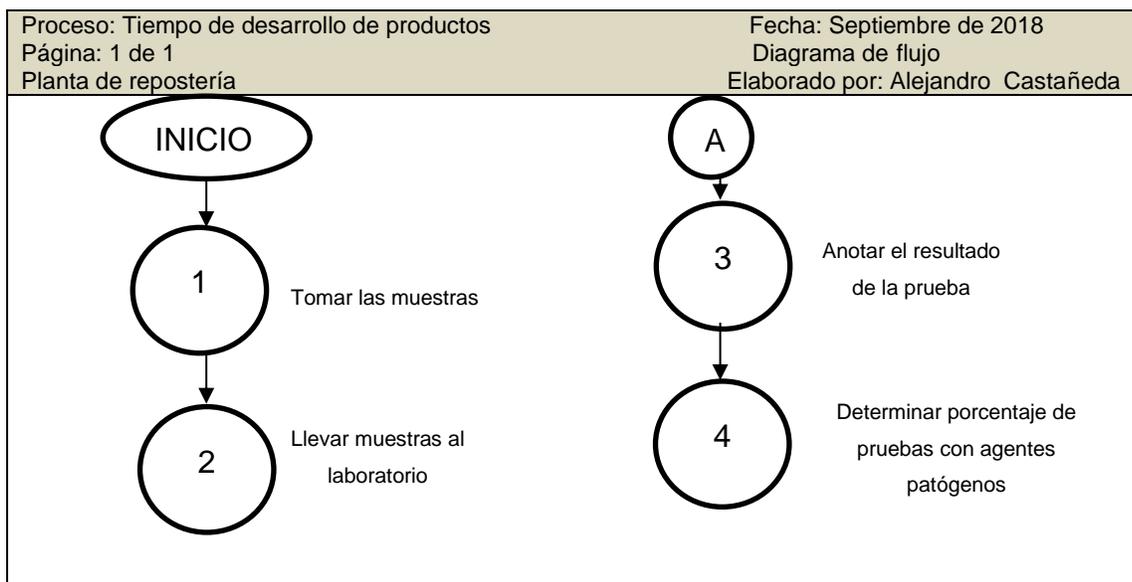
Se basa en los siguientes datos:

Tabla LXI. **Pasos de pruebas con presencia de agentes patógenos**

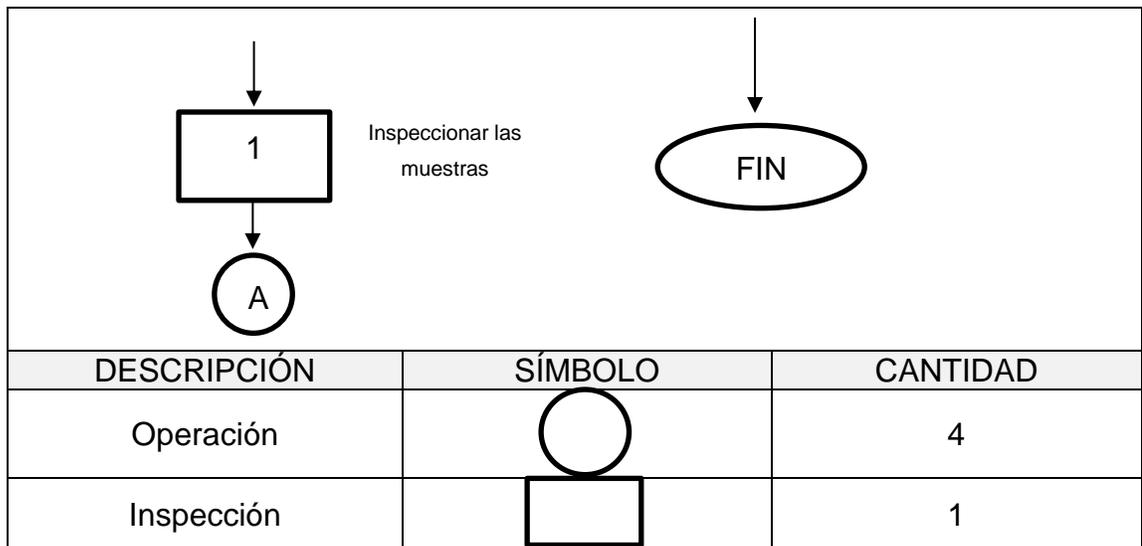
Pruebas con presencia de agentes patógenos		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Tomar muestras en el área estudiada.	Auxiliar de control de calidad
2	Llevar las muestras al laboratorio.	Auxiliar de control de calidad
3	Inspeccionar si la muestra tiene presencia de agentes patógenos.	Auxiliar de control de calidad
4	Si tiene presencia de agentes patógenos anotar resultado positivo, de lo contrario, anotar resultado negativo.	Auxiliar de control de calidad
5	Determinar el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.	Auxiliar de control de calidad

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Diagrama de flujo para el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos (PPPAP)**



Continuación de la figura 28.



Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resultados

A continuación se detalla el resumen del indicador con su respectiva propuesta de mejora:

Tabla LXII. **Resumen de indicador porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos**

Nombre del indicador (Símbolo)	Valor actual (cant.)	Propuesta de mejora	Mejora (cant.)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
PPPAP	1,1 %	Mantener metodología actual para seguir teniendo los resultados satisfactorios que ha mantenido la empresa.	0 %	1,1 %	N/A

Fuente: elaboración propia, mediante obtención de resultados.

Se realizan las mejoras para el indicador PPPAP para mejorarlo en un 1,1 %, como se muestra en la tabla LXII.

2.5.2.4. Indicador PPAPP

- Área del estudio: producción
- Medidas de mejora:

Para este indicador las propuestas se basan en mantener las medidas actuales y en orden.

- Diagrama

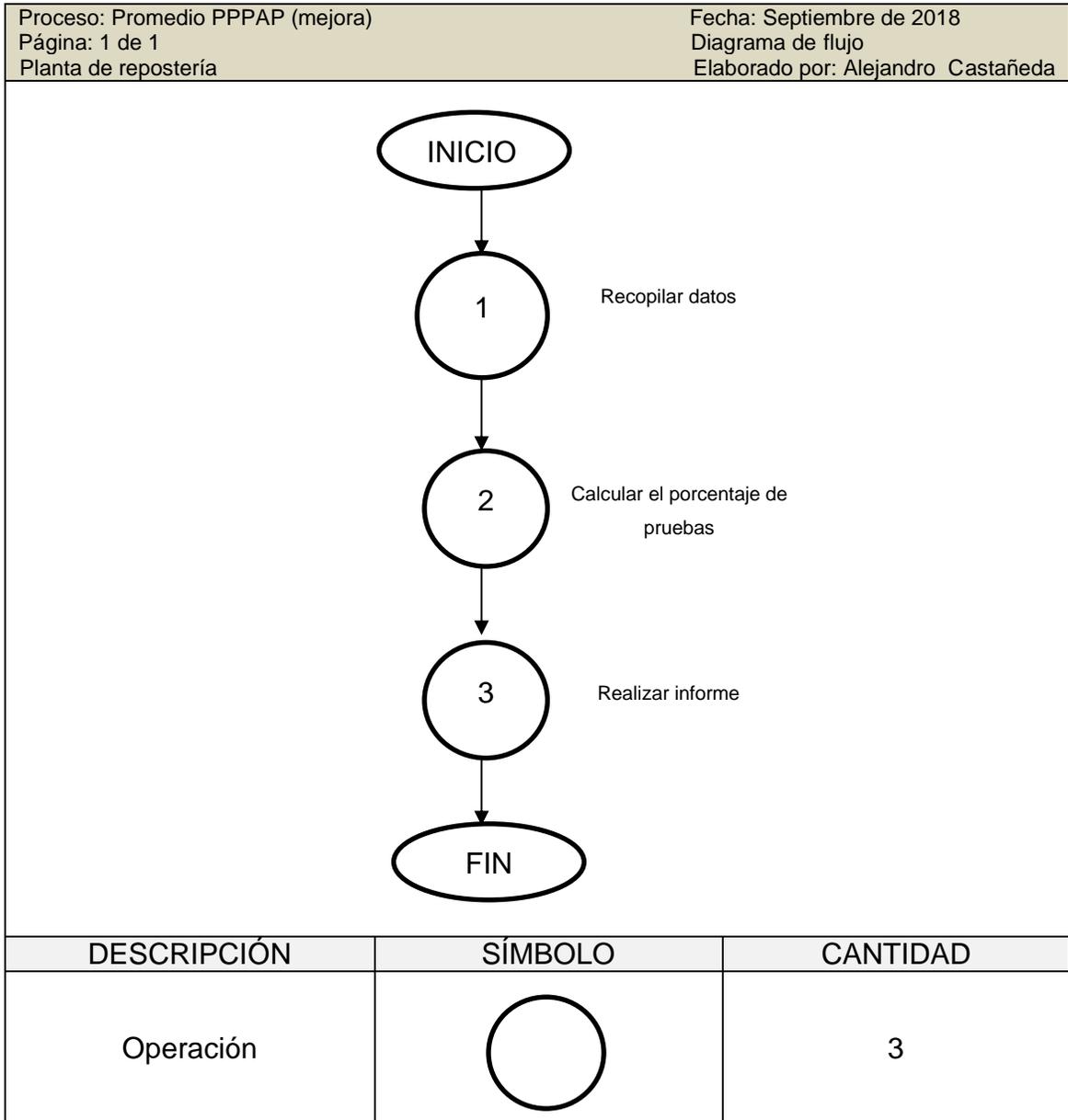
Se observa en la siguiente página:

Tabla LXIII. **Pasos de porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos**

Porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos		
Departamento de control de calidad		
No.	Pasos	Encargado
1	Recopilar los datos.	Supervisor
2	Calcular el porcentaje de pruebas con presencia de agentes patógenos.	Supervisor
3	Realizar informe.	Supervisor
4	Llenar datos para la obtención del indicador.	Supervisor

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Diagrama de flujo para el promedio de porcentajes de agentes patógenos en planta (PPAPP)



Fuente: elaboración propia.

- Tabla de resultados:

A continuación se detalla el resumen del indicador promedio de porcentajes con agentes patógenos en planta y su respectiva propuesta de mejora:

Tabla LXIV. **Resumen del indicador promedio de porcentajes con agentes patógenos en planta**

Nombre del indicador (símbolo)	Valor actual (cant.)	Propuesta de mejora	Mejora (cant.)	Valor proyectado	Porcentaje de mejora
Ppapp	0,55	Mantener el control en el indicador PPPAP ya que no representa un problema para la empresa.	0	0,55	N/A

Fuente: elaboración propia, mediante obtención de resultados.

Se realizan las mejoras para el indicador PPAPP como se muestra en la tabla LXIV.

2.5.2.5. Nuevos indicadores del área productiva

A continuación se hace la propuesta de nuevos indicadores en el área productiva. No existe un método para medir las problemáticas o las opciones de mejora, por lo que solo se detallan los indicadores.

2.5.2.6. Tiempos de refacción (TR)

- Cálculo

Este solo se calcula restando la hora de entrada a la planta, menos la hora de salida a refacción:

- Ecuación para tiempos de refacción

$$TR = \text{Hora de regreso a la planta} - \text{Hora de salida a refaccionar}$$

Ecuación 32

Este indicador ayuda a conocer en qué momento ciertos operarios están disponibles para cubrir otras áreas con más prioridad. En algunos momentos no se conocía dónde se encontraban, porque actualmente no existe un registro de salida y entrada a refacción.

- Formato

A continuación se presenta el formato creado para la recopilación de datos necesarios para calcular el indicador:

- Diagrama de flujo

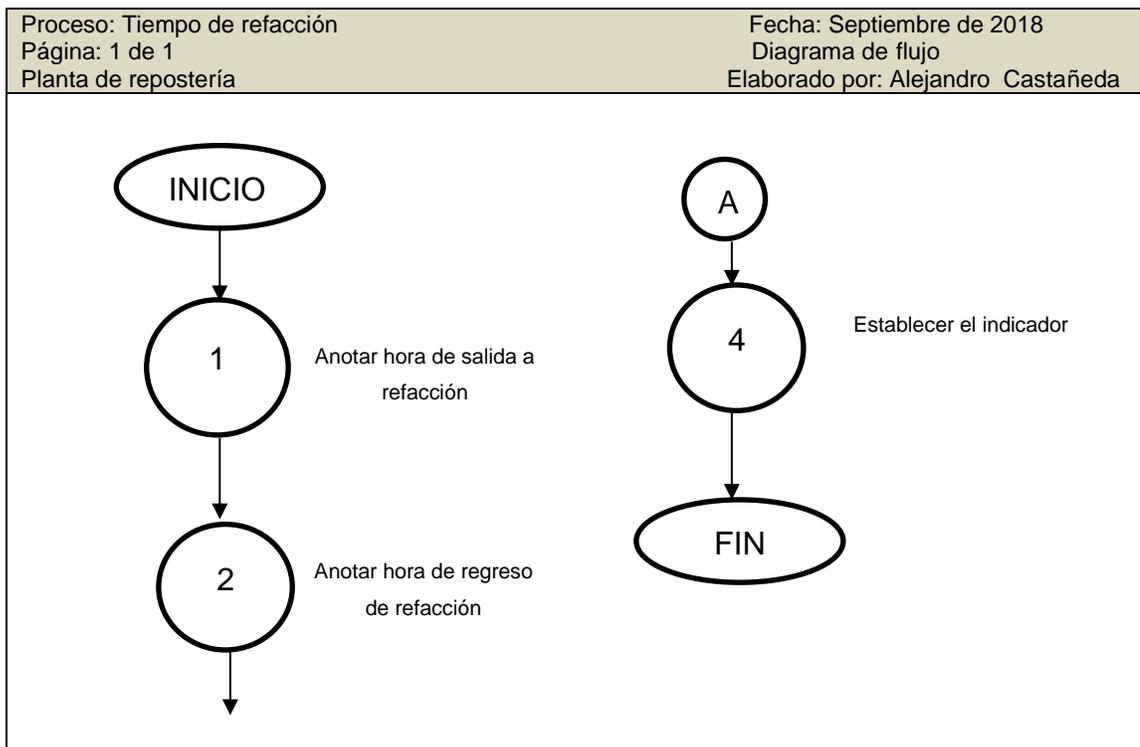
A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Tabla LXVI. Pasos de tiempos de refacción

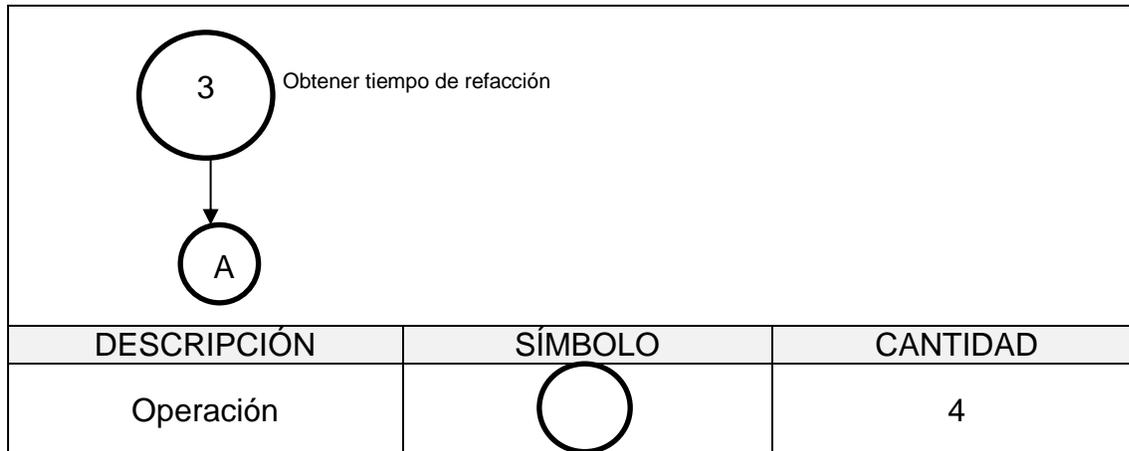
Tiempos de refacción		
Departamento de Producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Anotar la hora de salida a refacción de cada operario.	Supervisor
2	Anotar la hora de regreso de refacción de cada operario.	Supervisor
3	Obtener el tiempo que tardó cada operario en refaccionar.	Supervisor
4	Establecer el indicador.	Supervisor

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Diagrama de flujo del indicador TR



Continuación de la figura 30.



Fuente: elaboración propia

2.5.2.7. Porcentaje del cumplimiento del plan de producción (PCPP)

- Cálculo

Este indicador se obtiene dividiendo la sumatoria de productos terminados que aparecen en el plan de producción entre el total de productos que aparecen en los planes de producción, incluyendo los no realizados.

- Ecuación para el porcentaje del cumplimiento del plan de producción

$$PCPP = \frac{\sum \text{Productos terminados que aparecen en el plan de producción}}{\text{Productos totales que estaban en el original plan de producción}}$$

Ecuación 33

- Diagrama de flujo

Se presenta según los datos de esta tabla:

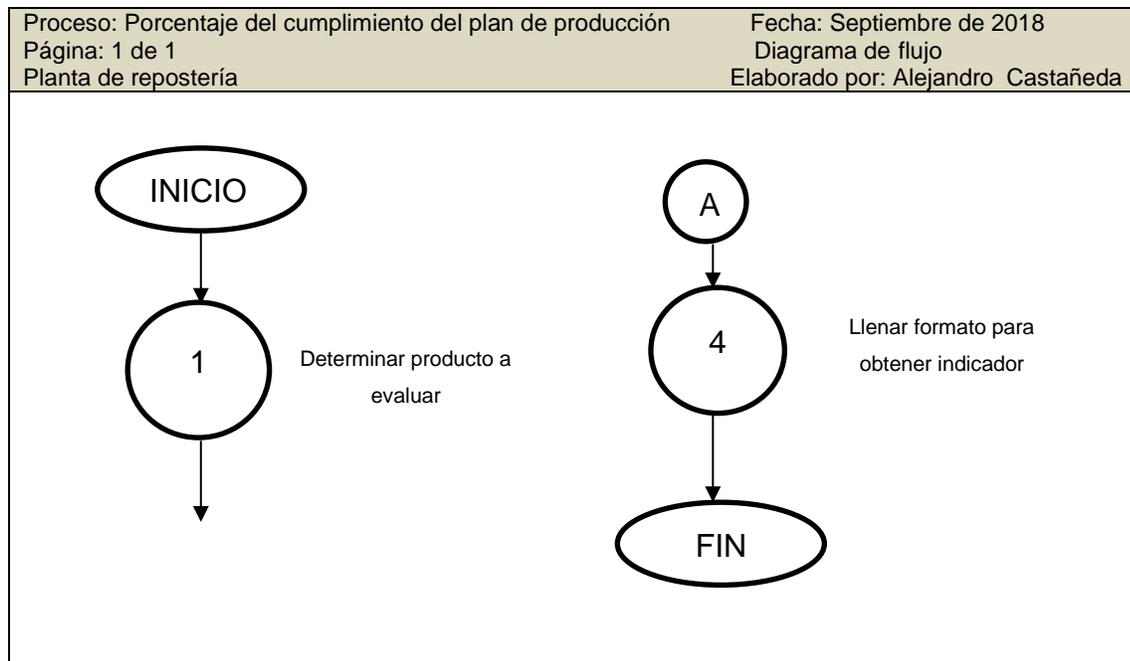
Tabla LXVIII. **Pasos de cumplimiento del plan de producción**

Cumplimiento del plan de producción		
Departamento de producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Determinar los productos a evaluar.	Supervisor
2	Contabilizar productos terminados.	Supervisor
3	Obtener dato de productos según orden de producción.	Supervisor
4	Llenar datos en el formato para calcular el indicador.	Supervisor

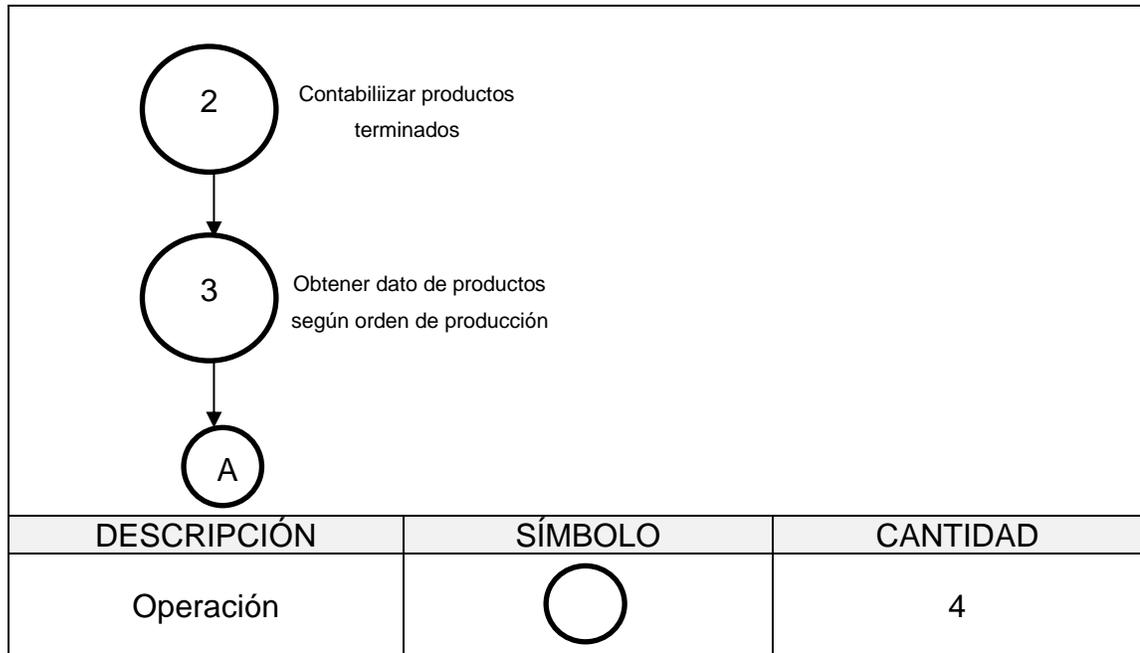
Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Figura 31. **Diagrama del indicador PPCP**



Continuación de la figura 31.



Fuente: elaboración propia.

2.5.2.8. Marcaje de supervisores y jefes de planta (MSJP)

- Cálculo

Esta nueva implementación sería en la diferencia de la hora teórica de la jornada laboral y la hora real:

- Ecuación para el marcaje de supervisores y jefes de planta:

$$MSJP = \text{Hora teórica de la jornada} - \text{Hora real de marcaje}$$

Ecuación 34

- Flujograma

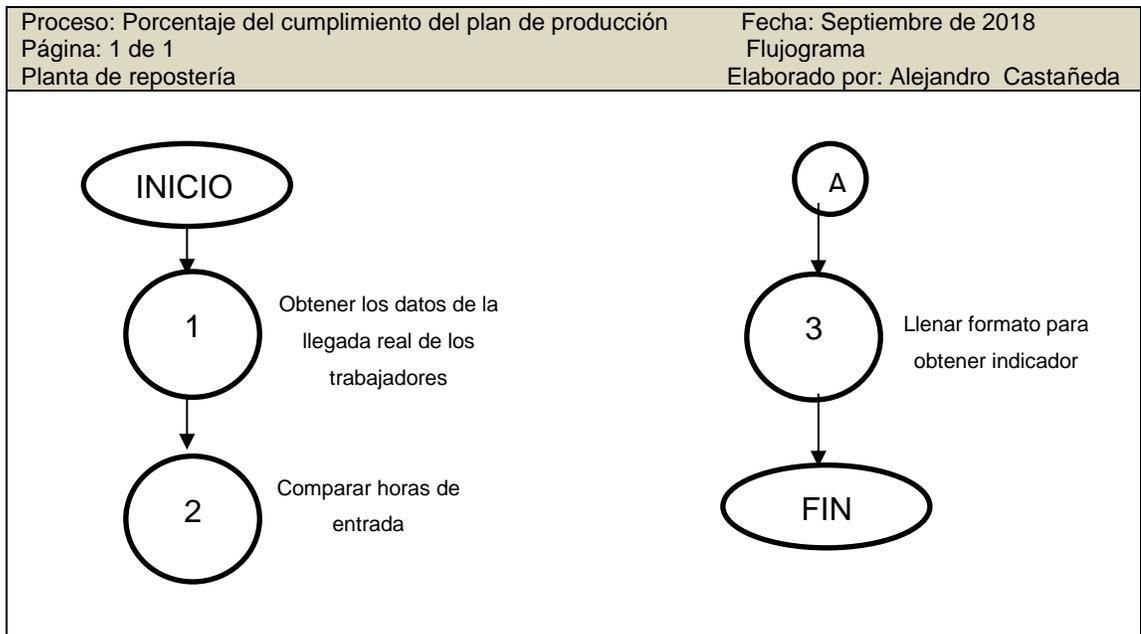
A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Tabla LXX. **Pasos de marcaje de supervisores y jefes de planta**

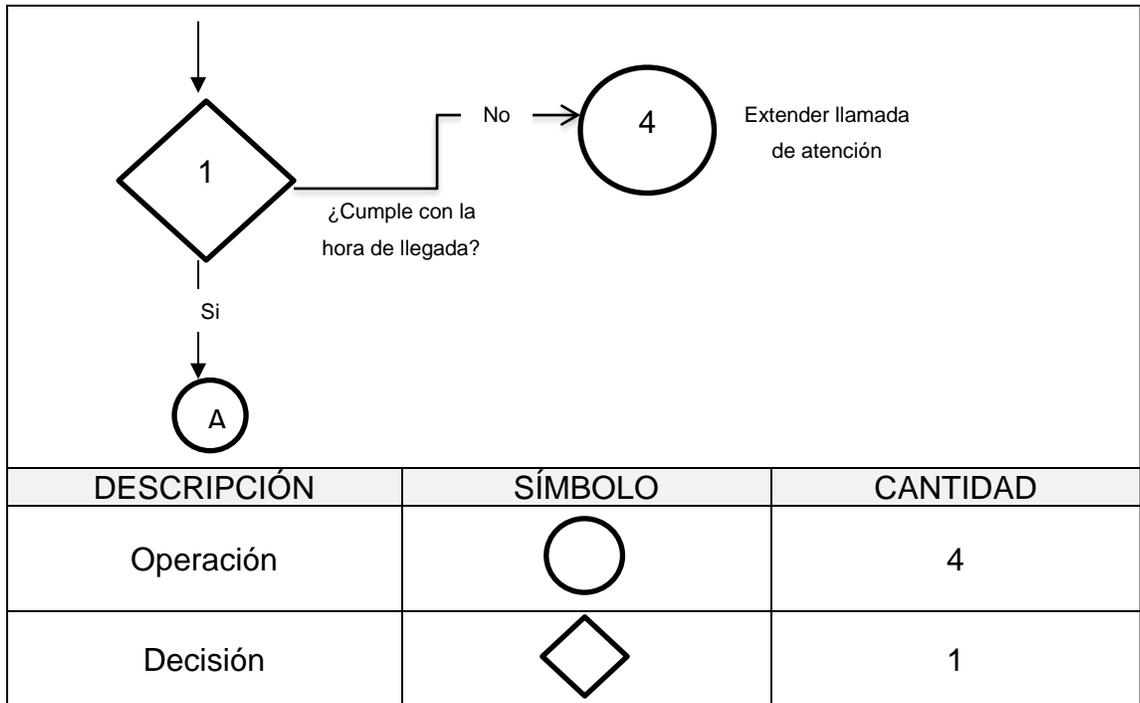
Marcaje de supervisores y jefes de planta		
Departamento de Producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Obtener los datos de la llegada real de los trabajadores.	Jefe de recursos humanos
2	Comparar los datos teóricos de hora de entrada con la hora real de llegada.	Jefe de recursos humanos
3	Si los trabajadores no cumplen con el tiempo establecido extender llamada de atención.	Jefe de recursos humanos
4	Obtener el resultado de los trabajadores y su hora de llegada.	Jefe de recursos humanos

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Flujograma del indicador MSJP**



Continuación de la figura 32.



Fuente: elaboración propia.

2.5.2.9. Registro de paros de producción (RPP)

- Cálculo

Este indicador se obtiene contabilizando el total de paros por semana:

- Ecuación para el registro de paros de producción:

$$RPP = \frac{\text{Cantidad de paros}}{\text{semana}}$$

Ecuación 35

- Diagrama de flujo

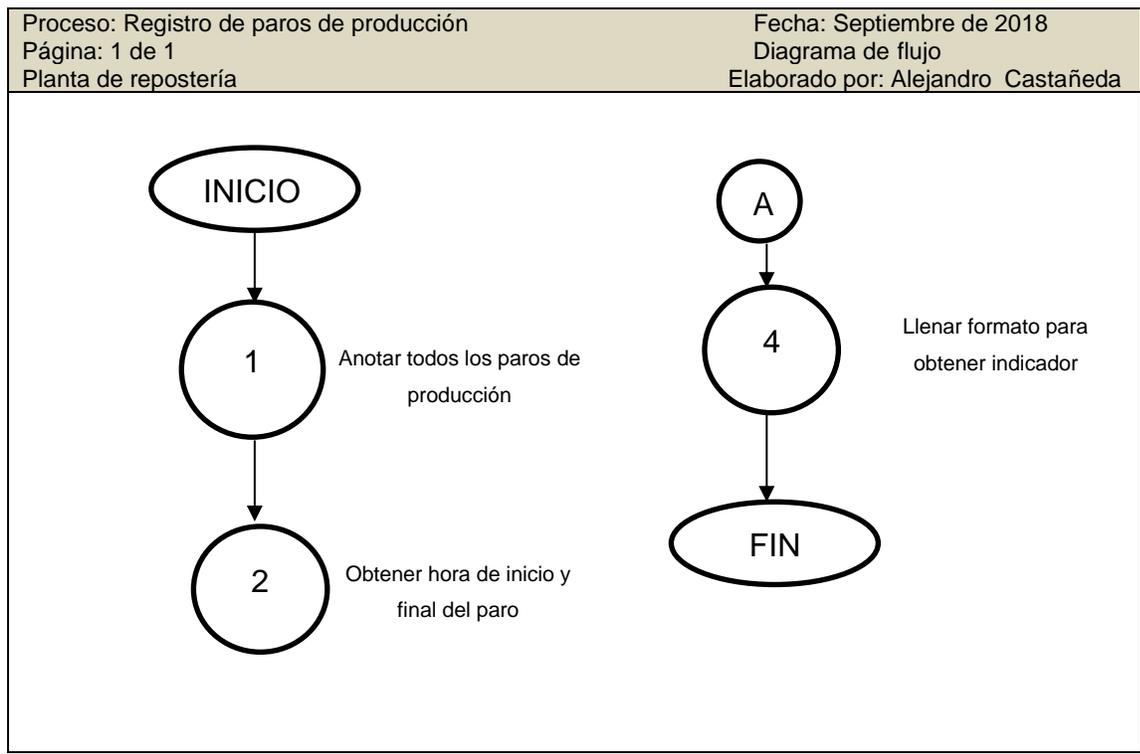
A continuación se presenta el diagrama de flujo para calcular el indicador:

Tabla LXXII. **Pasos de registro de paros de producción**

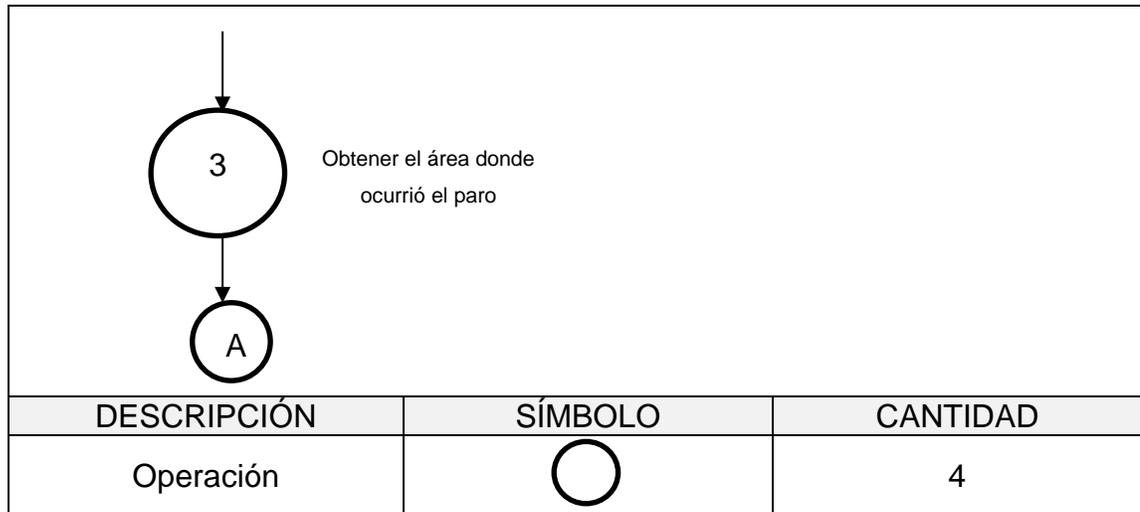
Registro de paros de producción		
Departamento de producción		
No.	Pasos	Encargado
1	Anotar todos los paros de producción sin importar la razón por la cual se detuvo.	Supervisor
2	Obtener la hora de inicio y la hora del final del paro.	Supervisor
3	Obtener el área donde sucede y el motivo del mismo.	Supervisor
4	Establecer el indicador en el formato desarrollado.	Supervisor

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Diagrama de flujo del indicador RPP**



Continuación figura 33.



Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Desarrollo de cultura organizacional

Se diseñó el formato para evaluar el desempeño del operario. Se trata de un formulario anónimo, esto con la finalidad de poder establecer su estado de ánimo laboral y conocer su opinión acerca del ambiente de trabajo y de las condiciones bajo las que está sometido.

2.5.3.1. Evaluación de desempeño

El plan de evaluación de desempeño pretende mejorar los resultados que no son satisfactorios para la mayoría de operarios. Esto fortalece la cultura organizacional y mejora los ánimos de los trabajos en equipo, creando un ambiente de confianza con sus superiores y haciéndole saber que su opinión es importante para la empresa.

Tabla LXXIII. Evaluación de desempeño de operarios de producción

DESARROLLA EL TALENTO DEL EQUIPO				
Empleado		Fecha		
Título	Tiempo en la posición actual	Fecha de la última revisión		
GENERAL		Supera	Cumple	N.M.
Respeto: actitud para reconocer los intereses de los demás y sentimientos ofreciéndoles un trato digno y honesto				
Compañerismo: comportamiento de solidaridad y de amistad ofreciendo ayuda y colaboración mutua.				
Confidencialidad: actitud de resguardo de la información personal a la hora de solicitar algún permiso o contar con algún problema personal.				
Responsabilidad: comportamiento en el cual cada persona hace uso de sus implementos, hace su trabajo y no trata de delegarlo a los demás, aceptando sus errores y no culpando a los demás.				
Compromiso: cumplir con las metas porque aprecia a la empresa y está dispuesto a dar una milla extra por el bienestar común.				
Ambiente laboral: lugar donde puedo establecer relaciones interpersonales a gusto con las tareas que debo realizar.				
Rendimiento: cumplir con las tareas a tiempo y de manera correcta sin necesidad de una llamada de atención				
Condiciones de trabajo: el lugar es adecuado para el personal y existe la seguridad necesaria para evitar accidentes con alguna herramienta de trabajo.				
Mobiliario y equipo: existe el mobiliario correcto para trabajar y el equipo correspondiente para las tareas sin tener que solicitar a otras áreas algún utensilio o herramienta.				
Recursos: hay iluminación suficiente para el trabajo, a la vez existe el agua para cumplir con las normas de salubridad de la empresa.				
Jornada: el tiempo necesario para terminar una tarea sin tener que cumplir con tiempo adicional para terminarla.				
Comunicación: la confianza suficiente de solicitar permisos a los superiores sin temor a ser juzgado.				
Supera		Cumple		Necesita mejorar

Fuente: elaboración propia.

2.5.3.2. Actividades

Además de la evaluación de desempeño se formularon algunas actividades, las cuales se desarrollan entre los trabajadores de la empresa para mejorar los rendimientos mediante el compañerismo y el trabajo en equipo. Para ello se establece una lista de actividades, la cual pretende aumentar el ánimo de los empleados.

Tabla LXXIV. **Actividades del plan de fortalecimiento de cultura organizacional**

Actividad	Descripción	Periodo de realización	Encargado	Recursos	Costo de la propuesta (aprox. Q)
Calendario de cumpleaños	Consiste en realizar un calendario, en donde se especifiquen las fechas de cumpleaños de cada operario.	Mensual	Encargado de RR.HH. de la planta	Materiales de oficina. Papel arcoíris. Base de datos de cumpleaños.	Inversión inicial: Q100,00 Inversión mensual: Q30,00
Torneo de fútbol	Actividad que involucra a personas por departamento, en donde puedan competir en un deporte popular.	Anual	Encargado de RR.HH.	Instalaciones de fútbol. Formularios de inscripción.	Q700,00
Acercamiento con los operarios	Consiste en acercarse a los operarios de bajo nivel en el organigrama para que ellos tomen confianza y convicción en las operaciones que realizan.	Quincenal	Supervisor y jefe de planta	Tiempo	N/A

Fuente: elaboración propia.

2.5.3.3. Análisis de mejoras

Ejecutar las actividades para mejorar la cultura organizacional brinda un panorama favorable para el crecimiento institucional y administrativo, además refleja beneficios en la eficiencia, productividad, ritmo de producción, capacidad instalada y costos de mano de obra.

También es necesario analizar las demandas del recurso humano, ya que son el pilar fundamental para la producción.

Las mejoras son proporcionales a la inversión de tiempo, empeño por parte de la directiva de la planta y la importancia de que se brinde la atención al personal como un recurso único e invaluable.

2.5.4. Resultados de balances de líneas

A continuación se presentan las tablas que expresan los resultados de los tres balances de líneas, estos muestran los porcentajes de disminución de costos para sugerir a la empresa un nuevo plan de producción.

2.5.4.1. Línea de panificado

Ya concluidos los análisis de las tablas XXIX, XXX, XXXI, XXXII y la figura 17, se establece que la mejor opción del balance para el producto Pan A es la iteración número 2. Sobre esta: disminuye 1 operario al eliminar los pasos 8 y 9 de la tabla XXVI, esto debido a que el paso 7 puede incluir dichos pasos para anular el tiempo que ocupaban los operarios en esas actividades que eran el cuello de botella de la iteración 1.

Es por eso que la iteración 2 posee un menor rendimiento que la 1. Sin embargo, el ritmo de producción aumentó de 42,46 % a 44,22 %, esto es el equivalente a 1,76 unidades por hora. Con este cambio, el costo de mano de obra por unidad disminuyó de Q48,73 a Q35,10, equivalente a una disminución en efectivo de Q13,63. Tras estas mejoras, se establece que la iteración 2 es la más factible para balancear la línea, aumentar el ritmo de producción y disminuir los costos de producción.

Se realiza una tabla comparativa de todos los productos de la línea de panificado, ya que esto brinda el balance completo de la misma y su mejora en costos de producción. Para ello se trasladan los datos de las tablas antes mencionadas del Pan A y las tablas realizadas de los productos faltantes, siendo estos el Pan B, Pan C, Pan D, Pan E, Pan F y Pan G.

A continuación se presenta la tabla de la situación propuesta, mediante el análisis de la iteración 2, cálculos que se realizan de la misma manera que la tabla XXXIII desde la página 69 a la 73.

Tabla LXXV. Situación propuesta de la línea de panificado

Propuesta								
Producto	Cantidad de operarios	Ritmo de producción (bandeja/hr)	Horas de producción mensual	Horas-hombre de producción mensual	Horas-hombre disponibles (mensual sin h extra)	Horas-hombre disponibles (mensual con h extra)	% de balance	Costo unitario (Q/ud)
Pan A	3	44,22	5,27	16	561	765	0 %	Q 35,10
Pan B	3	98,08	6,12	18	561	765	73 %	Q 15,80
Pan C	4	92,28	0,25	1	748	1020	69 %	Q 22,38
Pan D	5	90,47	0,06	0	935	1275	63 %	Q 28,56
Pan E	4	92,07	1,20	5	748	1020	58 %	Q 22,45
Pan F	5	58,58	0,39	2	935	1275	64 %	Q 44,12
Pan G	6	92,95	1,08	6	1122	1530	70 %	Q 33,35
				49	75	102		

Fuente: elaboración propia, mediante análisis de productos.

Después de observar el comportamiento de ambas situaciones se procede a comparar las variables para cuantificar las mejoras que se obtuvieron del estudio de las tablas XXXIII y LIX.

Tabla LXXVI. **Variables comparativas**

Comparativo					
Producto	Reducción en costos unitarios (Q/ud)		Aumento de productividad (ud/hr)		Aumento en planilla (Q/hr)
Pan A	Q 13,63	28 %	1,76	4 %	-25 %
Pan B	Q 28,89	65 %	40,21	41 %	-40 %
Pan C	Q 47,62	68 %	55,33	60 %	-20 %
Pan D	Q 11,34	28 %	12,82	14 %	-17 %
Pan E	Q -	0 %	0,00	0 %	0 %
Pan F	Q 29,19	40 %	16,24	28 %	-17 %
Pan G	Q 11,83	26 %	35,77	38 %	20 %

Fuente: elaboración propia mediante la comparación de datos entre tablas XXVI y LIII.

Como último paso se trasladan los datos para estimar un porcentaje de disminución en costos totales, para lo cual se necesitan las siguientes tablas:

Tabla LXXVII. **Costos de horas hombre**

Costo de hora-hombre	Q 516,25
Costo de horas extras	Q 774,38

Fuente: elaboración propia, con base en el informe de planilla.

Tabla LXXVIII. **Personas actuales y sugeridas según producto**

Producto	Personas actuales	Personas sugeridas
Pana A	4	3
Pan B	5	3
Pan C	5	4
Pan D	6	5
Pan E	4	4
Pan F	5	6
Pan G	6	5

Fuente: elaboración propia, con base en las tablas XXXIII y LIX.

Tabla LXXIX. **Volumen de producción y horas-hombre (actual y sugerido)**

	Panificado	
	Situación actual	Situación propuesta
Volumen mensual (bandejas)	1095	1095
Horas-hombre al mes utilizadas	94,15	48,70
Horas disponibles (sin hrs extra)	93,50	74,80
Horas disponibles (con hrs extra)	127,50	102,00

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla XXXIII.

Tabla LXXX. **Análisis final de costos según horas-hombre requeridas**

	Panificado	
	Situación actual	Situación propuesta
TOTAL MOD	Q 48 771,44	Q 25 142,04
Pago horas ordinarias	Q 48 269,38	Q 25 142,04
Pago de horas extras real	Q 502,06	Sin horas extra
Capacidad	Sí hay capacidad	Sí hay capacidad
Costo unitario MOD (Bandeja)	Q 44,52	Q 22,95

Fuente: elaboración propia.

Para terminar el balance de línea de panificado se utiliza la tabla LVIII para establecer el porcentaje de mejora en los costos de producción actuales y los sugeridos. Para ello se utilizó la siguiente ecuación:

- Ecuación del porcentaje de mejora de costos:

$$\%Mejora = \frac{MDOActual - MDOSugerido}{MDOActual} * 100 \%$$

Ecuación 36

El cálculo de este índice refleja cuán efectivo es el plan sugerido del balance de línea de la línea de panificado.

$$\% Mejora_{panificado} = \frac{48771,44 - 25142,04}{48771,44} * 100 \%$$

$$\% Mejora_{panificado} = 48,45 \%$$

Este último dato brinda un resultado satisfactorio para una mejora de 48,45 % en los costos de la situación actual para la línea de panificado.

2.5.4.2. Línea batidos

Al igual que la línea de panificado, la línea de batidos tiene los mismos pasos para determinar el porcentaje de mejora de la línea.

Tabla LXXXI. **Situación propuesta de la línea de batidos**

Producto	Propuesta							
	Cantidad de operarios	Productividad (bandejas/hr)	Horas de producción mensual	Horas-hombre de producción mensual	Horas-hombre disponibles (mensual sin h extra)	Horas-hombre disponibles (mensual con h extra)	% de balance	Costo unitario (Q/ud)
Biscocho Q	4	12,7	8	31	935	1 275	83 %	Q3,43
Biscocho W	5	12,2	29	143	935	1 275	84 %	Q4,45
Biscocho E	5	10,0	87	436	935	1 275	73 %	Q5,40
Biscocho R	3	10,4	16	49	935	1 275	82 %	Q3,13
Biscocho T	4	42,8	21	84	935	1 275	70 %	Q1,25

Fuente: elaboración propia, mediante análisis de productos.

Después de observar el comportamiento en ambas situaciones, se procede a comparar las posibles variables para cuantificar las mejoras que se obtuvieron del estudio.

Tabla LXXXII. **Variables comparativas**

Producto	Comparativo					
	Reducción en costos unitarios (Q/ud)			Aumento de productividad (ud/hr)		Aumento en planilla (Q/hr)
Biscocho Q	Q	0,65	16 %	-1	-5 %	-25 %
Biscocho W	Q	-	0 %	0	0 %	0 %
Biscocho E	Q	-	0 %	0	0 %	0 %
Biscocho R	Q	1,90	38 %	-0,4	-4 %	-67 %
Biscocho T	Q	0,40	24 %	10	23 %	-25 %

Fuente: elaboración propia, mediante la comparación de datos entre tabla XXIX y LXXXI.

Se trasladan los datos para estimar un porcentaje de disminución en costos totales, para lo cual se necesitan las siguientes tablas:

Tabla LXXXIII. **Costos de horas hombre**

Costo de hora-hombre	Q 13,49
Costo de hrs extra	Q 20,24

Fuente: elaboración propia, con base en el informe de planilla.

Tabla LXXXIV. **Personas actuales y sugeridas según producto**

Producto	Personas actuales	Personas sugeridas
Biscocho Q	5	4
Biscocho W	5	5
Biscocho E	5	5
Biscocho R	5	3
Biscocho T	5	4

Fuente: elaboración propia, con datos de las tablas XXIX y LXXXI.

Tabla LXXXV. **Volumen de producción y horas-hombre (actual y sugerido)**

	PASTAS FRÍAS	
	Situación actual	Situación propuesta
Volumen mensual (bandejas)	2399	2399
Horas-hombre al mes utilizadas	831	743
Horas disponibles (sin hrs extra)	935	785
Horas disponibles (con hrs extra)	1275	1071

Fuente: elaboración propia, con datos de las tablas XXIX.

Tabla LXXXVI. **Análisis final de costos según horas-hombre requeridas**

	PASTAS FRÍAS	
	Situación actual	Situación propuesta
TOTAL MOD	Q 11 209,89	Q 10 029,67
Pago de horas ordinarias	Q 11 209,89	Q 10 029,67
Pago de horas extra	sin horas extra	sin horas extra
Pago de horas extra real (4 horas diarias permitidas)	sin horas extra	sin horas extra
Capacidad	sí hay capacidad	sí hay capacidad
Costo unitario MOD (bandeja)	Q 4,67	Q 4,18

Fuente: elaboración propia.

Para terminar el balance de línea de la línea de batidos, se utiliza la tabla LXXXVI para establecer el porcentaje de mejora en los costos de producción actuales y los sugeridos. Para ello se utiliza la ecuación establecida en la figura 92 de la página 155:

$$\%Mejora = \frac{MDOActual - MDOSugerido}{MDOActual} * 100 \%$$

El cálculo de este índice refleja cuán efectivo es el plan sugerido del balance de línea de la línea de batidos.

$$\% Mejora_{Batidos} = \frac{11\,209,89 - 10\,029,67}{11\,209,89} * 100 \%$$

$$\% Mejora_{Batidos} = 10,53 \%$$

De este último dato se obtiene un resultado satisfactorio para una mejora de 10,53 % en los costos de la situación actual para la línea de batidos.

2.5.4.3. Línea decorado

La línea de decorado tiene el mismo procedimiento para determinar el porcentaje de mejora.

Tabla LXXXVII. **Situación propuesta de la línea de decorado**

Propuesta								
Producto	Cantidad de operarios	Ritmo de producción (ud/hr)	Horas de producción mensual	Horas-hombre de producción mensual	Horas-hombre disponibles (mensual sin hr extra)	Horas-hombre disponibles (mensual con hr extra)	% de balance	Costo unitario (Q/ud)
Pastel M	6	469	10	62	1 122	1 530	85 %	Q 0,20
Pastel N	5	192	19	93	935	1 275	83 %	Q 0,41
Pastel O	7	60	14	95	1 309	1 785	84 %	Q 1,87
Pastel P	9	446	2	21	1 683	2 295	80 %	Q 0,32
Pastel Q	9	58	45	406	1 683	2 295	78 %	Q 2,47
Pastel R	9	73	13	121	1 683	2 295	69 %	Q 1,95
Pastel S	6	469	2	15	1 122	1 530	87 %	Q 0,20
Pastel T	8	406	4	30	1 496	2 040	94 %	Q 0,31
Pastel U	9	186	3	25	1 683	2 295	84 %	Q 0,77

Fuente: elaboración propia, mediante análisis de productos.

Después de observar el comportamiento de ambas situaciones se procede a comparar las posibles variables para cuantificar las mejoras que se obtuvieron del estudio:

Tabla LXXXVIII. **Variables comparativas**

Producto	Comparativo					
	Reducción en costos unitarios (Q/ud)		Aumento de la productividad (ud/hr)		Aumento en planilla (Q/hr)	
Pastel M	Q	0,14	41 %	286	61 %	33 %
Pastel N	Q	0,25	38 %	96	50 %	20 %
Pastel O	Q	1,34	42 %	40	67 %	43 %
Pastel P	Q	0,32	50 %	271	61 %	22 %
Pastel Q	Q	2,48	50 %	39	67 %	33 %
Pastel R	Q	0,43	18 %	27	36 %	22 %
Pastel S	Q	0,16	44 %	293	62 %	33 %
Pastel T	Q	0,11	26 %	293	72 %	63 %
Pastel U	Q	0,26	25 %	93	50 %	33 %

Fuente: elaboración propia, mediante la comparación de datos entre tablas XXV y LXXXVII.

Para finalizar, se trasladaron los datos para estimar un porcentaje de disminución en costos totales, para lo cual se necesitan las siguientes tablas:

Tabla LXXXIX. **Costos de horas-hombre**

Costo de hora-hombre	Q	15,25
Costo de horas extra	Q	22,88

Fuente: elaboración propia, con base en el informe de planilla.

Tabla XC. **Personas actuales y sugeridas según producto**

Producto	Personas actuales	Personas sugeridas
Pastel M	4	6
Pastel N	4	5
Pastel O	4	7
Pastel P	7	9
Pastel Q	6	9
Pastel R	7	9
Pastel S	4	6
Pastel T	3	8
Pastel U	6	9

Fuente: elaboración propia, con datos de las tablas XXV y LXXXVII.

Tabla XCI. **Volumen de producción y horas-hombre (actual y sugerido)**

	Panificado	
	Situación actual	Situación propuesta
Volumen mensual (bandejas)	17063	17063
Horas-hombre al mes utilizadas	1518	868
Horas disponibles (sin hrs extra)	1122	1309
Horas disponibles (con hrs extra)	1530	1785

Fuente: elaboración propia con datos de la tabla XXV.

Tabla XCII. **Análisis final de costos según horas-hombre requeridas**

	Panificado	
	Situación actual	Situación propuesta
TOTAL MOD	Q 26 170,21	Q 232,55
Pago de horas ordinarias	Q 17 110,50	Q 232,55
Pago de horas extra	Q 9 059,71	Sin horas extra
Capacidad	Sí hay capacidad	Sí hay capacidad
Costo unitario MOD (bandeja)	Q 1,53	Q 0,78

Fuente: elaboración propia.

Para terminar la línea de decorado se utilizará la tabla XCII para establecer el porcentaje de mejora en los costos de producción actuales y los sugeridos. Para ello se utilizó la ecuación 37:

$$\%Mejora = \frac{MDOActual - MDOSugerido}{MDOActual} * 100 \%$$

Ecuación 37

El cálculo de este índice refleja cuán efectivo es el plan sugerido del balance de línea de la línea de panificado.

$$\% Mejora_{Decorado} = \frac{26\,170,21 - 13\,232,55}{26\,170,21} * 100 \%$$

$$\% Mejora_{Decorado} = 49,44 \%$$

Este último dato brinda un resultado satisfactorio para una mejora de 49,44 % en los costos de la situación actual para la línea de decorado.

2.5.5. Mejora de la productividad

A continuación se detalla la mejora en la productividad de los productos de las líneas de panificado, decorado y batidos de la planta de repostería.

Tabla XCIII. **Productividad**

Línea	Producto	Productividad		
		Actual (un./hr.)	Sugerido (un./hr.)	% de mejora
Panificado	Pan A	42,46	44,22	3,97 %
	Pan B	57,87	98,08	41,00 %
	Pan C	36,95	92,28	59,96 %
	Pan D	77,65	90,47	14,18 %
	Pan F	42,34	58,58	27,73 %
	Pan G	57,19	92,95	38,48 %
Batidos	Biscocho T	33,09	42,83	22,75 %
Decorado	Pastel M	183,73	469,45	60,86 %
	Pastel N	95,86	191,73	50,00 %
	Pastel O	19,88	59,63	66,67 %
	Pastel P	174,92	446,25	60,80 %
	Pastel Q	19,29	57,86	66,67 %
	Pastel R	46,80	73,36	36,21 %
	Pastel S	176,86	469,45	62,33 %
	Pastel T	113,22	406,01	72,11 %
	Pastel U	92,76	185,53	50,00 %

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el porcentaje de mejora de la productividad se utiliza la siguiente ecuación:

- Cálculo de la mejora de la productividad:

% de mejora de la productividad

$$= \frac{\text{Productividad}_{\text{sugerida}} - \text{Productividad}_{\text{actual}}}{\text{Productividad}_{\text{sugerida}}} * 100$$

Ecuación 38

Se calcula el porcentaje de mejora de la productividad para el Pan A utilizando la ecuación 37:

$$\% \text{ de mejora de la productividad}_{\text{Pan A}} = \frac{(44,22 - 42,46) \text{ un./hora}}{44,22 \text{ un./hora}} * 100$$

$$\% \text{ de mejora de la productividad}_{\text{Pan A}} = 3,97 \%$$

Este porcentaje muestra que la productividad en el producto Pan A mejora en un 3,97 % en el plan sugerido.

Utilizando el mismo análisis se determinan las mejoras de la productividad en las líneas de panificado, batidos y decorado de la planta de repostería de la empresa Procesos y Productos Alimenticios mostradas en la tabla XCII.

2.6. Costos de propuestas

En la siguiente tabla se detalla los costos de la fase técnico profesional, la cual los clasifica en fijos y variables:

- Costos fijos

Se necesita el sueldo del ingeniero encargado de manejar la propuesta, además de un equipo de cómputo y un lugar equipado para trabajar con un escritorio, silla, impresora y un cronómetro para llevar tiempos.

Tabla XCIV. **Costos fijos**

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Humano	Ingeniero	1	Q 7 000,00	Q 7 000,00	Q 84 000,00
Material	Silla	1	Q 2 000,00	Q 2 000,00	Q 2 000,00
	Cronómetro	1	Q 75,00	Q 75,00	Q 75,00
	Escritorio	1	Q 5 000,00	Q 5 000,00	Q 5 000,00
	Impresora tinta continua	1	Q 1 900,00	Q 1 900,00	Q 1 900,00
Total			Q 15 975,00	Q 15 975,00	Q 92 975,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos variables

Es necesario imprimir los formularios y los informes que deben presentarse a los operativos de la empresa, se utiliza: hojas bond, grapas, tinta y folders.

Tabla XCV. **Costos variables**

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Material	Resma de hojas bond	1	Q 30,00	Q 30,00	Q 360,00
	Folders	10	Q 2,00	Q 20,00	Q 240,00
	Caja de Grapas	1	Q 10,00	Q 10,00	Q 120,00
	Tinta	1	Q 100,00	Q 100,00	Q 1 200,00
Total			Q 142,00	Q 160,00	Q 1 920,00

Fuente: elaboración propia.

- **Costo total**

El costo total para la implementación de la fase técnico-profesional de la empresa Procesos y Productos Alimenticios se detalla a continuación:

Tabla XCVI. **Costo total**

Total de costos	
Total de costos fijos	Q 92 975,00
Total de costos variables	Q 1 920,00
Costo total	Q 94 895,00

Fuente: elaboración propia

El tipo de cambio al día es de \$1,00, que equivale a Q7,85.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL USO DE AGUA

3.1. Situación actual

En los procesos productivos de la empresa Procesos y Productos Alimenticios el agua es uno de los principales actores como parte de las formulaciones de los productos, para sanear el personal y los equipos. El departamento de sanitización es el encargado de velar por el cumplimiento de los estándares de buenas prácticas de manufactura, para que el producto final esté libre de agentes patógenos que puedan causar enfermedades al consumidor final.

Conociendo la importancia del agua dentro de los diferentes procesos, se requiere analizar la utilización de la misma, con el fin de implementar estrategias para reducir su consumo, cumpliendo con los valores de producción más limpia. Al aplicarlas se logra contar con procesos productivos sostenibles, reducir los costos, se mejora la productividad y se ayuda al planeta a no agotar los recursos naturales como el agua.

El proveedor de agua de la empresa es la Municipalidad de Mixco, teniendo un costo de Q.10,00 por metro cúbico para el año 2019 (no incluye IVA).

3.1.1. Diagnóstico del consumo de agua

El diagnóstico de consumo de agua en la planta de repostería de Procesos y Productos Alimenticios se efectúa por medio de un diagrama de Pareto, también conocido como la regla 80/20.

Para comenzar el análisis se escriben todas las causas que existen en la planta con su respectiva puntuación, con base en la relevancia y frecuencia de las mismas, como se muestra a continuación, en donde se evalúan en una escala del 1 al 10, siendo el 10 la puntuación con mayor importancia y recurrencia en la empresa:

Tabla XCVII. Evaluación de causas

No.	Causas	Puntuación
1	No hay equipos necesarios de medición.	7
2	Mediciones erróneas en el proceso.	7
3	Utilizar más agua de la necesaria en proceso.	9
4	No controlar el llenado de recipientes.	8
5	No existe una cultura de cuidado al medio ambiente.	5
6	Equipo inadecuado para ahorrar agua.	10
7	Malas prácticas de lavado de manos.	9
8	Prácticas empíricas.	6
9	Poco control del recurso hídrico.	3
10	Equipo muy antiguo.	8
11	Fugas en tuberías no controladas.	2
12	Procedimientos desactualizados en planta.	4
13	Nula regulación del lavado de artículos.	1
14	Mala calibración de equipo.	2
15	Poco o nulo mantenimiento de equipo.	3
16	Nulo conocimiento sobre la producción más limpia	10

Fuente: elaboración propia.

Luego se ordenan las causas de forma descendente, desde la puntuación más alta hasta la más baja.

Tabla XCVIII. **Causas en orden descendente según puntuación**

No.	Causas	Puntuación
1	Equipo inadecuado para ahorrar agua.	10
2	Nulo conocimiento sobre la producción más limpia.	10
3	Utilizar más agua de la necesaria en proceso.	9
4	Malas prácticas de lavado de manos.	9
5	No controlar el llenado de recipientes.	8
6	Equipo muy antiguo.	8
7	No hay equipos necesarios de medición.	7
8	Mediciones erróneas en el proceso.	7
9	Prácticas empíricas.	6
10	No existe una cultura de cuidado al medio ambiente.	5
11	Procedimientos desactualizados en planta.	4
12	Poco o nulo mantenimiento de equipo.	3
13	Poco control del recurso hídrico.	3
14	Mala calibración de equipo.	2
15	Fugas en tuberías no controladas.	2
16	Nula regulación del lavado de artículos.	1

Fuente: elaboración propia.

Luego se establece la puntuación acumulada de cada causa, sumando cada puntuación a la anterior.

Tabla XCIX. **Causas con puntuaciones acumuladas**

No.	Causas	Puntuación	Puntuación acumulada
1	Equipo inadecuado para ahorrar agua.	10	10
2	Nulo conocimiento sobre la producción más limpia.	10	20
3	Utilizar más agua de la necesaria en proceso.	9	29
4	Malas prácticas de lavado de manos.	9	38
5	No controlar el llenado de recipientes.	8	46
6	Equipo muy antiguo.	8	54
7	No hay equipos necesarios de medición.	7	61
8	Mediciones erróneas en el proceso.	7	68
9	Prácticas empíricas.	6	74
10	No existe una cultura de cuidado al medio ambiente.	5	79
11	Procedimientos desactualizados en planta.	4	83
12	Poco o nulo mantenimiento de equipo.	3	86
13	Poco control del recurso hídrico.	3	89
14	Mala calibración de equipo.	2	91
15	Fugas en tuberías no controladas.	2	93
16	Nula regulación del lavado de artículos.	1	94
		94	

Fuente: elaboración propia.

Ahora se calcula el porcentaje acumulado, que consiste en dividir cada puntuación acumulada entre los 94 puntos totales:

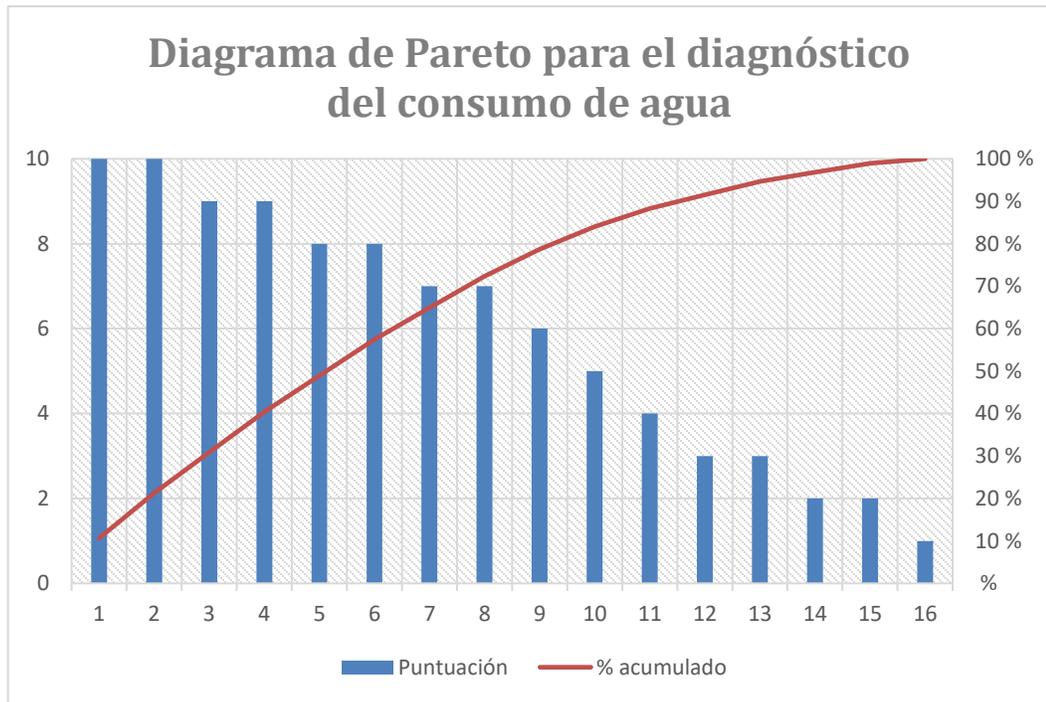
Tabla C. **Causas con porcentajes acumulados**

No.	Causas	Puntuación	Puntuación acumulada	% acumulado
1	Equipo inadecuado para ahorrar agua.	10	10	11 %
2	Nulo conocimiento sobre la producción más limpia.	10	20	21 %
3	Utilizar más agua de la necesaria en proceso.	9	29	31 %
4	Malas prácticas de lavado de manos.	9	38	40 %
5	No controlar el llenado de recipientes.	8	46	49 %
6	Equipo muy antiguo.	8	54	57 %
7	No hay equipos necesarios de medición.	7	61	65 %
8	Mediciones erróneas en el proceso.	7	68	72 %
9	Prácticas empíricas.	6	74	79 %
10	No existe una cultura de cuidado al medio ambiente.	5	79	84 %
11	Procedimientos desactualizados en planta.	4	83	88 %
12	Poco o nulo mantenimiento de equipo.	3	86	91 %
13	Poco control del recurso hídrico.	3	89	95 %
14	Mala calibración de equipo.	2	91	97 %
15	Fugas en tuberías no controladas.	2	93	99 %
16	Nula regulación del lavado de artículos.	1	94	100 %
		94		

Fuente: elaboración propia.

Por último, se realiza el diagrama de Pareto en donde se muestra gráficamente las causas con su respectivo número y la puntuación de cada una con el porcentaje acumulado que representan.

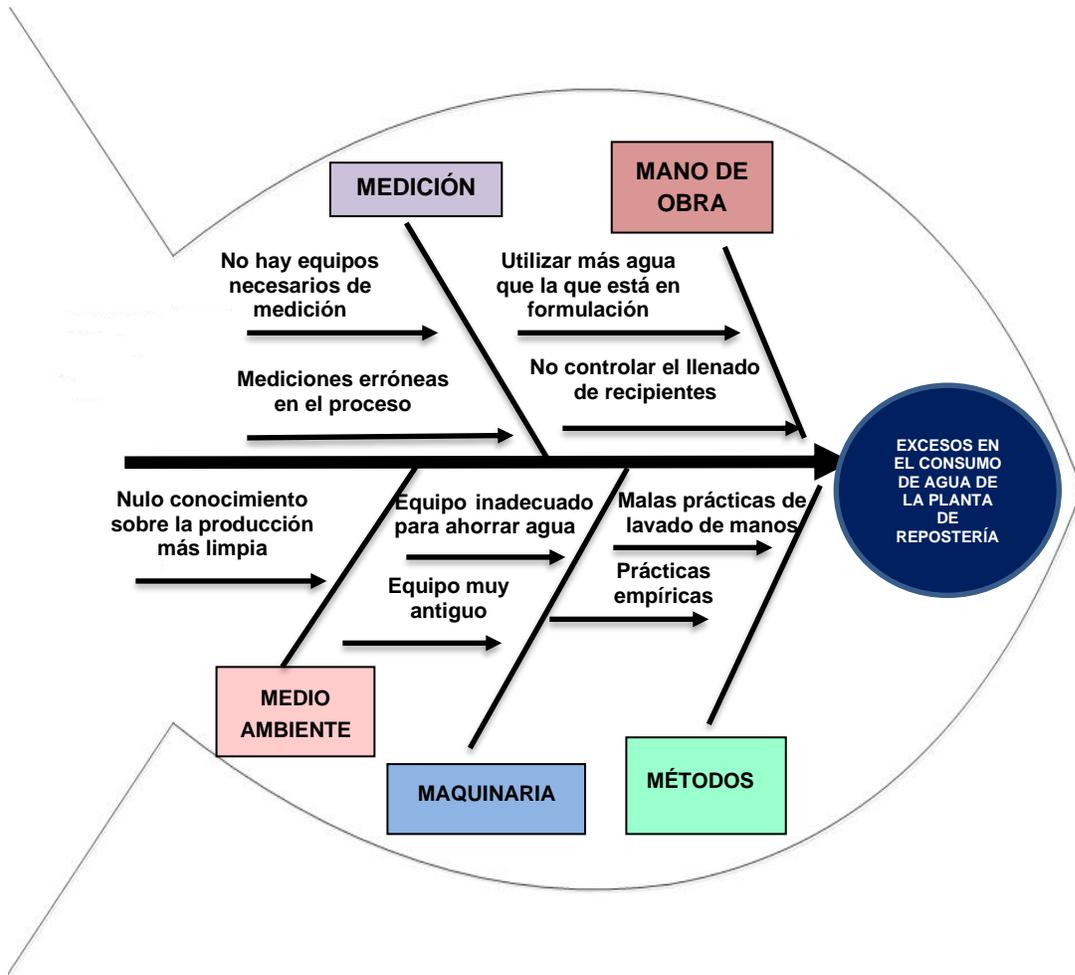
Figura 34. **Diagrama de Pareto para el diagnóstico del consumo de agua**



Fuente: elaboración propia.

El análisis del diagrama 80-20 indica que el 80 % del problema de la contaminación al medio ambiente mediante el recurso hídrico en la planta de repostería se debe a las primeras 9 causas. La información recabada se resume en el diagrama de causa y efecto, también llamado diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado, en el cual se muestran las diferentes causas de un problema principal detectado y se describe su efecto.

Figura 35. Diagrama de causa y efecto para el diagnóstico del consumo de agua



Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de Ishikawa se encuentra la causa raíz, es aquella causa principal que se define como el nulo conocimiento sobre la producción más limpia y que también define el efecto, el cual es el exceso en el consumo de agua de la planta de repostería.

3.1.2. Consumo de agua en equipos sanitarios actuales

El consumo de agua de la planta se debe a diferentes procesos de la producción, también a la utilización de los equipos sanitarios, lavamanos y mingitorios. Diariamente laboran en la planta de repostería 30 personas: 10 mujeres y 20 hombres. Se trabaja de lunes a sábado en jornada diurna.

Como parte de los procedimientos de sanitización, y para preservar la higiene durante el proceso de producción, los operarios deben lavarse las manos cada hora durante su turno de trabajo, lo que implica un consumo elevado de agua para esta tarea.

En las siguientes tablas se muestra la cantidad de equipos sanitarios instalados, utilización de agua y el costo diario que todo esto representa:

Tabla CI. **Inventario de equipo sanitario instalado**

Dispositivo	Cantidad instalada
Lavamanos	14
Inodoros	6
Mingitorios	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Consumo promedio de agua por uso en los equipos sanitarios actuales**

Dispositivo	Consumo promedio por uso [L]
Lavamanos	2,5
Inodoros	8
Mingitorios	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIII. **Consumo diario de agua en los equipos sanitarios actuales**

Dispositivo	Utilización diaria	Consumo [L]	Consumo [m3]	Consumo [Q]
Lavamanos	410	1025	1,025	10,25
Inodoros	40	320	0,32	3,2
Mingitorios	25	100	0,1	1
TOTAL	475	1445	1,445	14,45

Fuente: elaboración propia.

Si la planta funciona 6 días a la semana, al año funciona 312 días, de la tabla CIII se obtiene la información del monto total de consumo que asciende a Q.4 508,40. Este resultado solamente toma en cuenta los equipos sanitarios.

3.2. Plan de ahorro

A continuación se detalla el plan preventivo para la reducción del consumo de agua, mostrando el alcance, objetivos, metodología propuesta, responsables, fechas de ejecución, recursos y las acciones para evaluar el proceso.

3.2.1. Plan preventivo para el uso de agua

En la siguiente tabla se desarrollan los elementos desarrollados para el plan de prevención en el uso del agua:

Tabla CIV. **Plan para la reducción del consumo de agua**

No.	Objetivo	Metodología	Responsable	Fecha de ejecución	Recursos	
1	Reducir el tiempo de lavado de manos de cada operario.	Capacitación a los operarios sobre las técnicas adecuadas de lavado de manos.	Supervisor de producción	Enero 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Salón de conferencias • Proyector • Computadora • Material didáctico • Sillas • Mesa • Pizarra 	
2	Lograr que los operarios cumplan con las medidas que contempla la formulación de cada producto en relación con el agua utilizada.	Capacitación de operarios antiguos y los de nuevo ingreso, sobre las medidas correctas de los ingredientes de las fórmulas, sin utilizar métodos empíricos con base en su experiencia.	Supervisor de producción	Febrero 2019		
3	Cumplir con los estándares contemplados en los procedimientos, para evitar desperdicio de recursos, especialmente agua.	Capacitación sobre los procedimientos de producción, mostrando los pasos que debe realizar cada operario de la manera correcta y en el tiempo establecido.	Supervisor de producción	Marzo 2019		
4	Lograr que los aparatos de refrigeración funcionen de manera correcta para prolongar su vida útil.	Verificación de los aparatos de refrigeración para registro de posibles fugas. Capacitación al personal sobre el correcto uso de los aparatos de refrigeración.	Jefe de mantenimiento	Abril – Junio 2019		
5	Reducir el uso de agua en la sanitización del mobiliario y equipo.	Revisión de los procedimientos de sanitización para reducir el uso de agua.	Jefe de sanitización	Junio 2019		• Libreta y lapiceros.
6	Reducir el consumo de agua a través de sistemas de sanitarios y lavamanos ahorradores y mejorar las condiciones de higiene.	Sustitución de los sanitarios y lavamanos de los baños actuales para preservar la salud de los colaboradores y la reducción del consumo de agua.	Jefe de producción	Noviembre 2019		• Sanitarios nuevos • Lavamanos nuevos
7	Planificar el mantenimiento preventivo de equipos y tuberías para garantizar su correcto desempeño.	Programación de mantenimiento preventivo de equipos, revisión periódica de tuberías para encontrar a tiempo posibles fugas de agua.	Jefe de mantenimiento	Diciembre 2019		• Herramienta • Libreta • Lapiceros

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Acciones para evaluar el proceso

En los siguientes incisos se comentan las acciones para la revisión de los procedimientos de producción con relación al consumo de agua.

3.2.2.1. Línea de panificado

En la línea de panificado se debe estandarizar la cantidad de agua que se utiliza como antiadherente de los productos en las bandejas, el operario encargado deberá controlar este aspecto y adaptarlo al proceso. Productos a observar: Pan A, Pan B, Pan C, Pan D, Pan E, Pan F y Pan G.

3.2.2.2. Línea de batidos

En la línea de batidos se debe encontrar un método que permita reutilizar el agua empleada en la cocción en baño María, se propone emplear esta agua para hornear varios productos antes de ser desechada.

Se debe especificar en la formulación de cada producto la cantidad de agua necesaria, utilizando una unidad de medida puntual. Es necesario obligar al operario a prestar minuciosa atención en cumplir con esta medida para evitar que se pierdan recursos al no realizar correctamente la formulación del producto. Productos a observar: Pastel 1, Pastel 2, Pastel 3 y Pastel 4.

3.3. Costos y análisis de la propuesta

Entre las propuestas presentadas en el plan de reducción de consumo de agua, la que representa mayor valor monetario de implementación es reemplazar los equipos sanitarios, siendo este costo indirecto, ya que no interviene directamente en la producción de la planta. En la siguiente tabla se muestran los precios de implementación de nuevos sanitarios. Estos equipos poseen una tecnología que tiene como característica principal el ahorro en la cantidad de consumo de agua que se utiliza, siendo más amigables con el medio ambiente en relación con los equipos tradicionales.

Tabla CV. **Costos de reemplazo de equipo sanitario**

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
10	Inodoro Cadet Fluxómetro	Q.2 648,95	Q.26 489,50
12	Lavamanos	Q.255,95	Q.3 071,40
12	Grifos automáticos	Q.1 475,00	Q.17 700,00
Total			Q.47 260,90

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Tecnología a implementar

El equipo sanitario que se propone colocar reduce su consumo de agua considerablemente en comparación con los tradicionales. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de agua que consume cada equipo:

Tabla CVI. **Consumo promedio de equipo sanitario propuesto**

Dispositivo	Consumo promedio por uso [L]
Grifos automáticos	1,9
Inodoros	4,8

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVII. **Comparación de consumo diario de agua de equipos actuales y propuestos**

Dispositivo	Consumo antes[m3]	Consumo después [m3]	Consumo antes[Q]	Consumo después [Q]
Lavamanos	1,025	0,779	10,25	7,79
Inodoros	0,32	0,192	3,2	1,92
TOTAL	1,345	0,971	13,45	9,71

Fuente: elaboración propia.

Con la implementación de la tecnología propuesta, el consumo de agua en los equipos sanitarios se reduce 28 % diariamente, representando Q.3,74 al día y Q.1 166,88 al año. Cabe resaltar que los dispositivos actuales fueron instalados hace varios años y algunos ya no se encuentran en buenas condiciones, por lo que la implementación y remodelación del equipo sanitario será de bastante provecho para los colaboradores de la planta.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación (DNC)

En toda organización es importante contar con personal calificado y productivo para cumplir con los objetivos y metas planteadas, por ello las empresas cada día están más conscientes de invertir en capacitar a sus colaboradores, para brindarles los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan un desempeño óptimo en sus funciones.

Por medio de la capacitación se diseñan programas para transmitir la información relacionada con las actividades de la organización, con lo cual los colaboradores tienen la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, actualizarlos, relacionarse con otros colaboradores e identificarse de manera más estrecha con la organización.

En la fase de enseñanza-aprendizaje del EPS se realiza el diagnóstico de las necesidades de capacitación mediante la observación, entrevistas no estructuradas a supervisores, jefes de líneas y personal operativo. Estas herramientas se describen en el marco metodológico de la siguiente tabla.

4.1.1. Resultados deseados

El primer paso del DNC fue establecer los objetivos del programa, los cuales están enfocados en supervisores de producción y operarios. A continuación se detallan los objetivos:

- Conocer las generalidades de la inocuidad y reafirmar el compromiso que se tiene al laborar en la industria alimentaria.
- Comprender y aplicar las buenas prácticas de manufactura que aplican a la industria alimentaria.
- Demostrar a cada colaborador su rol importante dentro de la organización.
- Lograr que cada colaborador se sienta parte fundamental de la cultura de la organización.

4.1.2. Competencias a capacitar

Mediante el uso de la herramienta de la entrevista se puede evaluar las competencias a mejorar por medio del plan de aprendizaje.

Tabla CVIII. **Identificación de competencias**

Fase	Técnica	Área	Entrevistado	Resultado
Docencia	Entrevista	Planta	Jefe del área	Los colaboradores sienten poca identificación con la cultura organizacional y falta de motivación.
Docencia	Entrevista	Sanitización	Jefe del área	La inocuidad en los procedimientos es deficiente.
Docencia	Entrevista	Producción	Jefe del departamento	Se ha detectado pérdida de tiempo por parte de los operarios.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Evaluación de competencias

Luego de conocer las competencias a capacitar, es necesario establecer si los empleados poseen dichas aptitudes, para ello se realiza una encuesta a los trabajadores de la planta. Esta encuesta refleja la escala que posee el empleado en diferentes capacidades de higiene, conocimiento sobre estructura organizacional, satisfacción en sus áreas de trabajo y su puesto en la empresa.

La siguiente tabla representa la encuesta que se utiliza para evaluar las competencias de los operarios. Evalúa en una escala de 1 a 5, donde 5 representa el valor máximo de conocimiento sobre cada tema.

Tabla CIX. Encuesta de evaluación de competencias

Inciso	Pregunta	1	2	3	4	5
A	Fuera de la empresa, ¿con qué frecuencia usted se lava las manos?					
B	Dentro de la empresa, ¿con qué frecuencia usted se lava las manos?					
C	¿Cuánto conocimiento tiene sobre el tema de las buenas prácticas de manufactura?					
D	¿Cuál es su grado de comodidad en su área de trabajo?					
E	¿Cuál es su grado de satisfacción con su puesto de trabajo?					
F	¿Se considera fundamental dentro de la empresa?					

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla muestra los resultados de 20 encuestas realizadas a los operarios de la planta de repostería de la empresa Procesos y Productos Alimenticios:

Tabla CX. **Resultados de encuestas**

Inciso	1	2	3	4	5
A	1	11	7	0	1
B	0	0	10	6	4
C	16	3	1	0	0
D	2	6	7	2	3
E	2	5	5	5	3
F	6	4	3	4	3

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados que se muestran en la tabla anterior, se procede a crear una gráfica por cada una de las preguntas realizadas. Esta representación de resultados permite observar de manera clara las necesidades de capacitación dentro de la empresa.

Figura 36. **Pregunta de inciso A**



Fuente: elaboración propia, con base en el resultado de la tabla CX.

Figura 37. **Pregunta de inciso B**



Fuente: elaboración propia, con base en el resultado de la tabla CX.

Figura 38. **Pregunta de inciso C**



Fuente: elaboración propia, con base en el resultado de la tabla CX.

Figura 39. **Pregunta de inciso D**



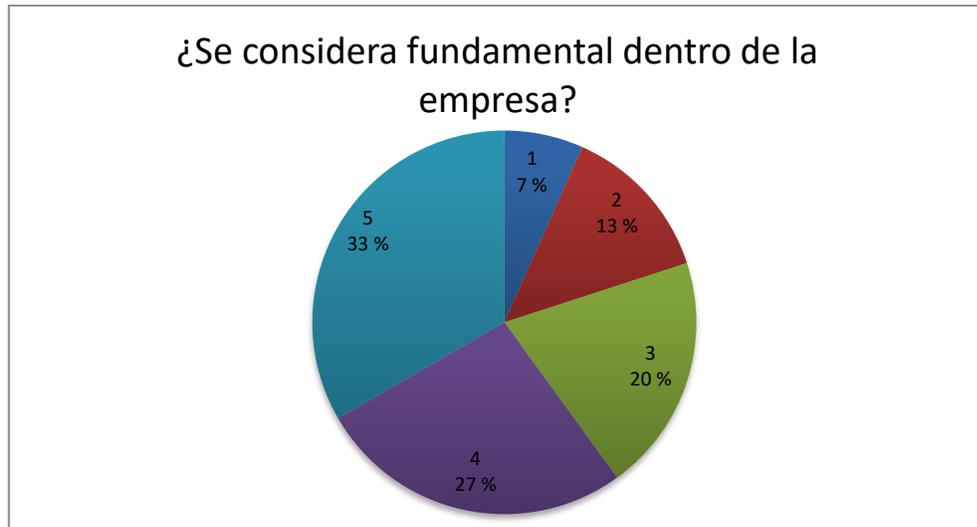
Fuente: elaboración propia, con base en el resultado de la tabla CX.

Figura 40. **Pregunta de inciso E**



Fuente: elaboración propia, con base en el resultado de la tabla CX.

Figura 41. **Pregunta de inciso F**

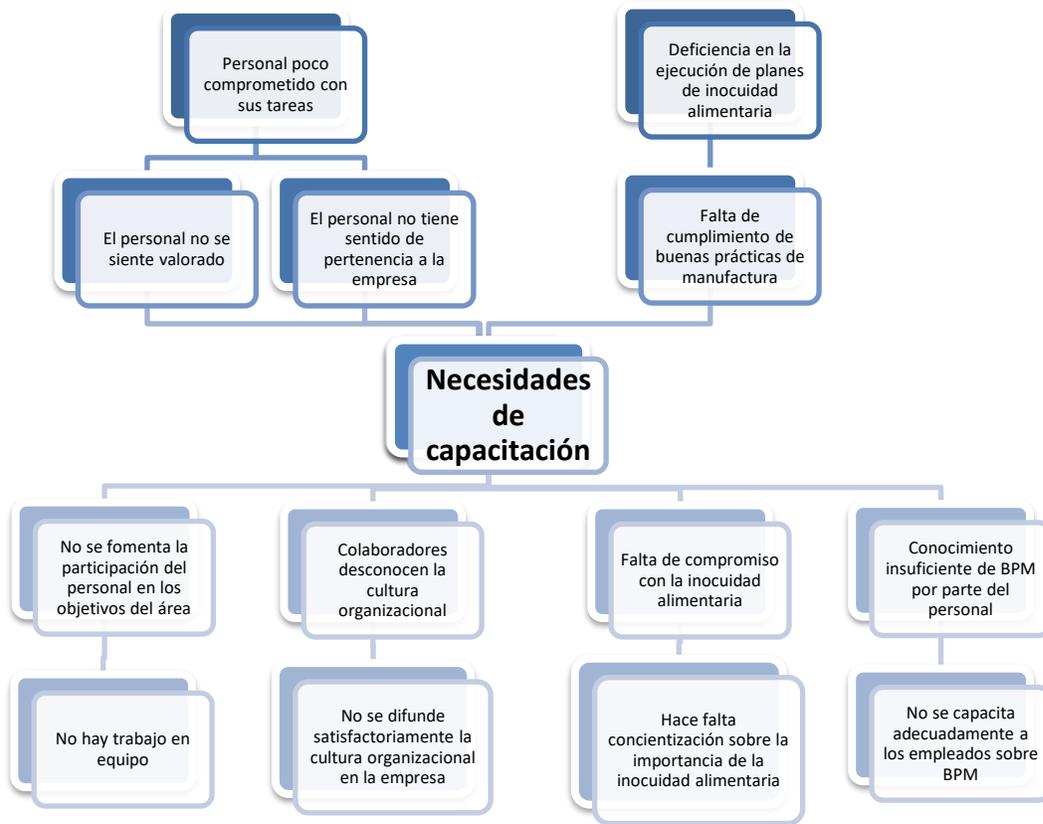


Fuente: elaboración propia, con base en el resultado de la tabla CX.

4.1.4. **Brechas de rendimiento**

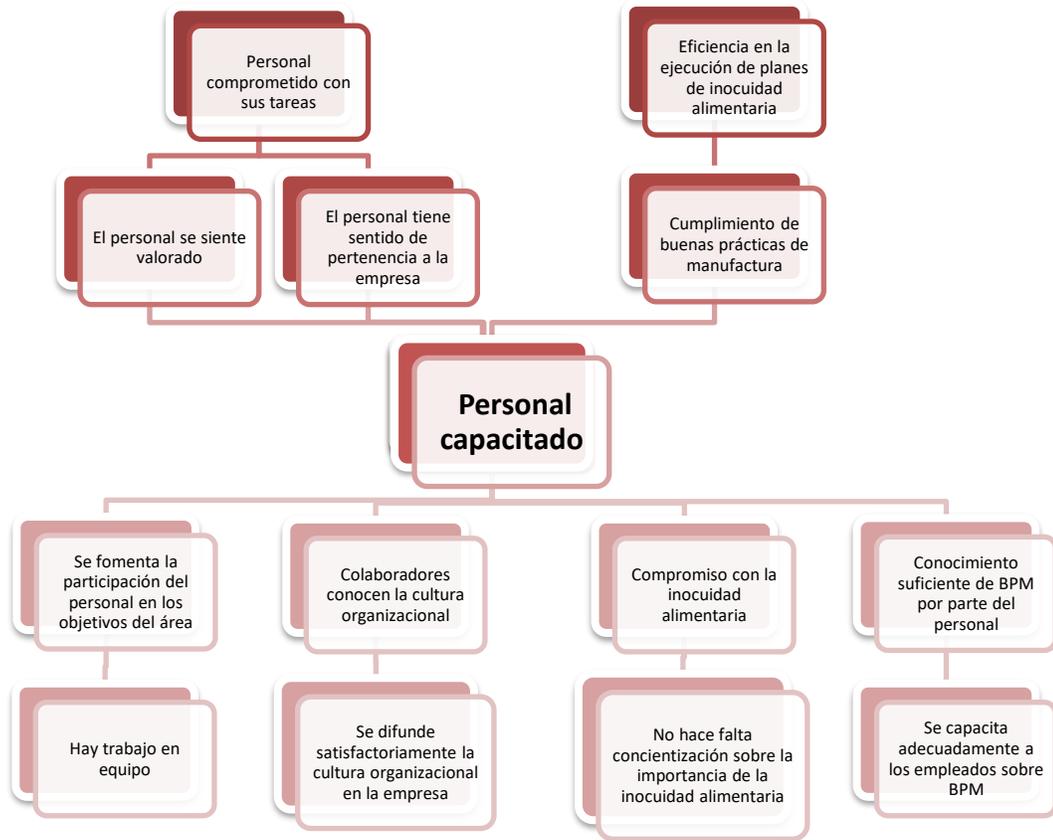
Al evaluar las competencias se establece que el comportamiento general de las gráficas está por debajo de la media. Este análisis se detalla a continuación con el árbol de problemas y objetivos.

Figura 42. **Árbol de problemas DNC**



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Árbol de objetivos DNC**



Fuente: elaboración propia.

4.1.5. **Temas de capacitación**

A continuación se detallan los temas que se proponen para capacitar en la empresa:

- Tema 1: importancia de la inocuidad en los procesos

Al ser una empresa de productos alimenticios, la inocuidad es de vital importancia para que el producto final sea seguro para su consumo. Se puede definir inocuidad como el conjunto de condiciones necesarias durante la preparación, almacenamiento y distribución de alimentos para asegurar que no contengan patógenos como bacterias, virus o parásitos que puedan causar enfermedades al consumidor final.

Por lo tanto, cada uno de los colaboradores debe acatar a cabalidad los parámetros de inocuidad establecidos para los procesos poniendo la atención necesaria, porque es la salud de los clientes y el prestigio de la empresa.

Tabla CXI. **Contenido de capacitaciones. Tema 1**

No.	Tema	Contenido
1	Inocuidad alimentaria	<ul style="list-style-type: none"> • Qué es inocuidad • La inocuidad en la industria alimentaria • Principales riesgos • Normas básicas • Nuestra responsabilidad y compromiso
2	Buenas prácticas de manufactura	<ul style="list-style-type: none"> • Qué son las BPM • Aplicación en la industria • Higiene en las plantas de alimentos • Higiene personal

Fuente: elaboración propia.

- Tema 2: importancia del puesto en la organización

Este tema tiene como objetivo la motivación del personal, que el personal se sienta valorado e importante en su puesto, para que realice con mayor eficiencia sus tareas y adquiera un sentido de pertenencia con la empresa. Este

tema también se encargará de fomentar la cultura organizacional para que los colaboradores se identifiquen con la misión, visión y valores de la institución.

Tabla CXII. Contenido de capacitaciones. Tema 2

No.	Tema	Contenido
1	Eres importante para nosotros	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente de trabajo positivo • Participación e involucramiento • Sentimiento de pertenencia • Retroalimentación
2	Tu papel en la cultura organizacional de PPA	<ul style="list-style-type: none"> • Misión y visión aplicados • Valores aplicados

Fuente: elaboración propia.

4.2. Plan de capacitación

En la siguiente tabla se presenta el plan de capacitación con los objetivos, temas, metodologías empleadas y recursos necesarios para su desarrollo.

Tabla CXIII. Plan de capacitación

No.	Objetivo	Temas	Metodología	Recursos
1	Hacer que el personal se comprometa con sus tareas mediante la motivación.	Capacitación a los operarios sobre un ambiente de trabajo positivo, sentimiento de pertenencia a la empresa y misión, visión y valores aplicados a la empresa.	Técnica expositiva	<ul style="list-style-type: none"> • Salón de conferencias • Proyector • Computadora • Material didáctico
2	Crear eficiencia en la ejecución de planes de inocuidad alimentaria.	Capacitación de operarios sobre los temas inocuidad alimentaria, normas, riesgos, higiene y buenas prácticas de manufactura.	Técnica demostrativa	<ul style="list-style-type: none"> • Sillas • Mesa • Pizarra

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se detallan los últimos elementos del plan de capacitación, representados en un diagrama de Gantt para visualizar la planificación de las capacitaciones y el responsable de la ejecución.

4.2.1. Cronograma de capacitaciones

En la siguiente tabla se describe el orden en que se proyecta ejecutar el plan de capacitación en un periodo de un año:

Tabla CXIV. Cronograma de capacitaciones

CAPACITACIÓN	MESES												RESPONSABLE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Inocuidad alimentaria														José Alejandro Castañeda
Buenas prácticas de manufactura														José Alejandro Castañeda
Eres importante para nosotros														Supervisor de producción
Tu papel en la cultura organizacional de PPA														Jefe de planta

Fuente: elaboración propia.

Para ejecutar las capacitaciones se aplican las metodologías siguientes:

- Técnica expositiva: se aplica para explicar el contenido de los temas de manera clara y precisa, señalando todos los elementos importantes.
- Técnica demostrativa: en los temas referentes a la inocuidad de los alimentos se enseñan prácticas de higiene en la planta e higiene personal.

4.3. Resultados de capacitación

En el transcurso de la realización del EPS se realizan dos de las cuatro capacitaciones propuestas, ambas impartidas por el estudiante, en las cuales se trata el tema de la inocuidad.

La capacitación sobre inocuidad alimentaria reafirma los conocimientos de los operarios, supervisores, jefes, conceptos importantes, peligros que pueden existir al no cuidar la inocuidad de los alimentos fabricados en la planta, así como las normas que rigen estas prácticas. Se obtiene una buena participación por parte de los colaboradores, logrando así aumentar el compromiso por cumplir con los parámetros de inocuidad que permiten a la organización brindar productos de calidad a sus clientes. La metodología aplicada en esta capacitación se centró en la técnica expositiva y la técnica interrogativa para lograr el objetivo de la capacitación.

En la capacitación sobre buenas prácticas de manufactura se muestran las diferentes prácticas que aplican a la industria alimentaria, tomando como prioridad las prácticas de higiene de las instalaciones y la higiene personal, por ser pilares fundamentales para asegurar la calidad de los productos. Se aplica la técnica demostrativa y expositiva, logrando así la interacción de los operarios en las prácticas presentadas.

Para las capacitaciones sobre motivación de personal y cultura organizacional se espera obtener una mayor participación. La finalidad es que los trabajadores se sientan importantes dentro de la organización, puedan aplicar los valores institucionales y ser más competentes en sus labores. En estas capacitaciones se busca motivar al operario y mostrar las diferentes mejoras que se proponen como la celebración de cumpleaños, los

campeonatos deportivos, entre otras propuestas. Al finalizar el plan de capacitación se le otorgará un certificado a cada colaborador, haciendo constar su participación en este proceso.

4.4. Costos de la propuesta

A continuación se detallan los costos estimados para ejecutar la propuesta.

4.4.1. Presupuesto

Para determinar los costos de la propuesta del plan de capacitación se estimaron los siguientes recursos humanos y materiales para las cuatro capacitaciones programadas.

- Costos fijos

Se necesita el sueldo del ingeniero encargado de manejar la propuesta, además de un equipo de proyector, sillas y una impresora.

Tabla CXV. Costos fijos

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Humano	Ingeniero	1	Q 7 000,00	Q 7 000,00	Q 84 000,00
Material	Sillas	10	Q 100,00	Q 1 000,00	Q 1 000,00
	Proyector	1	Q 2 000,00	Q 2 000,00	Q 2 000,00
	Impresora tinta continua	1	Q 1 900,00	Q 1 900,00	Q 1 900,00
Total			Q 11 000,00	Q 11 900,00	Q 88 900,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos variables

Es necesario imprimir los formatos de asistencia y los certificados de participación de los asistentes a las capacitaciones, se utiliza: hojas bond, grapas, tinta, lapiceros, refrigerios y certificados

Tabla CXVI. **Costos variables**

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Material	Resma de hojas bond	1	Q 30,00	Q 30,00	Q 120,00
	Folders	10	Q 2,00	Q 20,00	Q 80,00
	Lapiceros	10	Q 1,00	Q 10,00	Q 40,00
	Refrigerios	120	Q 15,00	Q 450,00	Q 1 400,00
	Marcadores de pizarra	5	Q 5,00	Q 25,00	Q 100,00
	Caja de grapas	1	Q 10,00	Q 10,00	Q 40,00
	Tinta	1	Q 100,00	Q 100,00	Q 400,00
Total			Q 142,00	Q 160,00	Q 2 180,00

Fuente: elaboración propia.

- Costo total

El costo total para la implementación de la fase de docencia de la empresa Procesos y Productos Alimenticios se detalla a continuación:

Tabla CXVII. **Total de costos**

Total de costos	
Total de costos fijos	Q 88 900,00
Total de costos variables	Q 2 180,00
Costo total	Q 91 080,00

Fuente: elaboración propia.

El tipo de cambio al día es de \$1,00, que equivale a Q7,85.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron varios indicadores que miden el rendimiento y la productividad en distintas perspectivas del proceso, según el volumen de producción de las diferentes líneas.
2. Se realizó un balance de líneas que consiste en el análisis de los procesos con más recurrencia dentro de la planta, para determinar oportunidades de mejora mediante índices de producción.
3. Se propone un plan para la reducción de costos de producción de las líneas, al lograr disminuir la cantidad de operarios y las horas laboradas, además de aumentar la productividad de la línea.
4. Se presenta un plan de mejoras para aplicar un fortalecimiento de la cultura organizacional mediante una evaluación de desempeño y acciones que pueden mejorar las condiciones de los operarios y su ambiente laboral.
5. Se realiza una propuesta de ahorro de agua para prevenir el desperdicio en la planta de producción, incluyendo acciones preventivas de algunas actividades que involucren este recurso.
6. Se hace una propuesta para el cambio de equipos sanitarios y se analizan los procesos que pueden tener acciones correctivas en los procedimientos que involucran el agua como recurso.

7. Se presenta un plan de capacitación para un año, con el tema de la importancia del puesto de trabajo en la organización, para implementar en la empresa.

8. Se instruye a los treinta operarios en dos ocasiones, como parte del plan de capacitación, sobre el tema de inocuidad y las buenas prácticas de manufactura dentro de la planta, debido al manejo de productos alimenticios.

RECOMENDACIONES

1. Iniciar recordando al gerente de producción que es necesaria la aplicación de los índices de productividad y rendimiento para notar cambios en la producción.
2. Recordar al jefe de planta que para el balance de líneas mediante el software ProTimeEstimation se producen los informes donde se calcula la media de cada procedimiento, con su respectiva desviación estándar para obtener el tiempo total del proceso.
3. Decir al jefe de recursos humanos que es importante realizar una disminución de costos con base en la mano de obra, lo cual implica tener una suposición de trece o catorce iteraciones para saber un número que, además de ser viable, sea factible para la capacidad de la planta.
4. Recordar a la asistente de recursos humanos la aplicación del plan de fortalecimiento de la cultura organizacional, lo cual es de suma importancia y debe realizarse lo más pronto posible, ya que es el cimiento para aplicar nuevas metodologías y mantener un ambiente de trabajo ameno y funcional.
5. Tomar en cuenta que para el jefe de sanitización, en el caso de la revisión de fugas, es posible revisar dentro de la planta. Sin embargo, esta no tenía más de un año de haber sido instalada y no se encontraron fugas en ninguna tubería visible.

6. Tener en cuenta que para el supervisor de piso es posible que los usos exagerados de agua en los procesos de producción se deban a la aplicación de conocimiento empírico de los procesos y no a una estricta formulación de los mismos en fichas técnicas.
7. Recordar al jefe de recursos humanos que el plan es necesario para que los operarios comprendan la importancia de su trabajo en la escala laboral, por ello es inminente que se practique el plan de capacitación como se establece en los siguientes 6 meses.
8. Decir al jefe de control de calidad que los operarios son muy consientes sobre las normas de inocuidad, sin embargo había una recurrencia de bacterias en uno de los productos, esto fue el ejemplo perfecto para comprobar la transmisión de agentes patógenos en los alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CABA VILLALOBOS, Naim; CHAMORRO ALTAHONA, Oswaldo; FONTALVO HERRERA, Tomás José. *Gestión de la producción y operaciones*. [en línea]. <http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55847.pdf>. [Consulta: noviembre de 2022].
2. CALDENTEY, Eugenio y PIZARRO, Claudio. *Administración de los alimentos*. [en línea]. <<https://www.azc.uam.mx/alumnos/tradeoff/docu/adm.pdf>>. [Consulta: noviembre de 2022].
3. CAÑAS, José. *Ergonomía en los sistemas de trabajo*. Granada: Unión General de Trabajadores (UGT). 2011. 160 p.
4. CHASE, Richard. *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. 12a ed. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S. A., 2016. 776 p.
5. Ecokil. *MIP en industria alimentaria 2016*. [en línea]. <<http://www.uic.org.ar/portal/wp-content/uploads/2016/08/CharlaMIP2016.pdf>>. [Consulta: noviembre de 2022].

6. FAO. *Formulación y fabricación de los alimentos*. [en línea]. <<https://www.fao.org/3/Y1453S/y1453s0c.htm>>. [Consulta: noviembre de 2022].
7. FONSECA, Martha. *Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional*. Cuba: Revista Cubana de Enfermería. 2006. 5 p.
8. GORRITI BONTIGUI, Miguel. *La evaluación del desempeño: concepto, criterios y métodos*. [en línea]. <<https://www.vitoria-gasteiz.org/http/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/22/22/2222.pdf>>. [Consulta: noviembre de 2022].
9. Idiazvi. *Evaluación del desempeño*. [en línea]. <<https://ldiazvi.webs.ull.es/desempe.pdf>>. [Consulta: noviembre de 2022].
10. MARTÍN-ANDINO, Ramón. *Cadena de suministros (SCM)*. Sevilla: EOI - Escuela de Negocios. 2008. 45 p.
11. MULLER, Max. *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2005. 229 p.
12. VOYCEST, Edgar; VRECA, Edgar. *Cadena de abastecimiento. Gestión de entornos competitivos*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2009. 32 p.
13. ZAPATA, Julian. *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Medellín: Centro Editorial Esumer. 2014. 66 p.