

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE POLIVALENCIA ILUO PARA INCREMENTAR SUS NIVELES DE PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PANIFICADORA, CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Bach. Aurelio Smit Bello Olivos

Bach. Müller Jhosymar Castrejón Pizán

Asesor:

Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

2019

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.15	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 158
FECHA DE VIGENCIA	08/02/2019				



DEDICATORIA

A mis padres María e Pedro, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de estudios universitarios con bases sólidas en valores y haberme enseñado con sus valores además de enseñarme con su ejemplo que todo lo anhelado se puede conseguir.

Aurelio Bello Olivos

Esta tesis se la dedico a Dios quien me guio por el buen camino, me dio las fuerzas necesarias para poder seguir momentos difíciles, enseñándome a sobreponerme a las adversidades sin perder la dignidad mucho menos darme por vencido.

A mis padres y madrina por su apoyo, comprensión, amor, por ayudarme en los momentos difíciles y con los recursos económicos en mi formación académicos quienes por ellos soy lo que soy. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi coraje para conseguir mis objetivos trazados.

Jhosymar Castrejón Pizán

AGRADECIMIENTO

A dios por haberme dado la sabiduría, en el entendimiento y la fortaleza para superar los obstáculos permitiéndome cumplir como algo muy anhelado que desee conseguir.

Aurelio Bello Olivos

Gracias a Dios por permitir contar con el apoyo de mi familia, vivir y disfrutar de la vida. Agradecer a mis padres y madrina quienes fueron los pilares de mi formación académica y los que impulsaron la decisión de emprender este proyecto, gracias a mis hermanos, amigos y demás familiares por ayudarme a cumplir con excelencia el desarrollo de esta tesis, gracias a todos por creer y confiar en mí.

El camino no ha sido sencillo hasta el momento, pero gracias a su apoyo, amor y contribución, el camino para lograr la meta ha sido más sencillo. Agradecer también aquellos que invirtieron su tiempo en mejorar este proyecto. Hago presente mi gran afecto hacia todos ustedes.

Jhosymar Castrejón Pizán

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Tipo de investigación	16
2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	16
2.3. Procedimiento	18
CAPÍTULO III. RESULTADOS	19
3.1. Datos generales de la empresa	19
3.1.1. <i>Misión</i>	19
3.1.2. <i>Visión</i>	19
3.1.3. <i>Productos que ofrece</i>	19
3.1.4. <i>Proveedores</i>	19
3.2. Diagnóstico Situacional de la empresa.....	20
3.2.1. <i>Mapa de Procesos</i>	21
3.2.2. <i>Diagnóstico Situacional de los Procesos</i>	22
3.2.3. <i>Diagrama Ishikawa</i>	27
3.2.4. <i>Flujograma de Procesos</i>	29
3.2.5. <i>Diagrama Analítico de procesos de producción</i>	31
3.2.6. <i>Diagrama de recorrido</i>	32
3.2.7. <i>Proceso Productivo</i>	33
3.3. Diagnóstico de resultados de Indicadores	34
3.3.1. <i>Matriz de Polivalencia ILUO</i>	34
3.3.1.1. <i>Método (Escala ILUO):</i>	35
3.3.1.2. <i>Características de los niveles (De la Cruz Cruz, 2010)</i>	35
3.3.1.3. <i>Forma de evaluación de los operarios</i>	36
3.3.1.4. <i>Capacitación en las Instrucciones de trabajo</i>	36
3.3.1.5. <i>Seguimiento de la Matriz:</i>	37
3.3.1.6. <i>Matriz ILUO</i>	39
3.3.1.7. <i>Medición ILUO</i>	40
3.3.2. <i>Manuales: 5's, Jidoka y Poka Yoke</i>	44
3.3.3. <i>Estudio de Tiempos</i>	45
3.3.4. <i>Variable Independiente Matriz de polivalencia ILUO (Procesos)</i>	51
3.3.4.1. <i>Velocidad de Producción</i>	51
3.3.4.2. <i>Eficiencia Operativa – Diagrama de procesos</i>	53
3.3.4.3. <i>Actividades Productivas e Improductivas</i>	56
3.3.4.4. <i>Cálculo de productos defectuosos</i>	57
3.3.5. <i>Variable Dependiente: Productividad</i>	59
3.3.5.1. <i>Balance de materia prima – Eficiencia física de materia prima</i>	59

3.3.5.2.	<i>Productividad de mano de obra.</i>	62
3.3.5.3.	<i>Productividad respecto a materia prima.</i>	63
3.3.5.4.	<i>Eficiencia Económica.</i>	64
3.4.	Diseño de la propuesta de mejora.	68
3.4.1.	<i>Resultado del diagnóstico</i>	69
3.4.1.1.	<i>Matriz de Polivalencia ILUO.</i>	69
3.4.2.	<i>Resultados de la mejora</i>	92
3.4.2.1.	<i>Variable Independiente: Matriz de polivalencia ILUO (Procesos) ...</i>	98
3.4.2.2.	<i>Variable dependiente (Producción).</i>	114
3.4.2.3.	<i>Propuesta de compra.</i>	119
3.4.3.	<i>Eficiencia Económica.</i>	121
3.4.4.	<i>Análisis costos Beneficio.</i>	124
3.4.4.1.	<i>Evaluación Costo – Beneficio VAN, TIR E IR.</i>	142
CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		144
REFERENCIAS		148
ANEXOS		149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnica de recolección de datos.....	16
Tabla 2: Procesamiento de Indicadores.....	18
Tabla 3: Instrumentos empleados en la Investigación.....	18
Tabla 4: Métodos e instrumentos empleados en la Investigación.....	18
Tabla 5: Merma por batch.....	20
Tabla 6: Ventas anuales del año 2018.....	22
Tabla 7: Operaciones de los procesos de producción con grado de dificultad.....	40
Tabla 8: ILUO de la empresa.....	41
Tabla 9: Numero de Observaciones (Tiempos en minutos).....	45
Tabla 10: Tiempo de producción promedio para la elaboración del pan Torta.....	51
Tabla 11: Tiempo de producción promedio para la elaboración del pan Yema.....	51
Tabla 12: Tiempo de producción promedio para la elaboración del pan Hamburguesa.....	52
Tabla 13: Precios de pan en tienda.....	64
Tabla 14: Ventas Históricas del año 2018.....	64
Tabla 15: Costo de producción.....	65
Tabla 16: pérdida de merma expresado en soles.....	65
Tabla 17: Variable Independiente (Matriz de Polivalencia).....	66
Tabla 18: Variable Dependiente (Productividad).....	67
Tabla 19: Resultado de evaluación teórica por módulo.....	70
Tabla 20: Resultados de evaluación práctica por módulo.....	71
Tabla 21: Efectividad de capacitación teórica y calificación promedio por módulo.....	72
Tabla 22: Efectividad de capacitación práctica y calificación promedio por módulo.....	72
Tabla 23: Matriz de Polivalencia ILUO final.....	74
Tabla 24: Encuesta al personal.....	80
Tabla 25: Encuesta de conocimientos.....	80
Tabla 26: Materiales Innecesarios.....	82
Tabla 27: Implementación de SEISO.....	83
Tabla 28: Asignación de Habilidades.....	85
Tabla 29: Controles por operación.....	85
Tabla 30: Beneficio obtenidos en puntos críticos con la aplicación de Jidoka.....	87
Tabla 31: Tabla de tolerancia en la elaboración del pan.....	88
Tabla 32: Operación de responsable de las especificaciones.....	88
Tabla 33: Tabla de controles para los procesos.....	88
Tabla 34: Beneficios obtenidos en puntos críticos con la aplicación de Poka Yoke.....	90
Tabla 35: Esquema de registro y organización de ideas de mecanismos Poka Yoke.....	91
Tabla 36: Número de observaciones mejorados.....	92
Tabla 37: Tiempo de producción promedio para la elaboración de pan Torta.....	98
Tabla 38: Tiempo de producción promedio para la elaboración de pan Yema.....	98
Tabla 39: Tiempo de producción promedio para la elaboración de pan Hamburguesa.....	99
Tabla 40:.....	104
Tabla 41: Porcentaje de Tolerancias.....	109
Tabla 42: Costo de producción después de la mejora.....	121
Tabla 43: Merma convertida en soles.....	121
Tabla 44: Variable Independiente.....	122
Tabla 45 Variable Dependiente.....	123
Tabla 46: Inversión de Activos Tangibles.....	124
Tabla 47: Otros gastos.....	125
Tabla 48: Gastos de Capacitación.....	125
Tabla 49: Costos Proyectados en 5 años.....	140
Tabla 50: Evaluación Costo Beneficio VAN, TIR e IR.....	142
Tabla 51: Costos por no incurrir en el diseño de propuesta de mejora.....	142
Tabla 52: Ingresos Proyectados.....	142
Tabla 53: Flujo de caja neto proyectado.....	143
Tabla 54: Indicadores Económicos.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Guía de observaciones	17
Figura 2: Diagrama Pareto de merma.....	20
Figura 3: Mapa de procesos de la empresa en estudio.....	21
Figura 4: Datos Históricos de la empresa (Ventas 2018)	22
Figura 5: Tiempos muertos y desorden en el área de trabajo.	23
Figura 6: Diagrama Ishikawa.....	27
Figura 7: Flujograma.	30
Figura 8: Diagrama Analítico de procesos.	31
Figura 9: Diagrama de recorrido de operaciones.....	32
Figura 10: Proceso Productivo.	33
Figura 11: Seguimiento de la Matriz de Polivalencia ILUO.....	37
Figura 12: Matriz de Polivalencia ILUO (Ejemplo)	39
Figura 13: Medición ILUO	40
Figura 14: Diagrama pastel 1x4	43
Figura 15: Diagrama pastel 4x1	43
Figura 16: Medición ILUO por operario.....	44
Figura 17: Operaciones de proceso de elaboración.....	45
Figura 18: Diagrama de procesos del pan Torta.....	53
Figura 19: Diagrama de procesos del pan de Yema.....	54
Figura 20: Diagrama de Procesos del pan Hamburguesa.	55
Figura 21: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Torta.	60
Figura 22: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Yema.	61
Figura 23: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Hamburguesa.....	62
Figura 24: Diseño de propuesta de mejora.	68
Figura 25: Efectividad de la capacitación y calificación promedio en la evaluación teórica.	73
Figura 26: Efectividad de la capacitación y calificación promedio en la evaluación práctica.	73
Figura 27: comparación de operarios aprobados en la prueba teórica vs los operarios aprobados en la prueba práctica.	73
Figura 28: Diagrama pastel 1x4 después de la mejora	76
Figura 29: Diagrama pastel 4x1 después de las capacitaciones.....	76
Figura 30: Calculadora Check list 5's.....	79
Figura 31: Resultado del check list 5's.....	79
Figura 32: Resultados de encuesta de conocimiento laboral	81
Figura 33: Procesos SEIRI.....	81
Figura 34: Señalización.....	84
Figura 35: Diagrama de Operaciones de pan Torta.....	100
Figura 36: Diagrama de operaciones de pan Yema.	101
Figura 37: Diagrama de operaciones de pan Hamburguesa.	102
Figura 38: Sistema de valoración Westinghouse.....	104
Figura 39: Sistema de suplementos por descanso.	108
Figura 40: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Torta.....	115
Figura 41: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Yema.....	116
Figura 42: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Hamburguesa.....	117
Figura 43: Ficha técnica de cámara fermentadora	119
Figura 44: Costo de cámara fermentadora.	119
Figura 45: Monta carga	120
Figura 46: Flujo de caja neto proyectada(grafica).....	143

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: 1x4:	43
Ecuación 2: 4x1:	43
Ecuación 3: Número de observaciones requeridas.	50
Ecuación 4: Actividades Productivas:	56
Ecuación 5: Actividades Improductivas:.....	56
Ecuación 6: Fórmula para calcular la muestra	57
Ecuación 7: Fórmula para calcular las unidades defectuosas.	58
Ecuación 8: Fórmula para calcular la merma expresada en soles	58
Ecuación 9: Eficiencia física	59
Ecuación 10: Productividad de mano de mano de obra.	62
Ecuación 11: Productividad de materia prima.....	63
Ecuación 12: 1x4 después de las capacitaciones.....	76
Ecuación 13: 4x1 después de las capacitaciones.....	76
Ecuación 14: Actividades productivas después de la mejora	103
Ecuación 15: Actividades Improductivas después de la mejora	103
Ecuación 16: Formula WACC	143
Ecuación 17: Formula Ke	143

RESUMEN

La presente investigación nace de la necesidad de mejorar el desempeño de los operarios en una empresa panificadora la cual produce, vende y distribuye en la región. Se evalúa la producción de los tres tipos de pan con mayor producción y así mismo mayor número de productos defectuosos los cuales son de torta, yema y hamburguesa; con la implementación de la propuesta se propone mejorar el proceso de producción y el desempeño de los operarios para reducir costos y mejorar calidad de los productos, con la finalidad mantenerse posicionada en el mercado. En la propuesta de mejora se plantea la implementación de la matriz de polivalencia ILUO, Manual 5'S, las herramientas JIDOKA y POKA YOKE. Mediante las cuales se realiza un diagnóstico situacional de la empresa en primera instancia, donde se detectó que no cuenta con áreas de trabajo establecidas, el uso inadecuado que se le da a la maquinaria por parte de los operarios, la diferencia de destreza de los operarios y la mala organización en la supervisión de la línea de producción. Con la propuesta de implementación de la metodología en mención se mejoró los indicadores de las variables en estudio en los tres tipos de pan la velocidad de producción en el pan hamburguesa disminuye en 12:44 min/ batch, la eficiencia operativa de las actividades productivas mejora 4.1% en pan torta y en las actividades improductivas disminuye en 3.1% en pan yema, el tiempo ocioso disminuye 244 min en el pan hamburguesa, la eficiencia de la línea de trabajo en el pan yema mejora 42%, la merma disminuye en un 6% en el pan tipo torta y hamburguesa, la versatilidad (1x4) de la matriz de polivalencia ILUO consiste en el dominio de 4 o más operaciones con un nivel O por un operario donde se incrementa en un 37.5% y el dominio de operaciones (4x1) consiste en que 4 o más operarios puedan dominar con un nivel O una operación la cual se incrementa en un 60%, la productividad de mano de obra mejora en 0.07 kg/h-H. Finalmente, se evaluará el impacto económico de la propuesta de implementación de mejora, mediante el análisis costo - beneficio esto permite en términos económicos medir la rentabilidad de la propuesta; además de evidenciar las conclusiones y recomendaciones para el sostenimiento de la empresa.

Palabras clave: Producción, calidad, eficiencia, tiempos muertos, procesos, métodos, mejora continua.

ABSTRAC

This investigation arises from the need to improve the processes of a company dedicated to the bakery industry which produces, sells and distributes in the region. It evaluates the production of the three types of bread with the highest demand which are cake, yolk and hamburger, with this study we propose to the company to improve its production process for the reduction of costs and to improve quality of its products, with the purpose of remaining positioned in the baking market.

In the improvement proposal, the implementation of the polyvalent matrix ILUO, Manual 5's, the JIDOKA and POKA YOKE tools is proposed. By means of which a situational diagnosis of the company is made, where the following problems were detected such as not establishing their work areas, the inefficient use given to the machinery by the operators, the difference of skill of the operators and poor organization in the supervision of the production line.

With the proposed implementation of the methodology in mention the indicators of the variables under study were improved in the three types of bread, the speed of production in the hamburger bread decreases in 12:44 min / batch, the operative efficiency of the productive activities improves 4.1% in bread cake and in unproductive activities decreases by 3.1% in yolk bread, idle time decreases 244 min in the hamburger bread, the efficiency of the line of work in the bread yolk improves 42%, the shrinkage decreases by 6 % in cake and hamburger breads, labor productivity improves by 0.07 kg / h-H.

Finally, the economic impact of the improvement implementation proposal will be evaluated, through the cost - benefit analysis this allows in economic terms to measure the profitability of the proposal; besides evidencing the conclusions and recommendations for the support of the company.

Keywords: production, quality, efficiency, downtime, processes, methods, continuous improvement.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Con la evolución de la humanidad, el pan ha sido un alimento básico de producción masiva, ha estado presente en conquistas, revoluciones, civilizaciones, descubrimientos, es decir formando parte de la cultura universal del hombre desde los lugares con mayor influencia hasta los lugares más recónditos del mundo. Siendo en la actualidad, Alemania el país que lidera en el consumo del pan en el mundo, seguido por España en Europa y Chile, Argentina en América Latina.

La gran acogida que tiene este producto en el continente europeo, hace que su producción sea masiva lo cual hace tentativa la inversión en este rubro. Según los últimos datos disponibles a nivel internacional de los años 2010-2015 recalcan que Alemania es el país donde más pan se consume, con un índice de per cápita de 110 kilos por persona al año. Puede parecer mucho, sin embargo, es de los pocos lugares del planeta donde los niveles superan el mínimo aconsejable por la Organización Mundial de la Salud, que recomienda consumir 90 kilos al año de este alimento básico para nuestra correcta nutrición. (Salud, s.f.) Cabe mencionar que la variedad más famosa de pan en ese país es el *pretzel* o también llamado Bretzel; un pan suave horneado que se caracteriza por su forma de lazo además de una textura suave y un sabor poco salado. Su origen parece estar relacionado con las festividades celtas que se realizaban al inicio de la primavera y su nombre proviene de la tradición católica del sur de Alemania en el que se utilizaban los palmbrezel para adornar las palmas que se llevaban a bendecir a la iglesia el Domingo de Ramos. (Ariel, 2014).

El sector de la panificación es uno de los más versátiles del mercado, el cual se vuelve cada vez más importante en supermercados y retails, en los últimos años es común que este producto sea elaborado en estos establecimientos. El porcentaje de consumo en el Perú es bajo comparándolo con el de otros países con 35 kg per cápita al año, ubicándolo en un séptimo lugar en el ranking de América Latina.

En el Perú existen diversas variedades de pan las cuales tienen características específicas de acuerdo a cada región, los departamentos con mayor consumo de este producto son Cajamarca, el cual se va consolidando como la región con mayor consumo de pan en el norte del Perú; en la sierra central Huancayo es la que más sobresale y en el sur del país destaca Arequipa mientras que aquellos con menor consumo son San Martín, Madre de Dios, Ucayali y Piura. (Inei, 2018).

La empresa en estudio se enfrenta a diferentes problemas dentro del proceso de producción de pan, estos generan que en el transcurso del proceso se obtenga merma; ver tabla 5. En el área de producción no se brinda a los operarios condiciones en buen estado como estaciones de trabajo fijas, esto no les permite desarrollar sus labores adecuadamente generando paradas improductivas durante el proceso. Además, el uso incorrecto de la maquinaria por parte de los operarios, no permite que el rendimiento de éstas sea el óptimo, afectando las propiedades físicas-químicas del pan. Otro problema es la diferencia de destrezas entre

operarios, se evidencia en los tiempos al realizar las operaciones de formado y boleado, obteniéndose un producto con diferentes características. Por último, la mala organización no permite realizar una adecuada supervisión a los operarios descuidando la línea de producción; conllevando que la productividad no sea la esperada.

El no contar con el personal adecuado genera excesiva merma y tiempos muertos, este problema se soluciona con la implementación de la matriz de polivalencia ILUO la cual es reforzada con herramientas como 5'S, SMED y TPM, con el fin de transferir conocimiento a las áreas afectadas dentro de la empresa, se desarrollaron instrumentos y preguntas de investigación con lo cual se obtienen resultados favorables con lo cual se considera la matriz de polivalencia ILUO una herramienta de medida del aprendizaje y de esta manera gestionar la retroalimentación mediante la cual los operarios están en constante evolución (De La Cruz Cruz, 2013).

El problema de diferencia de destrezas entre los operarios se puede solucionar convirtiendo el conocimiento en un recurso, de tal manera que se convierta en valor añadido para la empresa, es necesario establecer procedimientos formales que permitan identificar, organizar y difundir el conocimiento. Lo cual se puede realizar mediante la aplicación de la matriz de polivalencia ILUO que permite medir el nivel de polivalencia y el desempeño de las enfermeras, a través de este se puede controlar el nivel de desempeño de los trabajadores y saber cuáles requieren capacitación y específicamente en qué áreas, según lo muestra (Junyent Iglesias, 2013).

Según (Liker & Meier, 2006), dice que la matriz de polivalencia ILUO es un término empleado para resumir un conjunto de habilidades esenciales que los operarios necesitan para funcionar con confianza en una estación de trabajo y/o posición orientada a prestar un servicio. Mediante esta matriz se mejora el desempeño de los operarios a través de mediciones, las cuales sirven para capacitarlos de acuerdo al nivel en que se encuentren, buscando principalmente la corrección de errores durante el proceso, del mismo modo los operarios logran ser polivalentes capaces de realizar cualquier operación dentro de la línea de producción, mejorando su desempeño, consiguiendo reducir los tiempos muertos y merma obtenida durante el proceso, con el uso de esta herramienta se puede solucionar el problema de diferencia de destrezas de los operarios, logrando mejorar la línea de producción.

Éstos problemas se pueden solucionar con el aprovechamiento de recursos tales como insumos, materia prima, mano de obra y maquinaria mediante la aplicación de la metodología 5'S, JIDOKA y POKA YOKE; lo cual permite incrementar la productividad de la línea de producción, teniendo como prioridad la reducción de costos y el incremento de la calidad del producto final, logrando minimizar las paradas improductivas, aprovechar el máximo la capacidad de la planta, incrementar la productividad de la mano de obra y materia prima, según lo muestra (Álvarez & Jara, 2014).

Otra forma de dar solución a los problemas mencionados según (Cabrejos Nuñez & Vargas Marín, 2016), implementando el manual 5'S, manual de organización de funciones, manual de motivación, manual de procedimientos y también se debe reforzar el funcionamiento de

todas las áreas; mejorando el desempeño de sus operarios en los cuales se evidencia diferencias en la destreza al efectuar las operaciones, mejorar el orden de las herramientas y utensilios lo cual disminuye los excesivos tiempos muertos, mejora la limpieza; con el fin de desarrollar un ambiente de trabajo óptimo, logrando mejorar la productividad.

Eliminando actividades innecesarias en el proceso de producción, permitiendo que los operarios puedan tener estaciones de trabajo limpias, ordenadas, seguras y agradables también se pueden solucionar los problemas mencionados, según (Bautista Vásquez & Huamán Tanta, 2018). Esto se logra mediante una correcta implementación de las herramientas de manufactura esbelta, el check list 9'S; a través de la metodología mencionada se logra mejorar la eficiencia de los operarios, maquinaria y procesos; además de disminuir la merma y los tiempos muertos durante el proceso, lo cual permite incrementar la rentabilidad de la empresa. Proceso es definido según (Bravo, 2009), como un conjunto de actividades, interacciones y recursos con una finalidad común: transformar las entradas en salidas que agreguen valor a los clientes. El cual es realizado por personas organizadas según una cierta estructura, las cuales cuentan con tecnología de apoyo e información. En cambio, según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) dice que se refiere a una parte cualquiera de una organización que toma insumos y los transforma en productos que tendrán un valor agregado al final de esta. Ambos autores coinciden que el proceso consiste en la transformación de insumos a los cuales se les da un valor agregado. Según (Meza, 2015), La productividad expresa la relación que tiene los bienes, los servicios que se produce (producción) y la cantidad de la mano de obra, capital, energía y recursos que son indispensables para realizar nuestra producción. Para tener un control de la productividad se lo realiza mediante la medición de desempeño Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, Administración de Operaciones. Cadena y producción de suministros, 2009), La medida más común de la productividad es la utilización. Esta es la proporción de tiempo que un recurso es usado de hecho en relación con el tiempo que está disponible para su uso. La utilización siempre se mide en relación con algún recurso; por ejemplo, la utilización del trabajo directo o la utilización de una máquina como recurso. El balance de línea es una herramienta de gran eficacia, donde se ve las operaciones consecutivas trabajando al mismo tiempo. También ayuda a determinar el número ideal de operadores que se debe asignar a una línea de producción, según (Freivalds & Nievel, 2009). El diagrama de flujo según (Niebel & Frievalds, 2009) muestra detalladamente el proceso de producción, para lo cual se utiliza símbolos para las operaciones un círculo, la inspección es representada por un cuadrado, una flecha pequeña significa transporte, una letra D mayúscula representa un retraso y finalmente un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento. El diagrama de causa-efecto es un método gráfico que relaciona un problema con sus causas que lo generan; con esto se logra determinar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evite el error al buscar la manera directa a de la solución según (Pulido & Salazar, 2009). Según (Ucha, 2011) el Flujograma, es una muestra visual de una línea de procesos el consiste en representar gráficamente, situaciones, hechos, movimientos y relaciones de todo

tipo a partir de símbolos. El proceso productivo según (Ucha, 2011) designa a aquella serie de operaciones que se llevan a cabo y que son ampliamente necesarias para concretar la producción de un bien o de un servicio.

El presente estudio de investigación servirá como un antecedente para aquellos estudiantes que deseen realizar investigaciones sobre la matriz de polivalencia ILUO y reforzada con las herramientas 5'S, Poka Yoke y Jidoka; a través de la implementación se mejora el desempeño de los operarios, incrementar la eficiencia de la línea de procesos, mejorar los niveles de productividad, reducir costos, mejorar la calidad del pan, maximizar la ganancia obteniendo una mayor rentabilidad y sobre todo elevar los niveles de satisfacción del cliente. A través de esto se pone en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera de Ingeniería Industrial. Esta investigación se diferencia de las mencionadas anteriormente, debido a que se dar un seguimiento continuo de la línea de producción buscando que sea sostenible con el tiempo. Por el contrario, en las investigaciones mencionadas solo se utilizan manuales de capacitación del personal y no es reforzado con un programa de evaluación de adiestramiento del personal como la matriz de Polivalencia-ILUO, así obteniéndose resultados más cercanos a la realidad del desempeño de los trabajadores, el cual permite capacitarlo y asesorarlo en mejorar sus técnicas de trabajo lo cual disminuye los errores en la línea de producción.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de implementación de la matriz de polivalencia ILUO incrementará sus niveles de productividad en una empresa panificadora, Cajamarca 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de implementación de la matriz de polivalencia para incrementar los niveles de productividad en una empresa panificadora, Cajamarca 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los procesos de la línea de producción del pan de la empresa en estudio
- Analizar la productividad de la línea de producción del pan de la empresa en estudio
- Proponer el diseño de la implementación de la matriz de polivalencia ILUO en la línea de producción de pan de la empresa en estudio.
- Medir los indicadores obtenidos mediante la propuesta de mejora y comparar su productividad con la situación inicial de la empresa.
- Evaluar la viabilidad de la investigación mediante el análisis costo - beneficio que tendrá la propuesta de mejora en la empresa en estudio.

1.4. Hipótesis

Al implementar la matriz de polivalencia ILUO para la mejora de procesos en la línea de producción del pan, incrementará los niveles de productividad

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Investigación Pre experimental, correlacional, cuantitativa y transversal

Diseño Transversal:

Estudio	N°
Operarios	16

Unidad de estudio:

El área de procesos de la empresa en estudio durante el año 2018.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para analizar la situación actual de la empresa en estudio, se requirió técnicas que ayuden a recaudar toda la información posible. Así que se planteó recolectarlo con los siguientes métodos:

Tabla 1: Técnica de recolección de datos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en:
Cuestionario	Permite determinar la forma en la que se están llevando los procesos de producción en la empresa.	Ficha de Cuestionario	Operarios de la empresa en estudio.
Observación directa	Se observa la participación de cada uno de los operarios a la hora de ejercer su labor en los procesos de producción de la empresa.	Guía de Observación. Cuaderno de apuntes. Cronómetro.	Todo el personal del área de producción de la empresa en estudio.

Fuente: Elaboración propia

Ficha de Cuestionario

Objetivo: Conocer la situación actual de la empresa, mediante el cuestionario que se les aplicara a los operarios de la empresa.

Preparación del cuestionario:

Realizar las preguntas a los operarios de Producción (16 operarios), teniendo en cuenta la posición que ocupa cada uno de ellos en la organización.

El tiempo del cuestionario durara 15 minutos por cada uno de ellos en diferentes días sin interrumpir su labor de trabajo drásticamente.

El lugar donde se hará la entrevista será en la empresa en estudio.

Secuela de Entrevista

Escribir los resultados en un cuaderno de apuntes

Archivar los resultados del cuestionario para futuros análisis.

Instrumentos:

Cuaderno de Apuntes.

Cámara Fotográfica.

Lapiceros.

Observación directa:

Guía de observación:

GUIA DE OBSERVACIÓN							
Fecha:	Numero de operarios:	INICIO:		HORA FINALIZADO:			
ÁREA	DESCRIPCIÓN	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO	TRABAJO	
PANADERIA	Se respeta el horario					MANUAL	MECANIZADO
	Área de trabajo						
	Comportamiento de la maquinaria						
	Proceso Productivo						
	Tiempos Muertos						
	Parametros de Control						
	Destreza de los trabajadores						
	Desperdicios de Insumos						
	Estructura Organizacional						
	Ergonomia						
	Especificacion de procesos						
	Especificacion del puesto de trabajo						
	Tiempos estandarizados - Hombre						
	Insumos y herramientas al alcance de los operarios						
	Tiempos estandarizados - Maquina						
	Productividad - Hombre						
	Productividad - Maquina						
	Traslado en el area						
	Clima Laboral						
	Motivación del Personal						
Respeto de los pasos definidos							
Manipulacion de maquinas							
Salubridad							
Supervisión							
Observaciones:							

Figura 1: Guía de observaciones

2.3. Procedimiento

Tabla 2: Procesamiento de Indicadores

INDICADOR	MÉTODOS	INSTRUMENTO
Procesos	Diagrama Ishikawa	Office 2010:
Productividad	Matriz de Polivalencia ILUO	Microsoft Visio
Velocidad de Producción	Registro de análisis	Flujograma
Tiempo Normal	Estudio de tiempos	Toma de tiempos continua (Cronometro)
Tiempo Estándar	Estudio de tiempos	Toma de tiempos a cero (Cronometro)
Tiempo muerto	Estudio de tiempos	Toma de tiempos de descansos. (Cronometro) Diagrama de Recorrido
Merma del producto en el proceso de fermentado y horneado	Matriz de Polivalencia ILUO	Registro de fermentación y horneado del pan. Microsoft Excel
Eficiencia física de Materia Prima	Análisis de datos	Calculadoras, Microsoft Excel
Productividad de materia Prima	Matriz de Polivalencia ILUO	Calculadoras, Microsoft Excel
Productividad de Mano de Obra	Matriz de Polivalencia ILUO	
Producto conforme	Matriz de Polivalencia ILUO	Recopilación de Información
Producto no conforme	Matriz de Polivalencia ILUO	Microsoft Excel

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Instrumentos empleados en la Investigación

Método	Fuente	Técnica
Observación	Primaria	Análisis de información
	Primaria	Guía de Observación
Cuantitativo	Primaria	Toma de tiempos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Métodos e instrumentos empleados en la Investigación

INSTRUMENTOS	JUSTIFICACIÓN
Microsoft Visio	Permitirá la elaboración de los diferentes gráficos recolectados del análisis de datos
Microsoft Excel	Permitirá elaborar las diferentes tablas para los registros de la investigación
Microsoft Word	Permitirá redactar la presente Investigación.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Datos generales de la empresa

Nombre de la empresa: Inversiones el Trigal S.A.

Sector Económico: Panificadora.

RUC: 20496023839

Tipo de contribuyente: Persona Jurídica

3.1.1. Misión

Somos una empresa que comercializa productos de panadería y pastelería con estándares de calidad, que satisface las necesidades de los clientes que demandan un sabor único; garantizando el uso de materia prima de calidad, tecnología innovadora y con una fuerza laboral calificada y comprometida con la población además de la visión empresarial.

3.1.2. Visión

Ser una empresa líder en la población cajamarquina en el área de Panadería, ofreciendo una variedad de presentaciones de productos con los más altos estándares de calidad, que satisfagan las expectativas de nuestros clientes, garantizando la utilización de tecnología innovadora, procedimientos amigables con el personal y el medio ambiente y respaldado por un recurso humano calificado y comprometido con los valores de la empresa.

3.1.3. Productos que ofrece

Ofrece 9 variedades de pan; Ver tabla 5. Además de ofrecer bocaditos, rosquitas y productos de pastelería.

3.1.4. Proveedores

Comercial química JOF S.A.C: Colorantes e ingredientes alimenticios

Frutos y especias S.A.C: Esencias, conservas y frutas secas.

Ali CI S.A.C: Productos enlatados.

Puratos S.A.C: Azúcar y manteca.

Cogorno: Harina.

Alicorp S.A: Aceite

3.2. Diagnóstico Situacional de la empresa

Mediante el Diagrama Pareto se determinará los tipos de pan con los que se realizará el presente estudio.

Tabla 5: Merma por batch

Tipo de pan	Merma (unidades/ batch)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
HAMBURGUESA	36 UND	29%	29%
TORTA	33 UND	27%	56%
YEMA	29 UND	23%	79%
FRANCES	7 UND	6%	85%
INTEGRAL	5 UND	4%	89%
COLISA	4 UND	3%	92%
CROIZAN	4 UND	3%	95%
TORTUGA	3 UND	2%	98%
MOLDE	3 UND	2%	100%
Total	124 UND	100%	-

Fuente: Elaboración propia.

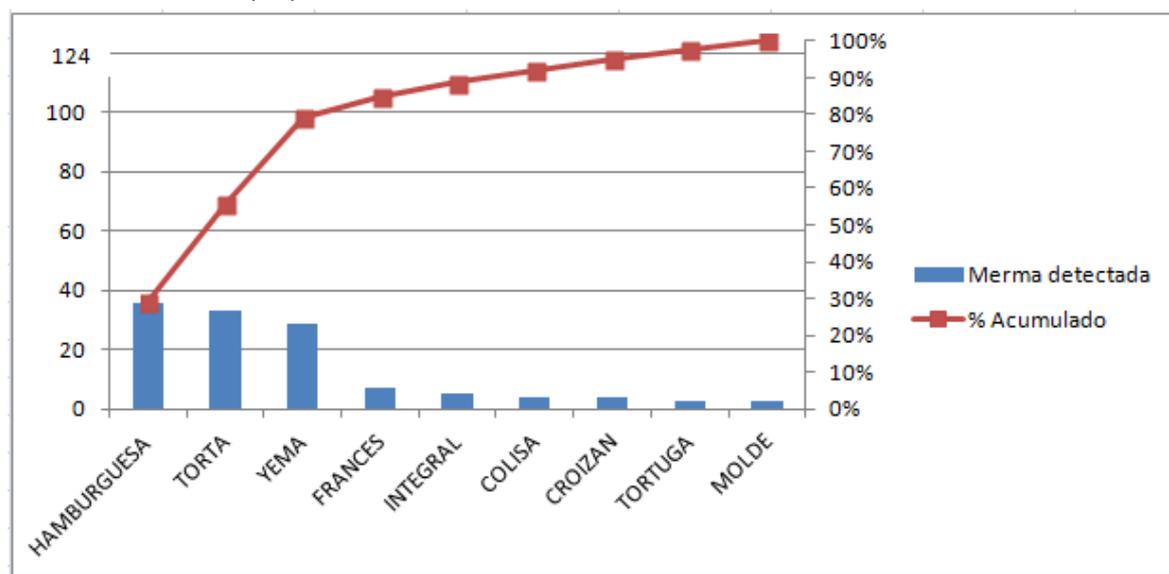


Figura 2: Diagrama Pareto de merma

Se concluye que el 80 % de merma encontrada se localiza entre el pan: hamburguesa, torta y yema; por lo tanto, se tomará los 3 tipos de pan para la elaboración de la presente investigación.

3.2.1. Mapa de Procesos

El mapa de procesos de la empresa en investigación está estructurado de la siguiente manera, el cual inicia con el proceso estratégico, procesos operativos y finalmente los procesos adicionales, también conforman este los requerimientos de los clientes y la satisfacción de los mismos, ver Figura 3.

En el proceso estratégico está vinculado directamente con la dirección administrativa de la empresa, este proceso se divide en tres partes: Planificación, Investigación de mercados e incorporación de talento. Los encargados de desarrollar estos tres puntos son el personal administrativo los cuales tienen la función de dirigir el proceso administrativo.

El proceso operativo se relaciona con la directamente con la área de producción donde detalla la elaboración del pan, este proceso conformado por el arranque de turno donde los operarios alistan todo el material, herramientas y maquinas que será requerida para el proceso, producción en este punto se detalla todo el proceso de elaboración del pan el cual es realizado por los operarios, surtido y distribución encargado la área comercial y como distribuye los productos fuera de la tienda y finalmente las ventas la cual está conformada por el área de ventas y la atención al cliente.

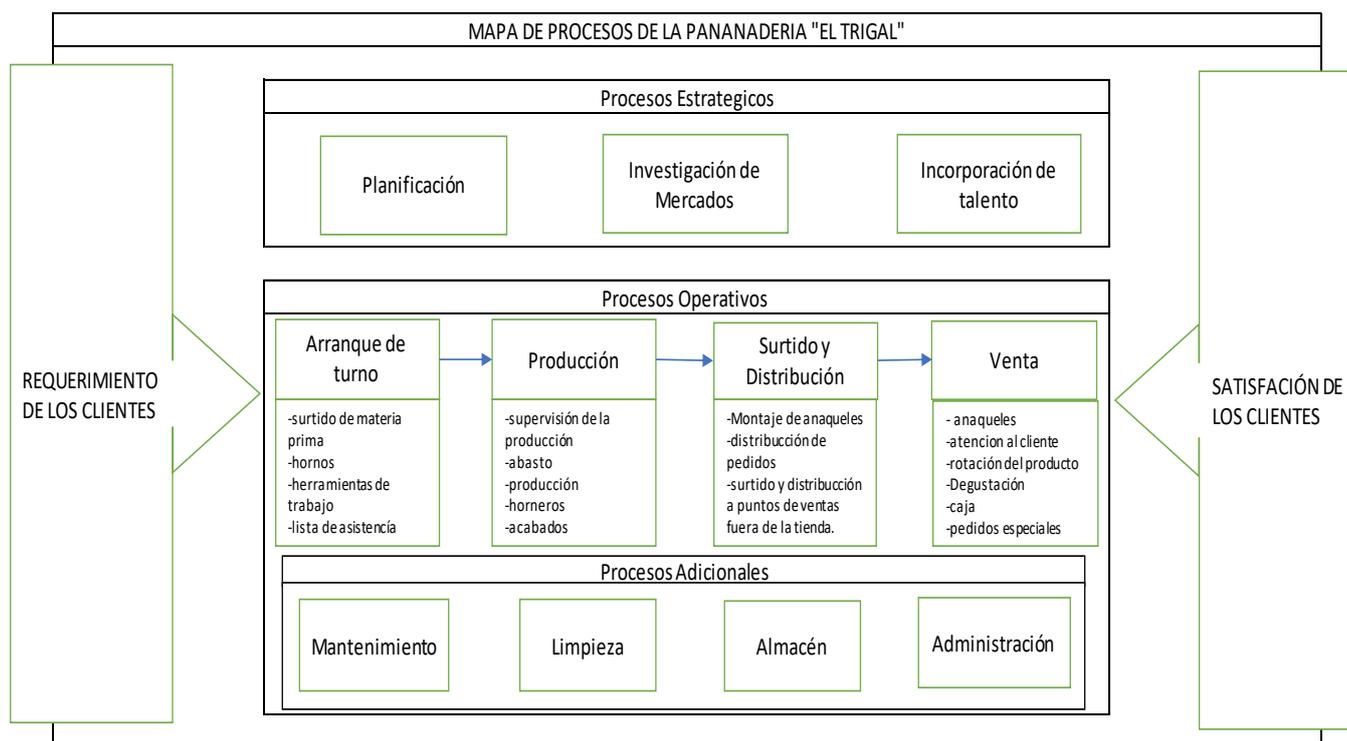


Figura 3: Mapa de procesos de la empresa en estudio.

3.2.2. Diagnóstico Situacional de los Procesos

3.2.2.1. Análisis de elaboración del pan

La empresa en estudio tiene una producción a media escala, la cual viene creciendo durante los últimos años esto ha permitido que se posicione en el mercado local. Esta compra su materia prima como harina, azúcar, aceite y mejorador; de empresas que se encuentran en los departamentos de Chiclayo y Trujillo, sus compras las realiza quincenalmente.

La producción de los tipos de pan en el año 2018 fue de 18720 batch's la cual fue la más alta de los últimos años lo que corrobora que la empresa va creciendo gradualmente durante los últimos años, esta producción se dividió de la siguiente manera pan torta 7200 batch's que representa un 38% de la producción siendo el de mayor producción, pan yema 6480 batch's que representa un 34% de la producción y por último el pan hamburguesa 5040 batch's que representa un 28% de la producción siendo este tipo de pan el de menor producción, ver figura 3.

Tabla 6: Ventas anuales del año 2018

Tipo de pan	Ventas anuales del año 2018 en batch's	Nivel de porcentaje
Pan Torta	7200	38%
Pan Yema	6480	34%
Pan Hamburguesa	5040	28%
Total	18720	100%

Fuente: Elaboración Propia.

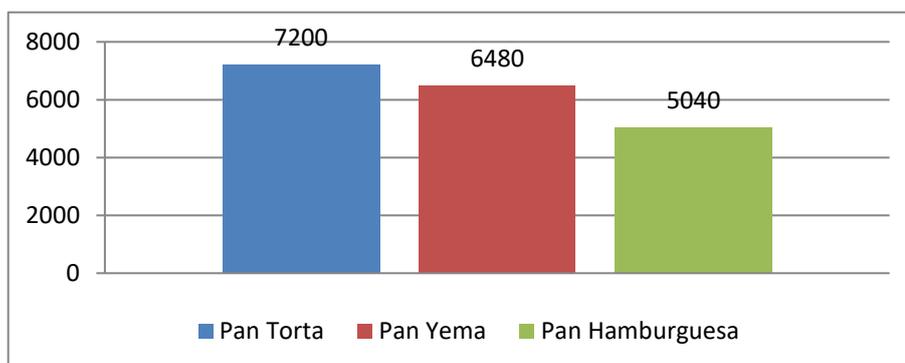


Figura 4: Datos Históricos de la empresa (Ventas 2018)

En el inicio del proceso de producción se evidencia la diferencia de destreza entre los operarios al realizar sus funciones, los que tienen mayor experiencia son aquellos que desarrollan con mayor eficiencia su trabajo debido a que tienen una técnica mejor desarrollada a diferencia de aquellos que aún se encuentran mejorando su técnica de trabajo. La mala organización en la empresa genera distintos problemas como deficiencia en la supervisión a los operarios y una mal ubicación de las herramientas, lo que genera excesivos tiempos muertos.



Figura 5: Tiempos muertos y desorden en el área de trabajo.

3.2.2.2. Análisis de la operación de selección y pesado del pan

Con este proceso se da inicio al proceso de elaboración de pan, este proceso consta de dos etapas la primera donde se selecciona la materia prima e insumos y se verifica que estos se encuentren en buen estado para que puedan ser utilizados en la producción, en la etapa de pesado se selecciona solo lo necesario para la producción del día.

En este proceso no se encuentran problemas, ya que este proceso se realiza en su totalidad en el almacén y los productos que se provee la empresa son de buena calidad y esta misma se encarga de mantenerlos y verificar que se encuentren en buen estado.

3.2.2.3. Análisis de la operación de amasado

Esta operación inicia con el encendido de la máquina amasadora en la velocidad inicial, luego se agregan adecuadamente los ingredientes secos: harina, sal, azúcar, mejorador (Compuesto químico utilizado para la producción de pan) y levadura; durante un minuto, de esta manera se obtiene una mezcla correcta, luego se añade los ingredientes líquidos y grasas: agua, leche, huevos y manteca; se deja 2 minutos a la velocidad inicial, luego se incrementa la velocidad gradualmente.

En este proceso se homogenizan los ingredientes logrando una distribución uniforme de los ingredientes consiguiendo una masa fina y elástica, con esto se busca formar y desarrollar correctamente el gluten. Esta masa logra un grado alto de extensibilidad, esta masa tiene características de suavidad, brillante y seca esta es de fácil manejabilidad y logra desprenderse con gran facilidad de la máquina amasadora.

En este proceso se realiza un control el cual consiste en tomar una porción de masa en la mano y extenderla y presionarla con las yemas de los dedos, este control debe terminar cuando la huella no se rompe y se ve, de igual manera se controla la temperatura de la masa, la cual debe oscilar entre los 24°C y 27°C.

Al realizar esta operación correctamente la masa logra las siguientes ventajas: mayor volumen, buenas condiciones del pan como paredes de celdas delgadas, miga suave.

3.2.2.4. Análisis de la operación de fermentación al aire libre en bandejas

Esta es una etapa de maduración la cual permite que la masa logre condiciones adecuadas de fuerza y equilibrio este proceso oscila entre los 2 y 4 minutos según las condiciones de la masa, tomará mayor tiempo cuando la masa se encuentre fría, blanda y contenga poca levadura; de lo contrario el tiempo será menor cuando la masa se encuentre caliente, dura o contenga mucha levadura. Al terminar este proceso la temperatura de la masa debe oscilar entre los 24°C y 37°C.

3.2.2.5. Análisis de la operación de división de masa

Esta etapa tiene como objetivo fraccionar la masa en porciones de igual peso y tamaño, esto se logra gracias a la máquina divisora, el tamaño de la masa depende del tipo de pan que se realice ya sea pan torta, yema o hamburguesa.

Este proceso se inicia engrasando la máquina divisora con aceite para que no queden retazos de pan en la máquina.

La división de la masa debe ser de la siguiente manera: pan torta el peso oscila entre 250 gr y 275 gr, pan yema el peso oscila entre 200 gr y 230 gr y el peso del pan hamburguesa oscila entre 370 gr y 400 gr.

3.2.2.6. Análisis de la operación del boleado de masa

Esta operación se inicia desplegando la masa por los retazos señalados, luego introducir el canto de los dedos y de la palma de la mano bajo la masa, repetir este proceso hasta que la bola de masa no tenga imperfecciones.

Consiste en dar una forma esférica a la masa que sale de la máquina divisora, con el objetivo que la masa logre una estructura más lisa, homogénea, mayor tensión y que la masa sea más compacta, de tal forma que facilite la operación de formado.

Es muy importante que las condiciones higiénicas de los operarios debidos a que entran en contacto con la masa directamente, el operario no debe de tener heridas y/o alhajas los cuales puede afectar la calidad del pan.

3.2.2.7. Análisis de la operación de formado de pan

En esta parte del proceso se forma al pan según el tipo (pan yema, pan yema o pan hamburguesa), es muy importante la precisión que se le da a cada tipo de pan, pues si se le diera mayor volumen a la masa la cocción demorará.

Este proceso se realiza utilizando ambas manos y ligeramente rápido ya que no debe tomar más de 20 minutos ya que la masa ha pasado este tiempo se vuelve más rígido lo cual no permite una cocción homogénea del pan.

3.2.2.8. Análisis de la operación de fermentación en maquina

Está operación se va dando desde el primer proceso ya que inicia con la incorporación de la levadura a la masa.

Se realiza por acción de la levadura la cual tiene sustancias que tiene el trigo denominadas enzimas. En este proceso se transforman los azúcares que se pueden fermentar las cuales al ser sometidas a temperaturas que oscilan entre los 25 y 30°C, humedad entre 80 y 85 % ya que de esta forma la levadura puede asimilar la proteína de la harina, un tiempo de 110 a 125 minutos, éstas medidas aseguran un crecimiento homogéneo y adecuado del volumen además de evitar que la superficie se convierta en cascara, permitiendo descomponer las enzimas las cuales producen gas carbónico y alcohol, esta reacción permite que la masa incremente su volumen.

La masa al superar los 30°C la masa sufre una desproporción de sus características normales, lo cual afecta el sabor en la masa convirtiéndola en ácida, láctica lo cual es desagradable, si la temperatura es menor a los 25°C la fermentación es más lenta debido a esto la masa requiere de mayor fuerza y tenacidad. Con respecto a la humedad si va por debajo del 80% la masa tiende a crear corteza y si la humedad es mayor al 85% a masa se vuelve pegajosa de esta manera pierde calidad, estos márgenes no se cumplen en la empresa, debido a que el proceso es interrumpido en diferentes momentos para incrementar otros batch's en la cámara fermentadora.

Otros problemas muy comunes son:

- Falta de volumen (Fermentación Excesiva o deficiente).
- Color oscuro de la corteza (tiempo corto de fermentación).
- Corteza muy gruesa (Fermentación excesiva).
- Miga áspera (Baja fermentación – interrupción de la fermentación).
- Mal sabor (Masa sobre fermentada).
- Huecos en la miga (Fermentación excesiva – interrupción de la fermentación).

3.2.2.9. Análisis de la operación de barnizado

A este proceso solo es sometido el pan yema, donde se le da la presentación final, se realiza con un pincel, se utiliza la mezcla de yema de huevo y ajonjolí. La manera de aplicación es en forma de pintado de una de una parte del pan, se aplica de 2 a 3 aplicaciones con el pincel.

3.2.2.10. Análisis de la operación de horneado

Con este proceso finaliza el proceso de elaboración del pan donde el pan logra su máximo desarrollo. Este proceso se inicia programado el horno con la temperatura y tiempo adecuado, la temperatura en que se realiza esta operación oscila entre los 200 °C y 250 °C la cual es la ideal para que el pan tome la consistencia adecuada y no pierda sus propiedades, el tiempo adecuado es de 25 a 35 minutos, depende principalmente de las condiciones de la masa, el tipo de pan que se encuentre en cocción, la humedad a mayor humedad el tiempo es mayor y a menor humedad el tiempo es menor.

Durante la cocción la masa sufre transformaciones de tipo físico, químico y biológico donde los azúcares logran caramelizarse en toda la masa y unificando los sabores, la corteza logra el color adecuado donde el almidón se gelifica lo cual proporciona la estructura adecuada a cada tipo de pan.

3.2.3. Diagrama Ishikawa

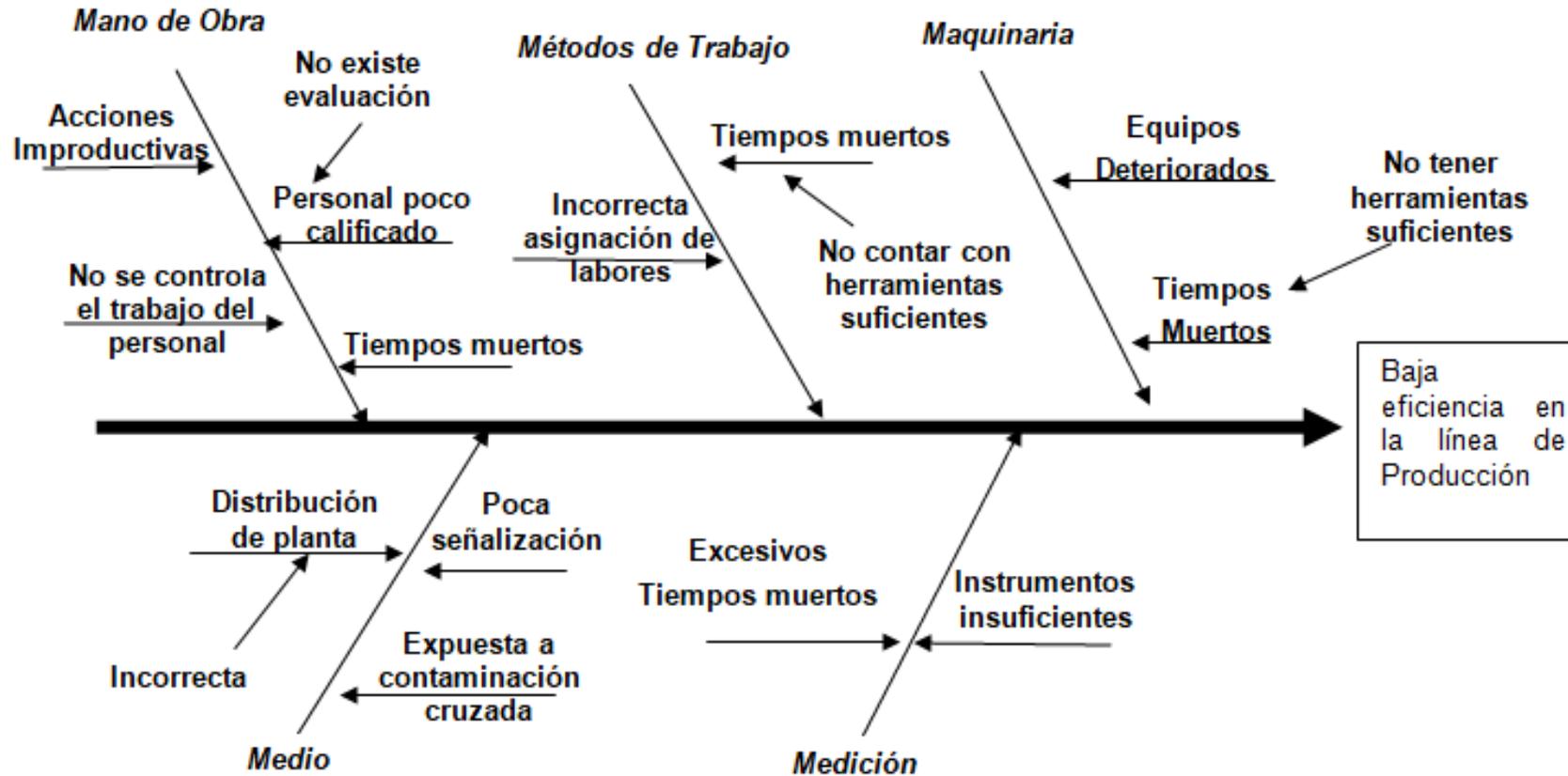


Figura 6: Diagrama Ishikawa.

Las causas principales que generan el problema de la baja eficiencia de la línea de pan se han determinado, mediante el diagrama Ishikawa:

El personal a cargo del proceso productivo no es supervisado correctamente, por lo que los operarios realizan actividades externas a sus labores generando tiempos muertos; además la diferencia de destrezas entre los operarios no permite que el proceso se realice al mismo ritmo.

Con respecto al método de trabajo en muchas ocasiones los operarios cuando culminan el trabajo que se les asigna, no tienen conocimiento de las tareas que pueden realizar, es decir el operario no tiene clara sus funciones que deben desarrollar en el transcurso de su jornada laboral, optando por trasladarse a otras áreas a brindar apoyo sin conocimiento del jefe inmediato. Además, en el transcurso del proceso de producción suelen haber paradas inesperadas ya que no cuentan con las herramientas suficientes y éstas no están ordenadas adecuadamente teniendo que esperar que otro operario culmine su labor para que pueda seguir con la operación asignada.

Por el inadecuado uso de la maquinaria por parte de los operadores no permite que esta rinda al 100% de su capacidad, generando fallas de equipo y producto en proceso. Además, el área de la panadería es el único acceso de la planta hacia la tienda por ende personal del área tanto de ventas como de pastelería suelen transitar durante todo el proceso de trabajo de dicha área interrumpiendo y a la vez provocando contaminación cruzada. La diferencia de destrezas entre los operarios se evidencia en el producto final obtenido el cual tiene diferente textura, forma y tamaño.

En conclusión, el problema de la baja eficiencia en la línea de producción del pan se origina principalmente a la diferencia de destrezas entre los operarios, el no tener las operaciones estandarizadas, falta de experiencia de los operarios, el mal uso a la maquinaria y el poco seguimiento por parte del jefe inmediato.

3.2.4. Flujograma de Procesos

En el siguiente Flujograma se describirá cada operación del proceso de elaboración de pan, detallando cada uno de los problemas encontrados.

Selección y pesado de ingredientes: En esta operación no se encuentran problemas ya que la materia prima es conservada en buen estado.

Mezclado y/o amasado: El tiempo de amasado lo determina cada operario de acuerdo a criterio personal, debido a esto la masa tiene diferentes consistencias en los batch producidos.

Fermentación: Se aplica diferentes tiempos en este proceso los cuales son determinados a criterio de los operarios.

División de masa: La máquina divisora no es utilizada correctamente esto genera que las señalizaciones de masa se borren.

Boleado de masa: En esta operación es muy notoria la diferencia de adiestramiento entre los operarios, esto genera que algunos tengan un mejor desempeño que otros, el área destinada para esta operación está expuesta a la contaminación cruzada, los operarios se relajan constantemente donde muchas veces dejan de realizar su actividad asignada por hacer actividades externas.

Formado de pan: La diferencia de adiestramiento entre operarios para realizar esta operación es notoria donde la productividad es diferente, la deficiente supervisión hace que los operarios se relajen constantemente.

Fermentado en máquina y Horneado: En éstas dos operaciones se evidencia el mismo problema, el tiempo que se le da al producto en proceso es determinado a criterio de cada operador, además de que existan recurrentes interrupciones del proceso al ingresar constantemente diferentes batch's alterando el proceso físico – químico del pan.

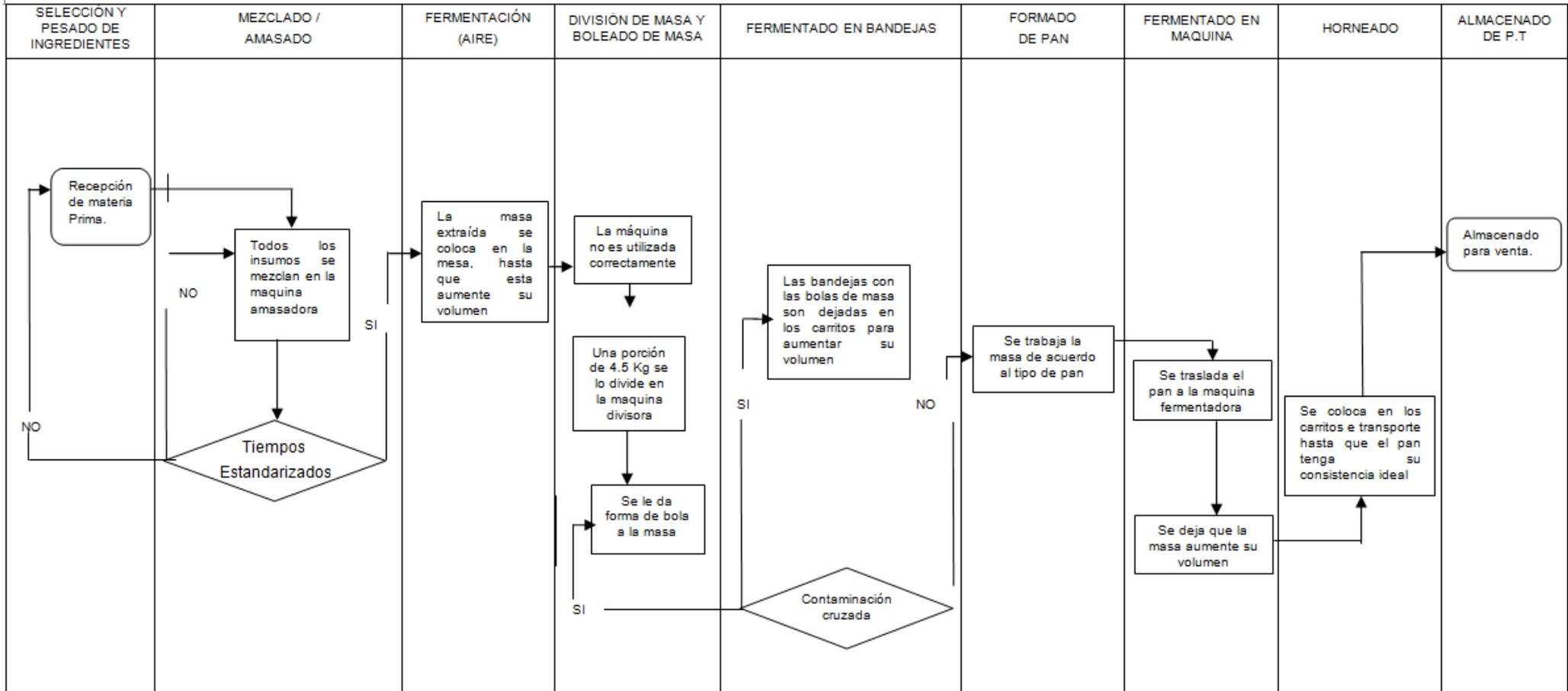


Figura 7: Flujoograma.

3.2.5. Diagrama Analítico de procesos de producción

En el siguiente diagrama analítico realizado a la empresa en estudio, se observa las operaciones del proceso de producción y los tiempos de cada una de ellas, detallando cada operación paso a paso observado en la visita. El problema frecuente que se presenta en el proceso de producción es la contaminación cruzada, lo cual disminuye la calidad del producto ofrecido (pan).

PROGRAMA ANALITICO DE PROCESOS				Operación: Recorrido de Operario					
Proceso: Producción				Material					
Metodos		Actual <input type="checkbox"/>	Propuesto <input type="checkbox"/>	Hombre					
DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	RETRASO	ALMACÉN	Distancia en metros	Tiempo en minutos	OBSERVACIÓN	
Recepción de Materia Prima	●						15		
Traslado hacia área de producción		→				15	1.5		
Seleccionado y pesado	●		■				2.7		
Mezclado y Amasado	●						16.7		
Inspección de consistencias de masas	●		■				1.5		
Fermentación (Libre)	●						2	Expuesto a posible contaminación cruzada.	
División de masa	●						1.7		
Boleado de masa	●						1.3		
Fermentación de bandejas	●						2.8		
Formado de pan	●						0.5		
Fermentación de máquina	●						120		
Horneado	●						30		
Traslado hacia almacén		→					15.67		
Almacenado provisional					▼	5	7		
CANTIDAD	11	2	2	0	1	20	218.37		

Figura 8: Diagrama Analítico de procesos.

En el siguiente diagrama de la empresa en estudio, se observa el recorrido y distancia que realizan los operarios en la empresa; estos realizan diferentes paradas durante el proceso, no tiene establecido sus funciones, la producción se realiza mediante pronósticos empíricos, en algunos casos se demoran más o menos ya que no están en constante supervisión por su jefe inmediato. En la siguiente figura se detalla, los movimientos productivos del proceso (línea verde) y movimientos improductivos (línea roja).

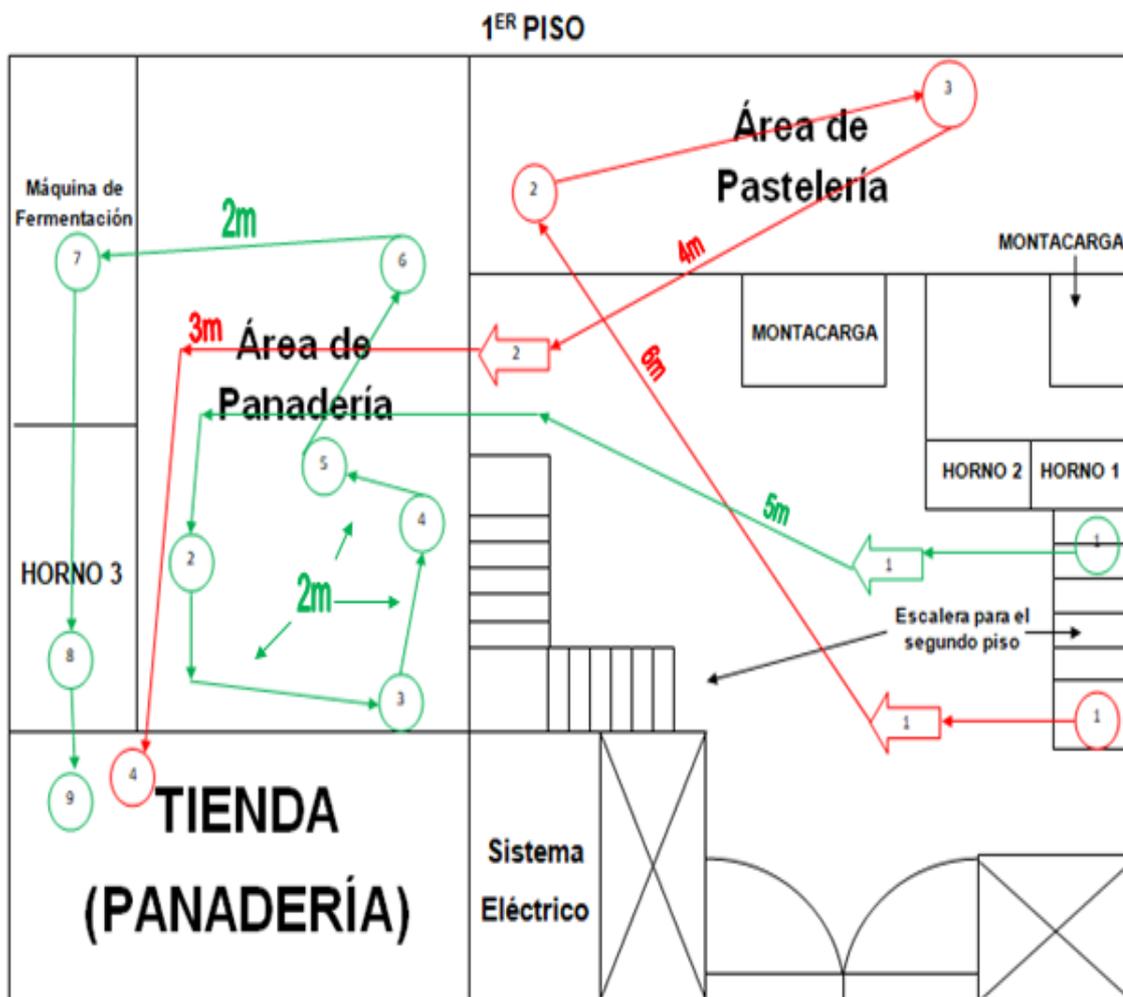


Figura 9: Diagrama de recorrido de operaciones

En el proceso productivo del pan se emplea la siguiente maquinaria:

Balanza: Se pesa todos los insumos para su elaboración.

Amasadora: Se mezclan todos los insumos en un tiempo determinado.

Divisora: Se divide la masa en porciones iguales. Esta máquina es mal operada por los operarios donde la masa pierde la forma para luego ser boleada.

Carritos de transporte: Se utiliza para trasladar y reposar la masa.

Cámara fermentadora: El pan se fermenta hasta llegar a un estado predeterminado. Al usar esta máquina se representa un problema que es abierta y cerrada constantemente durante el proceso, no dejando que el producto tenga un desarrollo normal.

Horno: Finalmente en el horno se pones la materia prima para su respectivo proceso y se le evidencia el mismo problema que la cámara fermentadora.

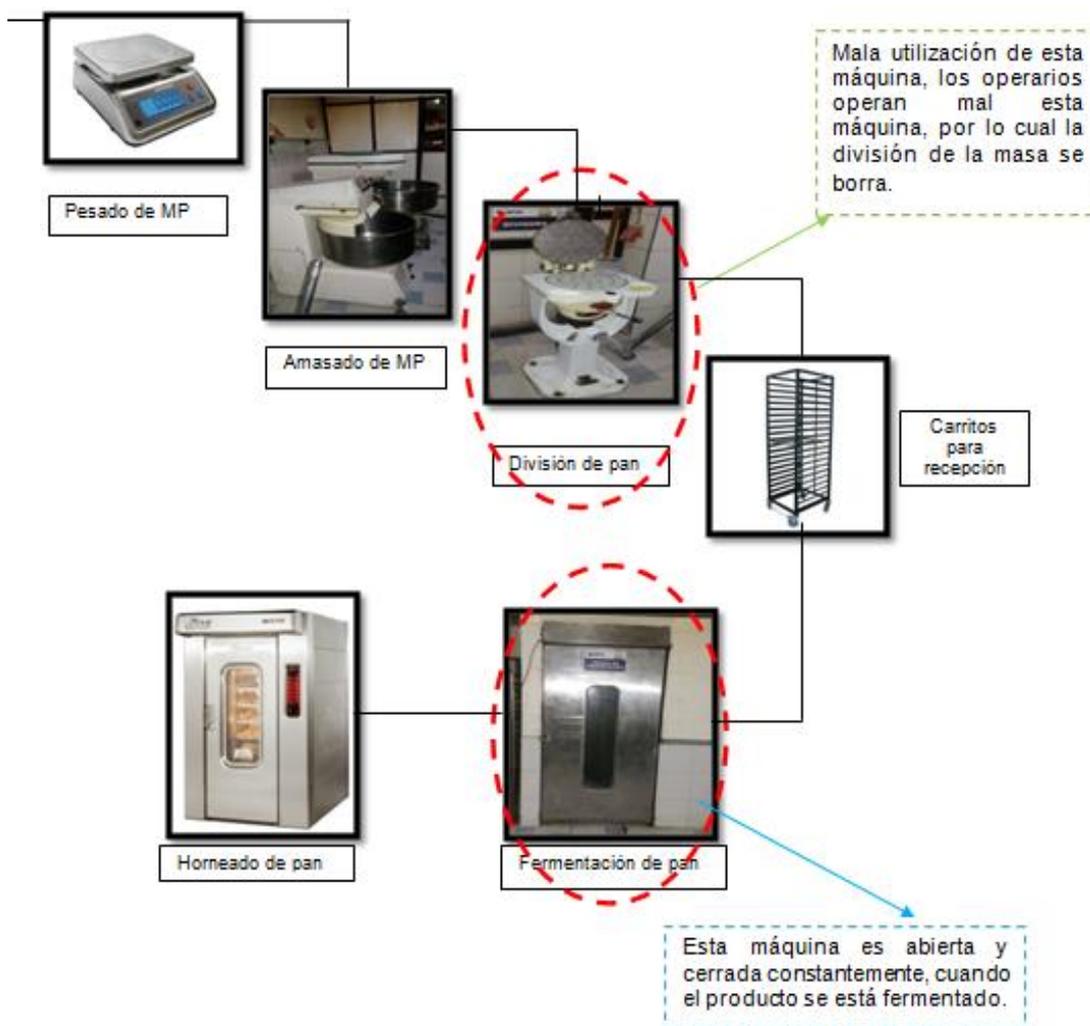


Figura 10: Proceso Productivo.

3.3. Diagnóstico de resultados de Indicadores

3.3.1. Matriz de Polivalencia ILUO

A continuación, se explicará detalladamente paso a paso el proceso que se le dará a la matriz de polivalencia ILUO evidenciando ¿Qué es?, sus métodos, características de cada nivel (4 niveles), la forma de capacitación de los operarios, instrucciones de trabajo, seguimiento de la metodología, los criterios de evaluación y por último se realizará un estudio inicial a la empresa para ver los puntos críticos, lo cual serán mejorados con la aplicación de esta metodología.

ILUO es un programa de capacitación, que forma parte de la metodología Lean, buscando perfeccionar las operaciones en procesos continuos y la optimización de nuestros recursos, a través de un proceso de cambio que modifica el trabajo tradicional en las empresas manufactureras. Además, es una herramienta de fácil comprensión que puede ser aplicado en cualquier ámbito industrial, permitiendo medir los conocimientos, para luego clasificarlos entre lo diferente niveles de competencia con respecto a las capacidades de cada operador en la empresa.

Según (De la Cruz Cruz, 2010) ILUO es un término empleado para resumir un conjunto de habilidades esenciales que los operarios necesitan para funcionar con confianza en una estación de trabajo y/o posición orientada a prestar un servicio, estas habilidades pueden ser evaluadas en el día a día en la toma de decisiones como un medio de aprendizaje formal.

La instrucción de la información (ILUO) generalmente es la capacidad de encontrar la información que es necesaria, después reconoce y evalúa la información de forma apropiada utilizándola con eficacia, haciendo de los operarios, miembros activos de una organización basada en el conocimiento donde se requiere tener un aprendizaje independiente- evolutivo y el buen desarrollo de sus habilidades.

El modelo ILUO ayuda a los operadores que son parte de la empresa, a organizar los conocimientos, al definir como encontrar la información utilizándola de tal manera que otros puedan aprender de ellos, porque siempre pueden encontrar la información necesaria para cualquier proceso o en la elección de la toma de decisiones que se les podría presentar.

Hoy en día las empresas de manufactura compiten en un mercado competitivo donde solo algunas pueden llegar a la cima, pero pocas pueden mantenerse ahí, por lo cual las empresas buscan continuamente ser mejores cada día y de ahí la importancia de formar, educar y capacitar a los operarios en las diversas funciones que deben desempeñar según el rubro de la empresa, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, genera un impacto directo en el proceso de calidad y en las empresas como tal.

Son múltiples las empresas en el mundo que están optando por este método de adquisición y medición del nivel de habilidad, Toyota es una de las empresas que está aplicando la metodología lean en su sistema de producción mejorando la calidad y su eficiencia en sus

procesos. También se ha aplicado con éxito en diferentes especialidades como en seguridad, recursos humanos, logística, hospitales y en el sector sanitario; mejorando múltiples puntos como:

- La calidad de sus productos.
- Reducción de desperdicios.
- Mejorar la satisfacción de sus clientes.
- Se reducen los paros de procesos por ausentismos, rotación, incapacidades e impuntualidad.
- El riesgo de accidentes es menor.
- Aumenta la motivación de los empleados generando un clima de competitividad sana. (De la Cruz Cruz, 2010).

3.3.1.1. Método (Escala ILUO):

(Liker & Meier, 2006) Propone los siguientes alcances:

Nivel I de operación: entiende como debe desarrollarse las habilidades, pero aún no puede desarrollarse solo

Nivel L de apoyo y servicio: puede desarrollar las actividades, pero todavía necesita mucha guía y práctica.

Nivel U de coordinación y toma de decisiones: puede desarrollar las habilidades por sí mismo adecuadamente.

Nivel O de entorno o complementarias: puede desarrollar las habilidades perfectamente y además puede enseñar a otros como realizarlas

3.3.1.2. Características de los niveles (De la Cruz Cruz, 2010)

Nivel I:

- Conocimientos básicos.
- Manejo técnico de la operación.
- Conocimiento básico de las características de calidad del proceso de la producción.

Nivel L:

- Utilizar el equipo de seguridad (vestimenta adecuada), establecido por el supervisor y conocer la importancia de esta.
- Conocer todas las herramientas, procesos y maquinaria necesaria.
- Cumplir con el mínimo del 70% de la capacidad de la máquina.

Nivel U:

- No tener errores en su trabajo y cumplir con cero defectos al cliente.
- Cumplir con el 100% de la capacidad de la maquinaria.
- Tener destreza en el manejo técnico de la operación.
- Mantener en su área solamente lo necesario para realizar su labor.
- Detectar riesgos en su jornada de trabajo y corregirlos.

Nivel O:

- Persona capaz de capacitar técnicamente a operadores I y L en su área de trabajo.
- Conocer y aplicar el control estadístico de proceso (CEP) en su área de trabajo.
- Conoce los puntos críticos de su operación y no pasa defectos al siguiente proceso si no corregirlos.
- Aportar ideas para mejorar el estándar y actualiza las hojas de su operación

Para que los operadores puedan alcanzar estos grados de niveles, tienen que trabajar de la mano con un supervisor ya que tiene que poner mucho empeño en el programa; por ser él; quien tiene que prepararlos en todos los niveles, retroalimentándolos constantemente, dándoles a conocerlos sus errores en el proceso de producción y la manera de cómo lo pueden corregir.

3.3.1.3. Forma de evaluación de los operarios

Toda herramienta de capacitación tiene que ser evaluado para tener conocimiento en qué medida se está cumpliendo con los objetivos propuesto en el programa. ILUO hace sus evaluaciones por medio de medidas de desempeño comunes; para realizar las evaluaciones de ascenso de nivel se las realiza mensualmente para dar lugar a lo aprendido sobre la metodología.

Para poder evaluar la matriz ILUO se tienen que cumplir con los siguientes pasos:

1. Las evaluaciones se deben hacer antes y después de la capacitación para poder medir el grado de adiestramiento y cambios de cada uno de los operadores.
2. Se debe evaluar Objetivamente.
3. El programa debe aplicarse primero en un área para luego comprarlo con otras áreas y de la misma manera aplicarla si trae consigo mejoras.

En caso de que el operador capacitado no apruebe la evaluación se le vuelve a dar otra oportunidad luego de 1 mes, para volver a medir su rendimiento; se realizara un máximo de 3 evaluaciones por nivel, con el propósito de que realice su trabajo con 0 fallos.

3.3.1.4. Capacitación en las Instrucciones de trabajo.

El núcleo principal para que esta herramienta funcione, es la del supervisor por ser él quien describirá primero lo que es y las funciones que este debe realizar, siendo un eslabón de enlace que pertenece a dos grupos de la organización, es un supervisor de un grupo y un subordinado en el otro.

Para que funcione debe tener mucha influencia con su superior inmediato, ya que la cantidad de influencia que ejerza hacia arriba lo hará con los de abajo; cuando los subordinados lo perciben como supervisor de gran influencia con su superior, ellos lo otorgan respeto y se sentirán más comprometido con un mejoramiento en su trabajo. El supervisor debe cumplir con las siguientes características:

- Conociendo sobre el tema.

- Este interesado en capacitar.
- Saber trabajar en equipo.
- Adapte sus métodos al nivel de los operarios que capacitará.
- Tener disponibilidad para ayudar en cualquier momento el proceso de esta herramienta.

Luego de ver las características de la implementación de la matriz de polivalencia ILUO y la forma en que se trabaja dentro de la empresa se plantea ciertas preguntas para ver si el impacto es positivo dentro de la empresa, éstas serán contestadas luego de desarrollar la implementación, las cuales son:

1. ¿La matriz de polivalencia ILUO es una alternativa adecuada para medir la gestión?
2. ¿Cómo se mide el conocimiento aplicando la matriz de polivalencia ILUO?
3. ¿La implementación de la matriz de polivalencia ILUO ayuda a mejorar el desempeño de los operarios?

3.3.1.5. Seguimiento de la Matriz:

El seguimiento del ILUO es de forma permanente con el fin de aprovechar todos los recursos en el área del proceso de producción, este seguimiento se dará 2 veces por semana las cuales se realizarán juntas especiales de comunicación donde se expondrán resultados del programa, y a la vez describir técnicas para mejorarlo.

Se desarrolla un programa de capacitación para cada una de las operaciones en estudio, esto se divide en 7 módulos mostrados en la figura siguiente:

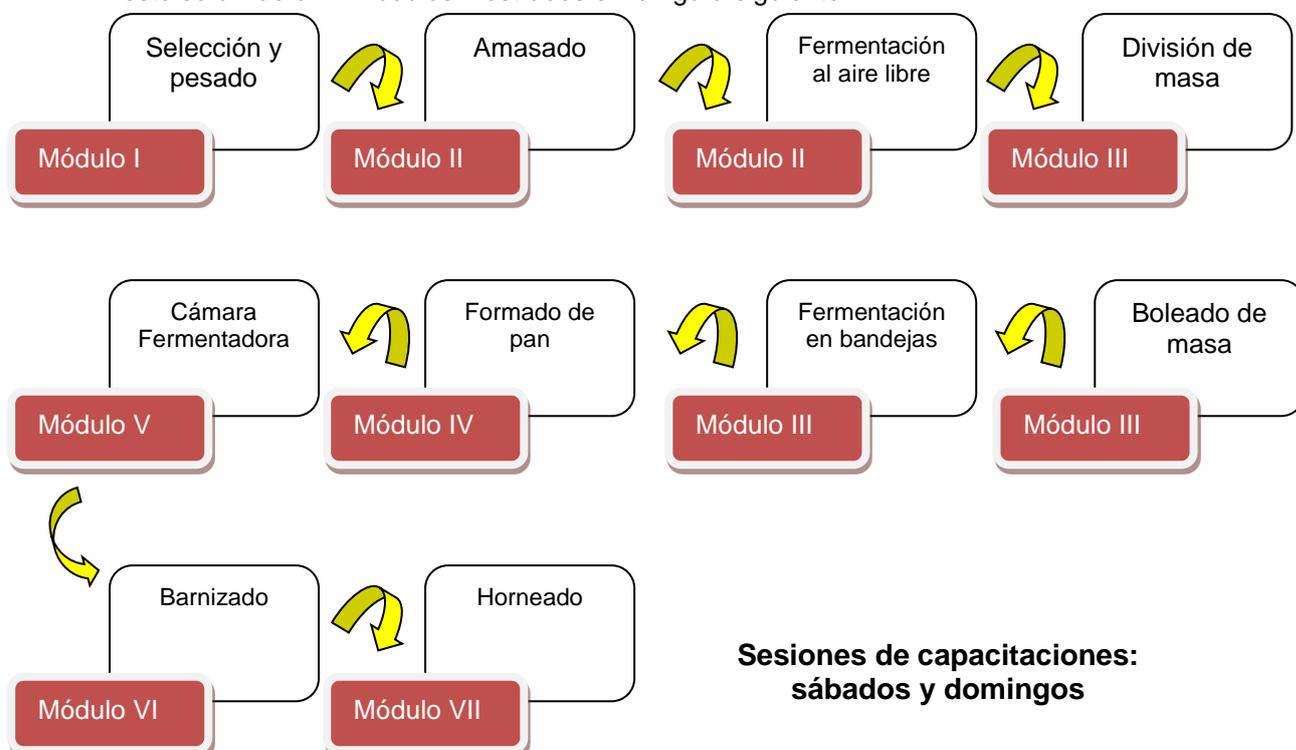


Figura 11: Seguimiento de la Matriz de Polivalencia ILUO.

Se establece un plan con fechas para llevar a cabo los conceptos teóricos por medio de capacitaciones directas de la mano con los maestros panaderos es el área de descanso y/o área de producción. (Ver Anexo 3, programa de capacitación).

Las capacitaciones teóricas – prácticas serán aprobadas con una calificación mínima de 8 puntos, habrá asesorías de reforzamiento durante la semana y en cada una de las evaluaciones prácticas, con el fin de corregir los recurrentes problemas detectados. (Ver Anexo 2, check list de evaluaciones Prácticas).

La forma de obtener la calificación final, se dará sumando el total de puntos contestados correctamente entre el total de puntos que solicita el check list de evaluación.

Los criterios de evolución de un nivel a otro se mencionan a continuación:

1. Nivel I: Debe aprobar el examen de la capacitación teórica y primera práctica de laboratorio.
2. Nivel L: Debe cumplir con el nivel I y con la calificación mínima aprobatoria durante el lapso de 1 mes en cada una de las evaluaciones, debe ser supervisado directamente por el maestro a cargo de la mano con el jefe de producción durante la ejecución de toda la actividad.
3. Nivel U: Debe cumplir con el nivel L y con la calificación mínima aprobatoria durante el lapso de 1 mes en cada una de las evaluaciones, además de tener el equivalente al total de días hábiles laborados como en prácticas realizadas, la observación directa será realizada por el personal del comité formado para el aseguramiento de la calidad del proceso, pero de forma aleatoria(mínimo una vez a la semana), la efectividad de su trabajo se realizara por medio de auditoría a las operaciones durante la ejecución de sus actividades.
4. Nivel O: Debe cumplir con los niveles anteriores, dominando por lo menos 3 a 4 procesos, para luego ser ellos los que capaciten y evalúen al personal.

3.3.1.6. Matriz ILUO

CONTROL DE HABILIDADES DEL PERSONAL I.L.U.O.													
LINEA DE ENVASADO	NO. Y NOMBRE DEL PERSONAL	TRIMESTRE	AÑO 2014				AÑO 2015						
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	1												
	Despaleizado de botella	2	☺	☐	☐	☐	☺	☐	☐	☺	☐	☐	☺
		3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Sopleto de botella	1	☺	☺	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☺	☐	☐
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Llenadora	1	☐	☐	☺	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☺	☐	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Taponado e insertado	1	☺	☐	☐	☺	☐	☺	☐	☐	☐	☐	☺	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Engargolado	1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Etiquetado	1	☐	☐	☐	☐	☺	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Empacado	1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Paletizado	1	☐	☺	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Otros	1	☐	☐	☺	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

Figura 12: Matriz de Polivalencia ILUO (Ejemplo)

Fuente: (Iglesias & García Zaldivar, 2014)

Interpretación:

1x4: Un operador domina 4 operaciones con nivel O.

4x1: Cuatro Operadores Dominan una Operación específica del proceso con niveles O.

3.3.1.7. Medición ILUO

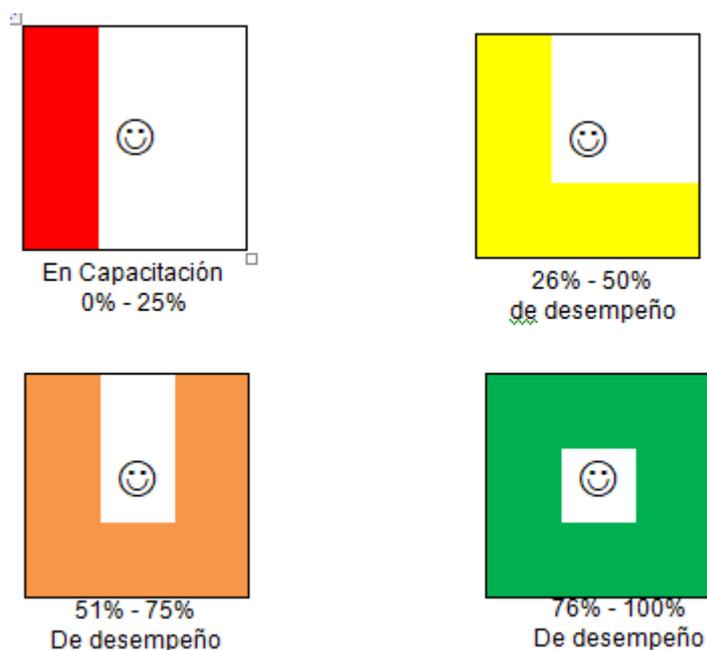


Figura 13: Medición ILUO

La empresa cuenta con 16 operadores en el área del proceso de la elaboración del pan, además de un supervisor en mencionada área.

Grado de Dificultad de los procesos

- Trabajo Difícil: Requiere de gran precisión, conocimientos técnicos, muchos movimientos y esfuerzo mental y físico permanente.
- Trabajo Medio: Requiere de gran precisión, conocimientos técnicos, mucho movimiento y esfuerzo físico y mental esporádicamente

Tabla 7: Operaciones de los procesos de producción con grado de dificultad

Nº de Operación	Nombre de Operación
1	Pesado de Ingredientes
2	Amasado
3	Fermentación al aire
4	División de masa
5	Boleado de masa
6	Fermentación en bandejas
7	Formado de pan
8	Fermentado
9	Barnizado o acabado
10	Horneado

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 8: ILUO de la empresa

	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	1x4	
Operario 1	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	Interpretación 1x4: Un operador domina 4 operaciones con nivel O. (Horizontal) 4x1: Cuatro Operadores Dominan una Operación específica del proceso con niveles O. (Vertical) Medición: I: 0-25% Capacitación (Rojo). L: 26-50% Desempeño. (Amarillo). U: 51- 75% Desempeño (Anaranjado) O: 76- 100% Desempeño. (Verde)
Operario 2	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 3	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	
Operario 4	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 5	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 6	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 7	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 8	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	

	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	1x4	
Operario 9	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	X	Interpretación 1x4: Un operador domina 4 operaciones con nivel O. (Horizontal)
Operario 10	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	O	
Operario 11	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	X	4x1: Cuatro Operadores Dominan una Operación específica del proceso con niveles O. (Vertical)
Operario 12	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	X	
Operario 13	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	X	Medición: I: 0-25% Capacitación (Rojo).
Operario 14	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	O	L: 26-50% Desempeño. (Amarillo).
Operario 15	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	X	U: 51- 75% Desempeño (Anaranjado)
Operario 16	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	O	O: 76- 100% Desempeño. (Verde)
4x1	O	X	X	X	O	X	X	O	X	O		

Fuente: Elaboración propia.

Porcentaje del Cumplimiento del objetivo de la herramienta:

1x4 operadores capacitados con el nivel O:

$$\frac{\# \text{ de operadores que cumplen}}{\text{Total de Operadores}} \times 100\%$$

4x1 Operaciones que dominan con el nivel O:

$$\frac{\# \text{ de operaciones que cumplen}}{\text{Total de Operaciones}} \times 100\%$$

Reemplazando en las fórmulas:

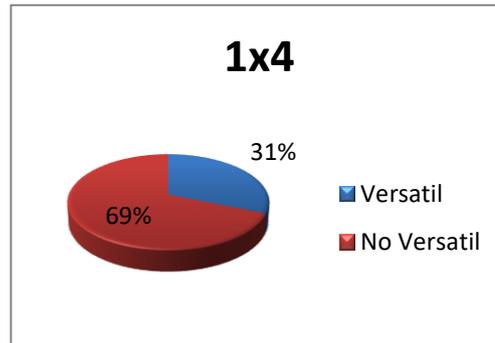


Figura 14: Diagrama pastel 1x4

$$\text{Ecuación 1: } 1x4: \frac{5}{16} \times 100 = 0.3125(100) \cong 31.3\%$$

Se concluye que, el 31% de operadores (5 operadores) realizan 4 operaciones correctamente (nivel O), siendo esto un porcentaje bajo ya que el 69% de los operarios no realizan eficientemente la totalidad de sus funciones en cada estación de Trabajo.

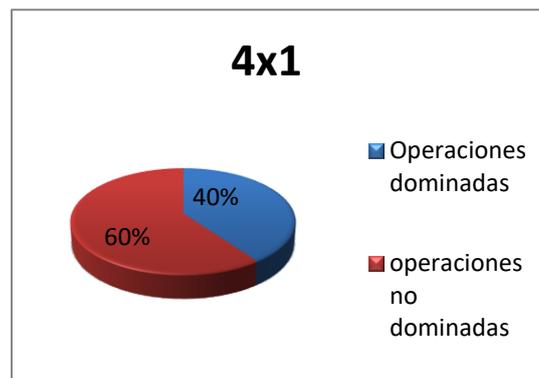


Figura 15: Diagrama pastel 4x1

$$\text{Ecuación 2: } 4x1: \frac{4}{10} \times 100 = 0.4(100) \cong 40\%$$

Con respecto a las operaciones se puede concluir que, de las 10 operaciones de la elaboración del pan, solo 4 operarios dominan el 40% de operaciones eficientemente (Nivel O).

En la siguiente figura se puede observar un resumen de los 16 operarios y la cantidad de porcentaje de nivel correspondiente a su desenvolvimiento a la hora de la ejecución de sus labores; cabe recalcar que el operario 1 como el 10 son los maestros panaderos siendo ellos los que capacitaran al personal restante durante el proceso de la matriz de polivalencia ILUO.

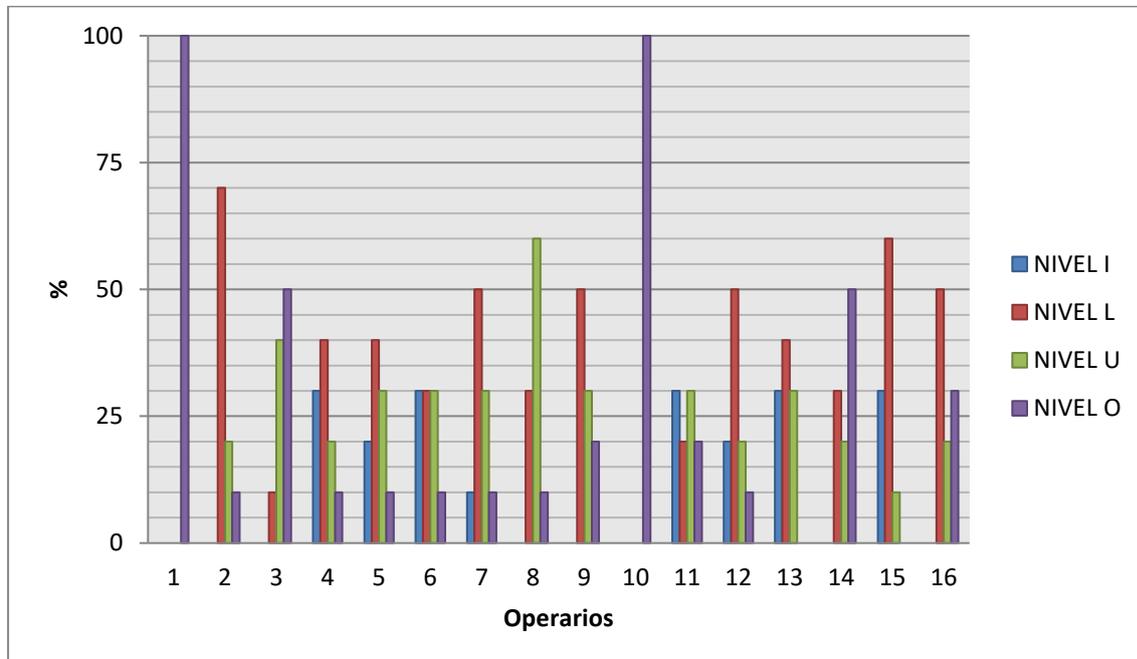


Figura 16: Medición ILUO por operario.

3.3.2. Manuales: 5's, Jidoka y Poka Yoke.

Para solucionar los problemas de la empresa en estudio, se proponen los siguientes manuales: 5's, Jidoka y Poka Yoke; siendo métodos de reforzamiento para la matriz de polivalencia ILUO.

Se establecerán todos los procedimientos, políticas y métodos para aplicar a cada uno de los manuales mencionados anteriormente.

A continuación, se detallarán los pasos a seguir para la implementación de cada manual:

- Realizar la introducción del manual, donde debe incluir el por qué se está realizando el documento y de qué manera contribuye con la empresa.
- Determinar los objetivos de forma clara y precisa de cada manual.
- Establecer el alcance de cada manual.
- Describir detalladamente todos los pasos a seguir al momento de aplicar cada uno de los manuales
- Capacitar al personal
- Dar seguimiento a cada manual.

3.3.3. Estudio de Tiempos

Antes de realizar un estudio de tiempos deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales, el método debe estandarizarse en toda la línea de producción antes de iniciar el estudio; según (Freivalds & Niebel, 2014)

La toma de tiempos del estudio preliminar se inició con 20 observaciones para cada tipo de pan, las cuales fueron tomadas en diferentes fechas y a cada uno de los operarios.

La elaboración del pan consta de 10 operaciones, las cuales se detallan a continuación:



Figura 17: Operaciones de proceso de elaboración.

Tabla 9: Numero de Observaciones (Tiempos en minutos)

PRODUCTO: Pan Torta													
N° de observaciones	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	TIEMPO TOTAL	X (TIEMPO EN MINUTOS)	X2
1	03:00	15:39	02:06	10:15	16:45	02:30	14:56	1:59:03	-	27:36	3:31:50	211.5	44732
2	03:30	16:50	02:09	13:12	15:36	03:15	15:38	1:57:08	-	30:36	3:37:54	217.54	47324
3	04:07	16:45	02:03	12:14	18:25	02:36	16:25	2:00:24	-	27:53	3:40:52	220.52	48629
4	04:08	15:50	02:18	11:50	17:09	02:36	16:03	1:58:29	-	25:56	3:34:19	214.19	45877
5	03:58	16:25	02:38	10:48	16:12	03:02	16:54	2:02:26	-	26:56	3:39:19	219.19	48044

6	04:03	15:45	02:18	10:58	15:58	02:50	15:26	1:59:23	-	29:15	3:35:56	215.56	46466
7	03:45	16:10	02:45	11:36	15:26	02:15	14:45	1:58:56	-	28:47	3:34:25	214.25	45903
8	03:25	16:45	02:16	11:23	17:13	03:02	16:23	2:00:09	-	33:15	3:43:51	223.51	49957
9	03:15	15:55	02:12	11:48	16:56	02:46	15:32	2:02:26	-	32:14	3:43:04	223.04	49747
10	04:12	17:10	02:38	11:59	16:18	02:55	16:20	1:58:27	-	27:17	3:37:16	217.16	47158
11	03:38	16:48	02:53	14:08	17:35	02:25	15:48	1:56:39	-	30:57	3:40:51	220.51	48625
12	04:08	17:20	02:36	11:28	16:38	02:38	14:39	1:57:39	-	32:15	3:39:21	219.21	48053
13	03:56	16:15	02:42	11:37	16:35	02:36	15:28	2:09:10	-	29:26	3:47:45	227.45	51734
14	04:05	17:25	02:24	12:38	17:35	02:47	16:47	1:54:23	-	28:57	3:37:01	217.01	47093
15	04:13	16:53	02:19	13:15	15:56	02:14	14:56	2:05:45	-	25:23	3:40:54	220.54	48638
16	03:10	16:28	02:38	10:58	16:19	02:13	15:08	2:02:25	-	31:17	3:40:36	220.36	48559
17	03:45	15:35	02:27	11:36	15:53	02:43	16:53	2:00:15	-	32:18	3:41:25	221.25	48952
18	03:55	16:25	02:28	13:28	17:25	02:58	17:12	1:54:36	-	28:16	3:36:43	216.43	46842
19	04:03	17:12	02:15	12:48	16:38	02:25	15:29	2:06:12	-	34:12	3:51:14	231.14	53426
20	03:44	16:20	02:43	14:25	15:03	02:39	15:37	1:58:06	-	30:27	3:39:04	219.04	47979
PROMEDIO	03:48	16:30	02:26	12:07	16:35	02:40	15:49	2:00:06	-	29:40			
TOTAL												4389.4	963736
PRODUCTO: Pan Yema													
1	03:23	15:31	02:03	09:16	15:39	03:29	14:39	1:57:03	09:09	25:38	3:35:50	215.5	46440
2	02:15	16:30	04:00	10:25	16:00	02:09	14:49	1:54:25	10:33	30:56	3:42:02	222.2	49373
3	02:13	16:01	03:36	10:36	15:59	02:11	15:38	2:01:17	09:39	33:39	3:50:49	230.49	53126
4	03:14	15:19	02:19	09:16	13:37	03:16	14:29	1:57:23	11:01	29:59	3:39:53	219.53	48193
5	02:12	14:33	03:39	09:38	13:00	02:19	16:00	2:02:17	10:39	26:53	3:41:10	221.1	48885
6	03:58	16:43	02:19	10:56	15:50	02:56	15:09	1:56:23	09:29	27:40	3:41:23	221.23	48943
7	04:46	15:20	03:59	11:01	14:55	03:19	14:58	1:57:19	09:35	33:33	3:48:45	228.45	52189

8	03:08	16:49	02:16	09:59	14:00	03:02	15:35	2:02:53	09:11	29:53	3:46:46	226.46	51284
9	04:39	15:39	03:21	10:35	15:53	02:29	14:43	1:57:32	10:19	34:02	3:49:12	229.12	52496
10	03:06	15:12	02:59	11:26	14:59	02:07	15:36	1:57:56	11:01	26:26	3:40:48	220.48	48611
11	02:57	15:06	03:09	11:19	15:32	02:06	15:03	1:57:17	09:38	29:56	3:42:03	228.3	52121
12	03:33	15:02	02:46	10:53	14:49	03:20	14:44	1:59:23	10:19	30:36	3:45:25	225.25	50738
13	03:49	16:16	03:56	09:56	15:29	03:26	15:36	2:03:15	09:53	31:29	3:53:05	233.5	54522
14	00:29	16:35	02:11	10:19	15:39	02:11	15:56	2:01:24	10:13	25:09	3:40:06	220.6	48664
15	02:16	14:11	03:19	09:58	13:13	03:05	14:33	1:57:56	11:02	27:19	3:36:52	216.52	46881
16	03:25	15:30	02:53	10:39	15:09	02:48	15:21	2:01:38	10:05	03:50	3:21:18	201.18	40473
17	04:21	16:01	03:54	10:12	14:29	02:19	14:55	1:59:24	10:56	33:06	3:49:37	229.37	52611
18	03:49	15:35	04:00	09:06	13:53	03:01	15:59	1:56:23	09:06	30:56	3:41:48	221.48	49053
19	02:55	15:39	02:59	09:45	14:39	02:19	14:49	2:04:28	09:39	32:56	3:50:08	230.8	53269
20	03:36	16:07	03:34	10:10	13:56	02:49	15:44	1:54:36	10:50	29:38	3:41:00	221	48841
PROMEDIO	03:12	15:41	03:10	10:16	14:50	02:44	15:13	1:59:01	10:07	28:41			
TOTAL												4462.56	996714
PRODUCTO: Pan Hamburguesa													
1	02:56	16:38	02:25	12:14	17:14	02:38	18:23	2:08:25	-	33:15	3:54:08	234.8	55131
2	03:23	15:58	02:36	11:36	15:12	03:02	17:16	2:11:03	-	31:28	3:51:34	231.34	53518
3	03:09	17:49	02:48	12:56	16:33	02:46	17:36	2:07:56	-	34:15	3:55:48	235.48	55451
4	02:01	18:04	03:10	13:15	17:25	02:58	18:23	2:09:36	-	34:45	3:59:37	239.37	57298
5	02:56	17:35	02:56	12:58	17:33	02:37	17:48	2:14:12	-	27:23	3:55:58	235.58	55498
6	03:09	17:36	03:03	13:19	17:28	02:25	17:56	2:13:14	-	34:56	4:03:06	243.6	59341
7	02:23	17:25	02:15	13:45	16:32	03:05	18:32	2:13:07	-	28:34	3:55:38	235.38	55404
8	03:19	17:32	02:25	13:56	17:25	02:48	17:23	2:06:03	-	35:12	3:56:03	236.3	55838
9	02:23	17:56	02:37	12:46	17:15	03:15	18:23	2:13:11	-	33:15	4:01:01	241.1	58129

10	02:29	16:43	02:53	13:25	16:56	02:14	18:11	2:13:13	-	34:47	4:00:51	240.51	57845
11	02:10	17:02	02:14	12:25	15:36	03:10	17:15	2:11:03	-	31:49	3:52:44	232.44	54028
12	03:09	18:00	02:36	13:14	17:23	03:14	17:39	2:05:39	-	34:12	3:55:06	235.6	55507
13	02:06	17:45	02:37	12:58	17:23	02:58	17:24	2:12:14	-	36:17	4:01:42	241.42	58284
14	02:58	16:23	02:58	12:43	17:38	02:45	17:28	2:08:48	-	35:45	3:57:26	237.26	56292
15	03:09	17:31	03:12	13:32	17:56	02:41	17:56	2:12:13	-	35:12	4:03:22	143.22	20512
16	03:15	16:15	02:54	12:54	18:25	02:36	18:14	2:09:14	-	35:17	3:59:04	239.4	57312
17	02:08	17:03	02:14	12:23	16:46	02:34	17:16	2:33:36	-	34:19	4:18:19	258.19	66662
18	02:33	18:03	03:12	13:34	17:22	02:59	18:32	2:13:56	-	36:15	4:06:26	246.26	60644
19	02:39	17:38	03:03	12:28	17:39	03:17	17:34	2:09:14	-	35:46	3:59:18	239.18	57207
20	03:19	16:12	02:39	13:19	17:57	03:12	17:52	2:15:16	-	35:37	4:05:23	245.23	60138
PROMEDIO	02:47	17:15	02:44	12:59	17:11	02:52	17:51	2:12:04		33:55			
TOTAL											4691.66	1110040	

Fuente: Elaboración propia.

Tiempos promedios

Pan Torta:

La suma de los tiempos promedios por operación que se obtiene luego de realizar las observaciones para este tipo de pan es de 219:42 minutos, el cual es muy elevado para el proceso, el cual se buscará reducir eliminando los errores en la línea de producción mediante la matriz de polivalencia ILUO.



Pan Yema:

La suma de los tiempos promedios por operación que se obtiene luego de realizar las observaciones para este tipo de pan es de 221.54 minutos, el cual es muy elevado para el proceso, el cual se buscará reducir eliminando los errores en la línea de producción mediante la matriz de polivalencia ILUO.



Pan Hamburguesa:

La suma de los tiempos promedios por operación que se obtiene luego de realizar las observaciones para este tipo de pan es de 239:36 minutos, el cual es muy elevado para el proceso, el cual se buscará reducir eliminando los errores en la línea de producción mediante la matriz de polivalencia ILUO.



Ecuación 3: Número de observaciones requeridas.

Para determinar el número de observaciones requeridas se utilizó la fórmula siguiente.

$$n = \left(40 \frac{\sqrt{n'(\sum x) - (\sum x^2)}}{(\sum)} \right)^2$$

Donde:

- n= Número de observaciones
- n'= Número de observaciones del estudio preliminar
- Σ= Suma de los valores
- X= Valor de la observación
- 40= Constante para un nivel de confianza de 94,45% y un margen de error de ± 5%.

Reemplazamos:

- Pan Torta: $n = \left(40 \frac{\sqrt{20(963736) - (4389.4^2)}}{(4389.4)} \right)^2 = 0.65 \cong 1$ Observación
- Pan yema: $n = \left(40 \frac{\sqrt{20(996714) - (4462.56^2)}}{(4462.56)} \right)^2 = 1.59 \cong 2$ Observaciones
- Pan Hamburguesa: $n = \left(40 \frac{\sqrt{20(1110040) - (4691.66^2)}}{(4691.66)} \right)^2 = 13.78 \cong 14$ observaciones

Interpretación: El número de observaciones requeridas es menor a lo que se realizó preliminarmente, con esto se concluye que con las observaciones realizadas es suficiente para continuar el estudio.

3.3.4. Variable Independiente Matriz de polivalencia ILUO (Procesos)

3.3.4.1. Velocidad de Producción

Es la actividad que disminuye el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual genera un aumento en el costo final del producto; según (García Criollo, 2005)

En los siguientes cuadros se presentan los tiempos tomados del proceso para la elaboración de pan torta, yema y hamburguesa, en el momento cuando ejercían su trabajo los distintos días de visita que se realizaron, donde se evidencia las carencias de la empresa como estandarización de tiempos, organización y la diferencia de destreza entre operarios, se detectó que el cuello de botella es la operación de fermentado en máquina.

Tabla 10: Tiempo de producción promedio para la elaboración del pan Torta.

OPERACIÓN	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)
1	Selección y Pesado de Ingredientes	03:48
2	Mezclado y/o amasado	16:30
3	Fermentación	02:26
4	División de masa	12:07
5	Boleado de Masa	16:35
6	Fermentado en bandejas	02:40
7	Formado de pan	15:49
8	Fermentado (Máquina)	120:06
9	Horneado	29:40
Tiempo total de operarios		219:42

Fuente: Elaboración propia.

n° de operaciones: 9

cuello de botella: Operación 8

Velocidad de producción – cuello de botella: 120:06 min

Interpretación: Para la producción de pan Torta existen 9 operaciones, el cuello de botella se encuentra en la Operación 8 (Férmentado en máquina) y la velocidad de producción es de 120:06 min.

Tabla 11: Tiempo de producción promedio para la elaboración del pan Yema

OPERACIONES	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)
1	Selección y Pesado de Ingredientes	03:12
2	Mezclado y/o amasado	15:41
3	Fermentación	03:10
4	División de masa	10:16
5	Boleado de Masa	14:50
6	Fermentado en bandejas	02:44
7	Formado de pan	15:13
8	Fermentado (Máquina)	119:01
9	Barnizado o acabado	10:07
10	Horneado	28:41
Tiempo total de operarios		221:54

Fuente: Elaboración propia.

n° de operaciones: 10

cuello de botella: Operación 8

Velocidad de producción – cuello de botella: 119:01 min

Interpretación: Para la producción de pan Yema existen 10 operaciones, el cuello de botella se encuentra en la Operación 8 (Férmentado en máquina) y la velocidad de producción es de 119:01 min.

Tabla 12: Tiempo de producción promedio para la elaboración del pan Hamburguesa

OPERACIÓN	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)
1	Selección y Pesado de Ingredientes	02:47
2	Mezclado y/o amasado	17:15
3	Fermentación	02:44
4	División de masa	12:59
5	Boleado de Masa	17:11
6	Fermentado en bandejas	02:52
7	Formado de pan	17:51
8	Fermentado (Máquina)	132:04
9	Horneado	33:55
Tiempo total de operarios		239:36

Fuente: Elaboración propia.

n° de operaciones: 10

cuello de botella: Operación 8

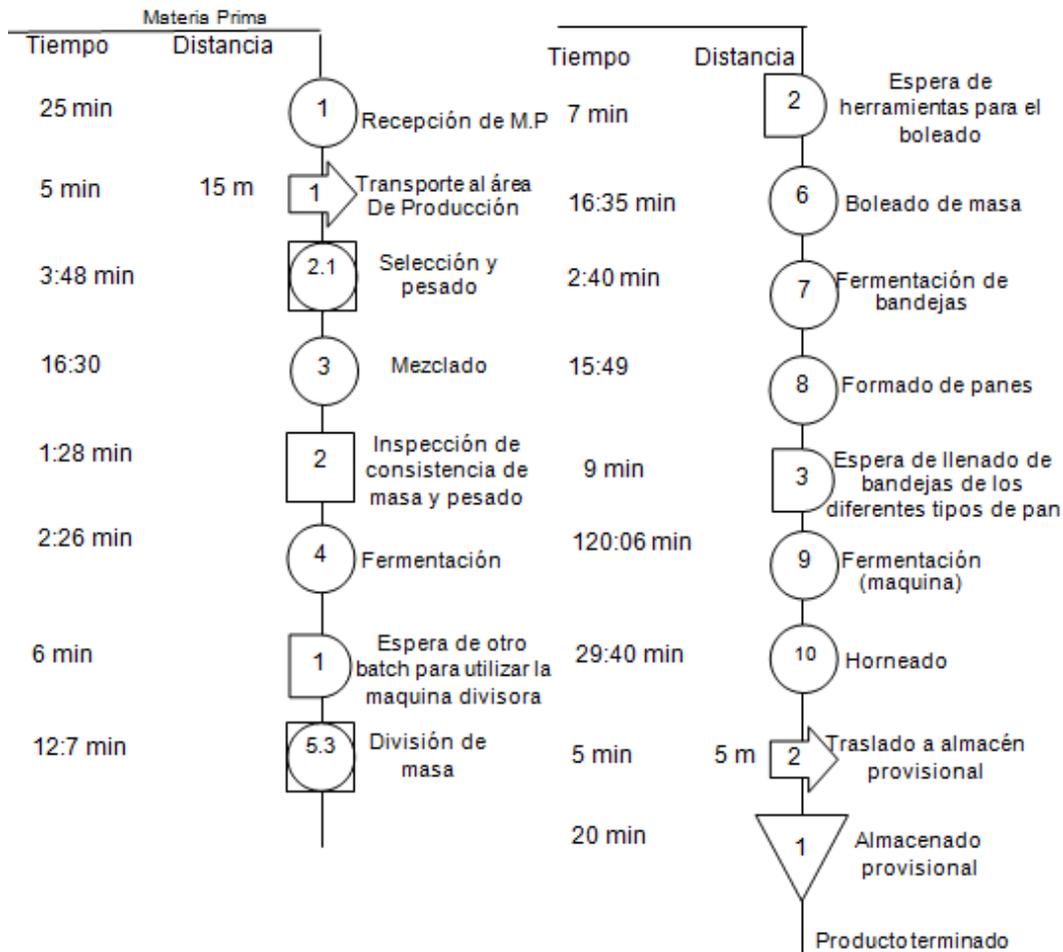
Velocidad de producción – cuello de botella: 132:04 min

Interpretación: Para la producción de pan Hamburguesa existen 9 operaciones, el cuello de botella se encuentra en la Operación 8 (Férmentado en máquina) y la velocidad de producción es de 132:04 min.

3.3.4.2. Eficiencia Operativa – Diagrama de procesos

En el siguiente diagrama de procesos se describe el proceso de producción de la línea de los 3 tipos de pan, elaborado por un operario desde el inicio de la producción hasta la culminación de este detallando el tiempo de cada proceso.

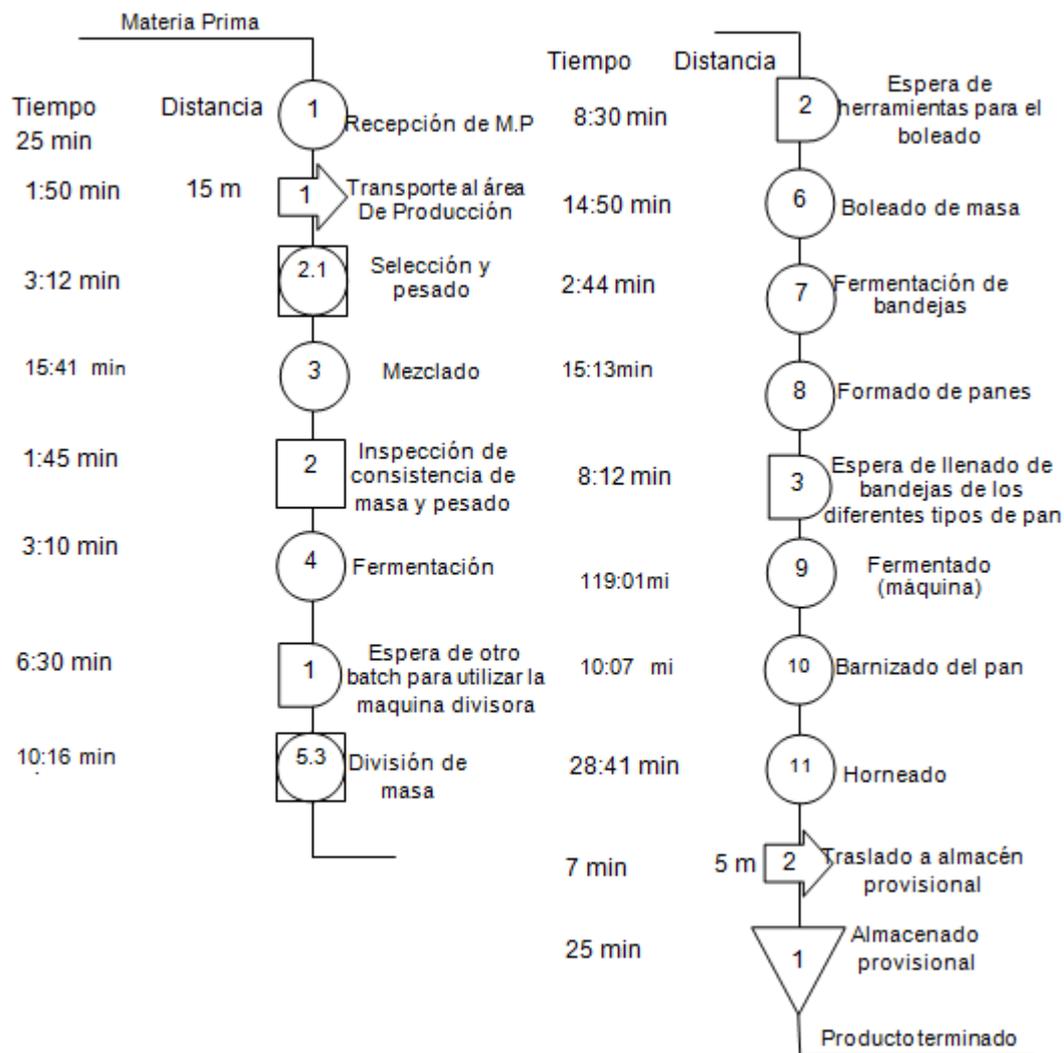
Pan Torta.



CUADRO RESUMEN	
Operaciones	10
Inspección	2
Mixta	2
Transporte	2
Demora	3
Almacén	1
Total	20

Figura 18: Diagrama de procesos del pan Torta.

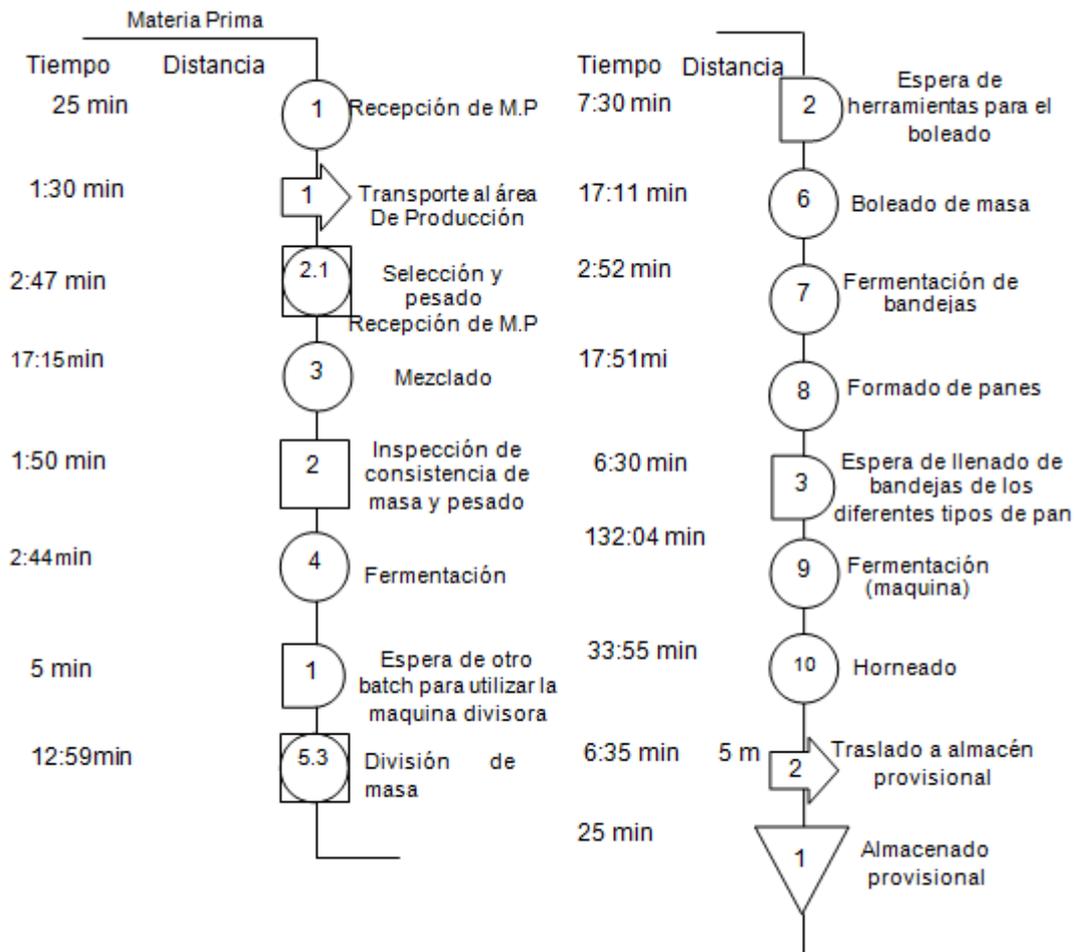
Pan de Yema



CUADRO RESUMEN	
Operaciones	11
Inspección	2
Mixta	2
Transporte	2
Demora	3
Almacén	1
Total	21

Figura 19: Diagrama de procesos del pan de Yema.

Pan Hamburguesa:



CUADRO RESUMEN	
Operaciones	10
Inspección	2
Mixta	2
Transporte	2
Demora	3
Almacén	1
Total	21

Figura 20: Diagrama de Procesos del pan Hamburguesa.

3.3.4.3. Actividades Productivas e Improductivas.

Para realizar el cálculo de actividades productivas e improductivas es necesario realizar el diagrama de operaciones, para calcular el porcentaje de cada una de éstas; según (García Criollo, 2005).

Ecuación 4: Actividades Productivas:

$$\frac{\sum [\text{O} \square]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

Ecuación 5: Actividades Improductivas:

$$\frac{\sum [\text{D} \nabla \rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

Pan de Torta:

$$A.P = \frac{246.09}{296.57} = 0.829 = 82.9\%$$

$$A.I = \frac{51.48}{296.57} = 0.171 = 17.1\%$$

De la evaluación de la eficiencia operativa del pan torta se obtiene: actividades productivas 82.9% y de las actividades improductivas 17.1%, los cuales están sujetos a mejora mediante la propuesta de implementación de la herramienta 5's.

Pan de Yema:

$$A.P = \frac{249.48}{296.01} = 0.84 = 84\%$$

$$A.I = \frac{46.53}{296.01} = 0.16 = 16\%$$

De la evaluación de la eficiencia operativa del pan Yema se obtiene: actividades productivas 84% y de las actividades improductivas 16%, los cuales están sujetos a mejora mediante la propuesta de implementación de la herramienta 5's.

Pan de Hamburguesa:

$$A.P = \frac{266.28}{318.27} = 0.836 = 83.6\%$$

$$A.I = \frac{52.01}{318.27} = 0.17 = 16.4\%$$

De la evaluación de la eficiencia operativa del pan Hamburguesa se obtiene: actividades productivas 83.6% y de las actividades improductivas 16.4%, los cuales están sujetos a mejora mediante la propuesta de implementación de la herramienta 5's.

3.3.4.4. Cálculo de productos defectuosos

La siguiente formula permite calcular el porcentaje de merma obtenida en el proceso; según (Freivalds & Niebel, 2014).

Muestra requerida: Se realizará la determinación de la muestra de la población, la producción total diaria de cada tipo de pan:

Producción diaria pan Torta = 20 batch = 8 000 unidades

Producción diaria pan Yema = 18 batch = 7 200 unidades

Producción pan Hamburguesa = 14 batch = 5 600 unidades

Ecuación 6: Fórmula para calcular la muestra

$$p = 0.50$$

$$q = 0.50$$

$$E = 0.05$$

$$Z = 1.96$$

N = Población

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1)E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

- $n(\text{pan Torta}) = \frac{8000 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(7999) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 367 \text{ und}$

Para el pan torta se trabaja con una muestra de 367 unidades para calcular el porcentaje de productos defectuosos.

- $n(\text{pan Yema}) = \frac{7200 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(7199) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 365 \text{ und}$

Para el pan torta se trabaja con una muestra de 365 unidades para calcular el porcentaje de productos defectuosos.

- $n(\text{pan Hamburguesa}) = \frac{5600 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(5599) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 360 \text{ und}$

Para el pan torta se trabaja con una muestra de 360 unidades para calcular el porcentaje de productos defectuosos.

Con los datos obtenidos del cálculo anterior se obtendrá el número de unidades defectuosas según el tipo de pan.

Ecuación 7: Fórmula para calcular las unidades defectuosas.

$$\text{Productos defectuosos (x)} = \frac{\text{Número de Productos Defectuosos}}{\text{Número de Unidades Producidas}}$$

De la producción diaria se obtuvo:

- $\text{PD (torta)} = \frac{33}{367} = 0.09 = 9\%$

Se encontró 33 unidades defectuosas de 367 unidades lo que equivale a un 9% de la producción diaria, esto se considera un porcentaje elevado para la cantidad de producida y para los procesos que tiene.

- $\text{PD (yema)} = \frac{29}{365} = 0.08 = 8\%$

Se encontró 29 unidades defectuosas de 365 unidades lo que equivale a un 8% de la producción diaria, esto se considera un porcentaje elevado para la cantidad de producida y para los procesos que tiene.

- $\text{PD (hamburguesa)} = \frac{36}{360} = 0.10 = 10\%$

Se encontró 36 unidades defectuosas de 360 unidades lo que equivale a un 10% de la producción diaria, esto se considera un porcentaje elevado para la cantidad de producida y para los procesos que tiene.

Los porcentajes obtenidos se disminuirán con las herramientas propuestas en la presente investigación.

Merma expresada en soles (día):

Ecuación 8: Fórmula para calcular la merma expresada en soles

Para expresar la merma en soles se aplicará la siguiente fórmula:

$$X = ((\# \text{ de batch en tienda} * \text{und en un batch}) (\% \text{ de merma}) (\text{precio de pan en tienda}) + ((\# \text{ de batch en mercado masivo} * \text{und en batch}) (\% \text{ de merma}) (\text{precio de pan en mercado masivo}))$$

- Pan Torta

Producción para venta: 20 batch: 4 batch en tienda y 16 batch mercado masivo

Porcentaje de productos defectuosos: 9%

Precio de venta por unidad: S/. 0.125 en tienda y S/. 0.17 mercado masivo

$$\text{Pan torta} = ((4 * 400) (9\%) (0.125)) + ((16 * 400) (9\%) (0.17)) = S/. 116$$

El porcentaje de productos defectuosos de la producción del pan Torta es elevado se obtiene un 9% en pan torta que económicamente es S/.116 soles de pérdida diaria.

- Pan Yema

Producción para venta: 18 batch: 3 batch en tienda y 15 batch mercado masivo

Porcentaje de productos defectuosos: 8%

Precio de venta por unidad: S/. 0.17 en tienda y S/. 0.20 mercado masivo

$$\text{Pan torta} = ((3 \times 400)(8\%)(0.17)) + ((15 \times 400)(8\%)(0.20)) = \text{S}/.112$$

El porcentaje de productos defectuosos de la producción del pan Yema es elevado se obtiene un 8% en pan torta que económicamente es S/.112 soles de pérdida diaria.

- Pan Hamburguesa

Producción para venta: 14 batch: 7 batch en tienda y 7 batch en mercado masivo

Porcentaje de productos defectuosos: 10%

Precio de venta por unidad: S/. 0.25 en tienda y S/. 0.25 mercado masivo

$$\text{Pan Hamburguesa} = ((7 \times 400)(10\%)(0.25)) + ((7 \times 400)(10\%)(0.25)) = \text{S}/.140$$

El porcentaje de productos defectuosos de la producción del pan Hamburguesa es elevado se obtiene un 10% en pan torta que económicamente es S/.140 soles de pérdida diaria.

3.3.5. Variable Dependiente: Productividad

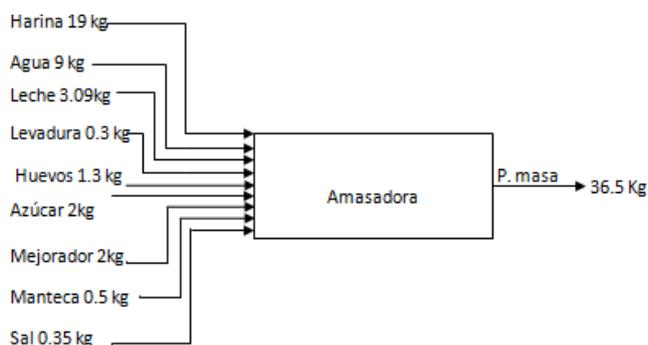
3.3.5.1. Balance de materia prima – Eficiencia física de materia prima

Es una contabilidad exacta de la totalidad del material que ingresa al proceso de producción y la cantidad que se va perdiendo al pasar por las estaciones de trabajo; según (Industria e Ingeniería Química, 2019) .La eficiencia física se determinará por batch para cada tipo de pan en estudio (Torta, Yema y Hamburguesa). A continuación, se calcula la cantidad de salida útil de materia prima entre la entrada de materia prima.

$$\text{Ecuación 9: Eficiencia física} = \frac{\text{Salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}}$$

Para resolver la ecuación anterior, debemos contar con los insumos para la elaboración para cada tipo de pan:

pan Torta:



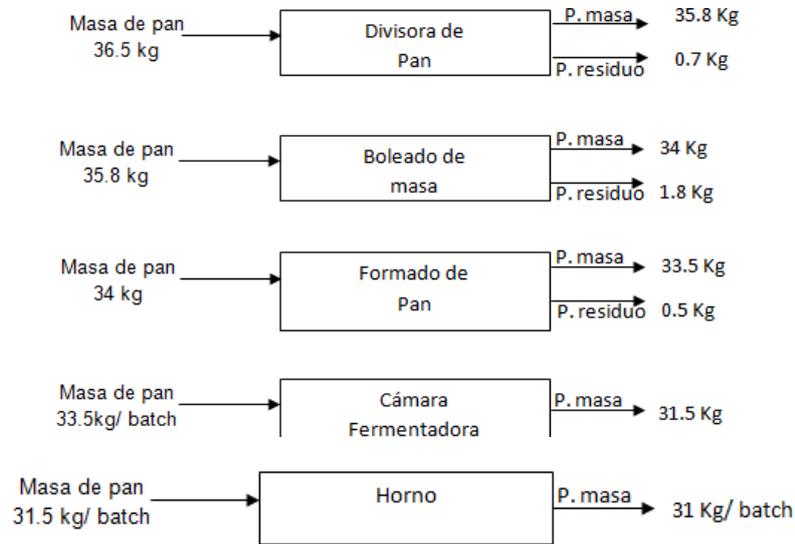
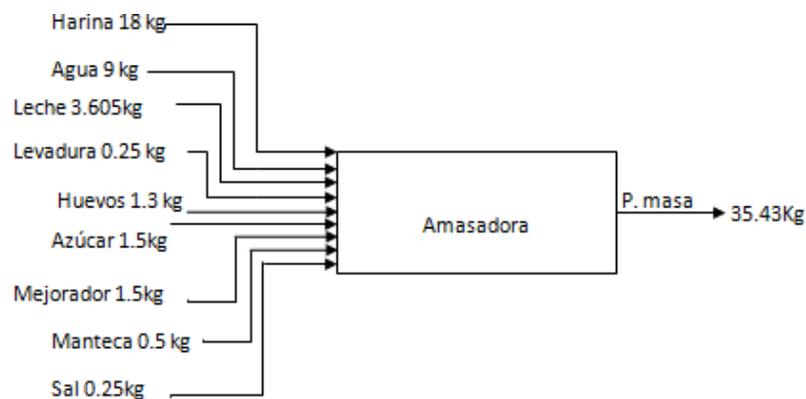


Figura 21: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Torta.

$$E.f. = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}} = 1(\text{Batch}) * \frac{31.3 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}}{37.54 \text{ kg}} = 0.83 = 83\%$$

La eficiencia física del proceso de producción del pan Torta es de 83% indicando que el aprovechamiento de materia prima es un índice alto y el 17% se pierde durante el proceso de elaboración, estos resultados se mejorarán con las herramientas propuestas.

pan Yema:



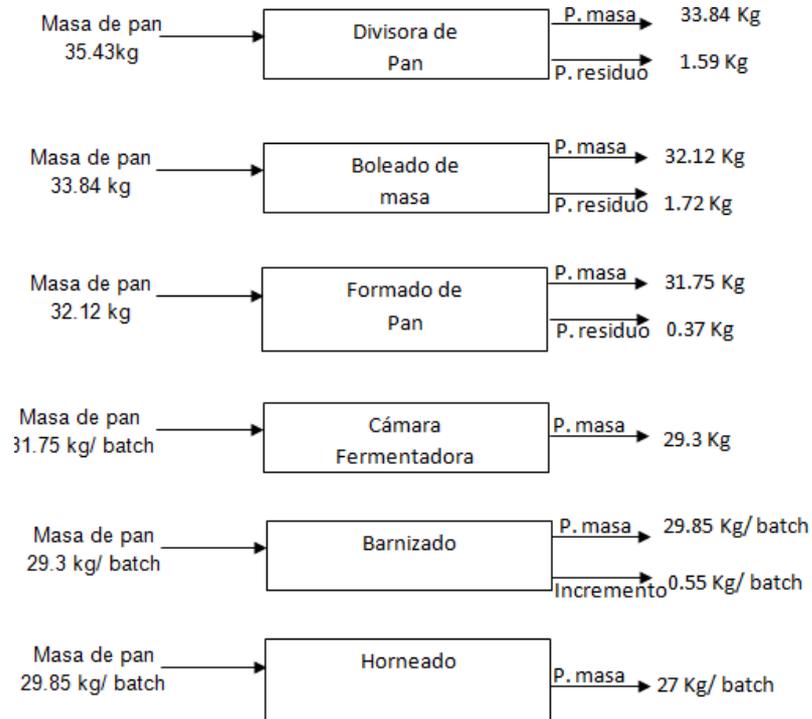
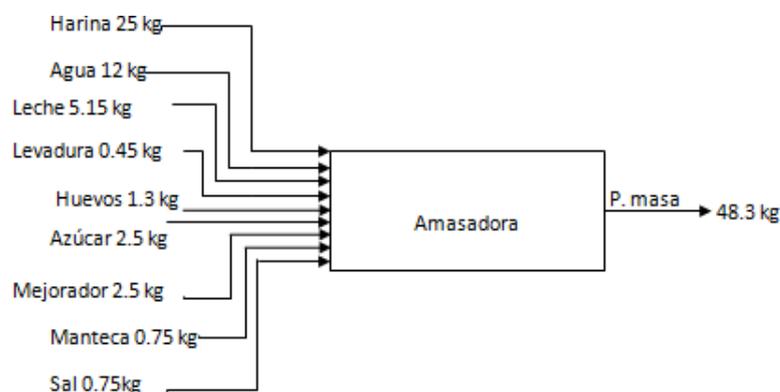


Figura 22: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Yema.

$$E.f. = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}} = 1(\text{Batch}) * \frac{27 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}}{36.155 \text{ kg}} = 0.75 = 75\%$$

La eficiencia física del proceso de producción del pan Yema es de 75% indicando que el aprovechamiento de materia prima es un índice alto y el 25% se pierde durante el proceso de elaboración, estos resultados se mejorarán con las herramientas propuestas.

Pan Hamburguesa:



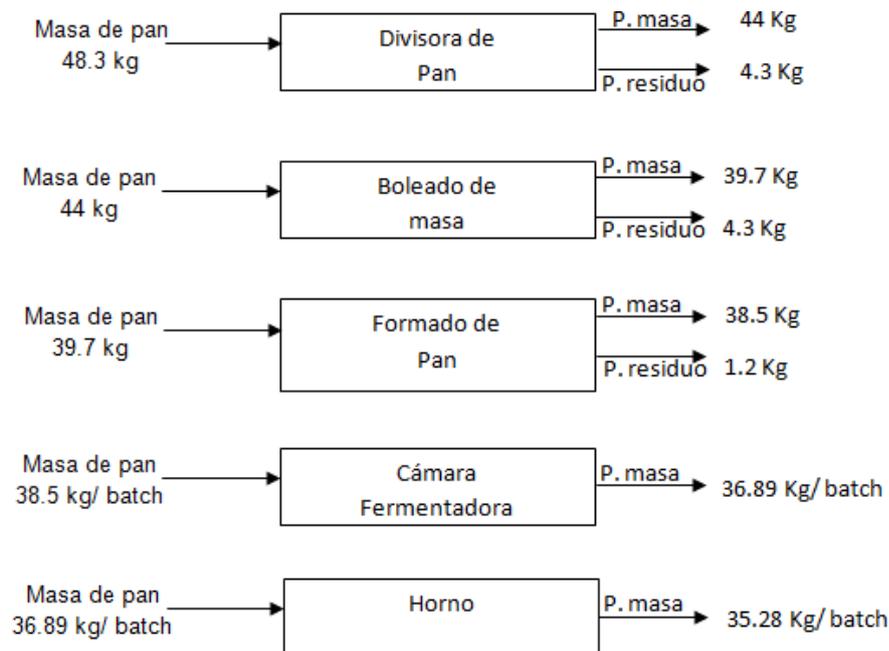


Figura 23: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Hamburguesa.

$$E.f. = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}} = 1(\text{batch}) * \frac{35.28 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}}{50.4 \text{ kg}} = 0.7 = 70\%$$

La eficiencia física en el pan hamburguesa es de 70%; indicando que el aprovechamiento de materia prima es un índice alto, el 30 % es materia prima que se pierde durante el proceso en el pan hamburguesa es el indicador más alto donde si es alarmante a comparación de los otros dos tipos de pan.

3.3.5.2. Productividad de mano de obra.

Se toma en cuenta la producción diaria de pan, la cual está destinada para dos maestros y 14 operarios, la producción de pan es de la siguiente manera, pan torta es 20 *batch*/día, pan yema 18 *batch*/día, pan hamburgués 14 *batch*/día. Para determinar la productividad de mano de obra se utilizó la fórmula de (Ingeniería Industrial Online, s.f.)

Ecuación 10: Productividad de mano de mano de obra.

$$P \text{ m.o} = \frac{\text{producción (kg)}}{\text{Recursos (horas)}}$$

Reemplazando:

$$P \text{ m.o (pan torta)} = \frac{20 (37.54) \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{920 \text{ h-H/día}} = 0.81 \frac{\text{Kg}}{\text{h-H}}$$

Por cada Hora – Hombre se produjo 0.81 kg de pan torta.

$$P \text{ m.o (pan yema)} = \frac{18 (36.155) \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{920 \text{ h-H/día}} = 0.71 \frac{\text{Kg}}{\text{h-H}}$$

Por cada Hora – Hombre se produjo 0.71 kg de pan Yema.

$$P \text{ m.o (pan hamburguesa)} = \frac{14(50.4) \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{920 \text{ h-H/día}} = 0.77 \frac{\text{Kg}}{\text{h-H}}$$

Por cada Hora – Hombre se produjo 0.77 kg de pan Hamburguesa.

Los resultados obtenidos de productividad de mano de obra no son los esperados, estos se pueden mejorar mediante las herramientas propuestas.

3.3.5.3. Productividad respecto a materia prima.

Conocer el rendimiento de la materia prima (harina) para la elaboración de los distintos tipos de pan en estudio es importante, se toma en cuenta la producción diaria y la materia prima utilizada. Para determinar la productividad de materia prima se utilizó la fórmula de (Ingeniería Industrial Online, s.f.).

$$\text{Ecuación 11: Productividad de materia prima } P \text{ m.p} = \frac{\text{producción}}{\text{Recursos (m.p)}}$$

$$P \text{ m.p (pan torta)} = \frac{20 \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{37.54 \text{ kg de m.p} * 20 \text{ batch}} = 0.026 \frac{\text{batch al día}}{\text{Kg de m.p al día}}$$

Por cada kilogramo de materia prima se produce 0.026 batch de pan torta al día el cual tiene la menor productividad de harina.

$$P \text{ m.p (pan yema)} = \frac{18 \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{36.155 \text{ kg de m.p} * 18 \text{ batch}} = 0.027 \frac{\text{batch al día}}{\text{kg de m.p al día}}$$

Por cada kilogramo de materia prima se produce 0.027 batch de pan Yema al día el cual tiene la mayor productividad de harina.

$$P \text{ m.p (pan hamburguesa)} = \frac{14 \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{50.4 \text{ kg de m.p} * 14 \text{ batch}} = 0.019 \frac{\text{batch al día}}{\text{kg de m.p al día}}$$

Por cada kilogramo de materia prima se produce 0.026 batch de pan Hamburguesa.

3.3.5.4. Eficiencia Económica.

Fórmula para utilizar los recursos productivos con el fin de satisfacer nuestras necesidades; según (Wadsworth, 2011).

Para hallar la eficiencia económica para la producción de los 3 tipos de pan necesitamos tener información como los ingresos y egresos, los cuales lo detallaremos a continuación:

La venta de los 3 tipos de pan (torta, yema y hamburguesa) se realizan por batch al día, el precio del batch por pan se detalla en el siguiente cuadro según su destino de venta.

Tabla 13: Precios de pan en tienda

Venta en tienda	Venta Mercado masivo
Pan Torta: 8 und x s/.1	Pan torta: 6 und x s/.1
Pan Yema: 6 und x s/.1	Pan Yema: 5 und x s/.1
Pan Hamburguesa: 4und x s/.1	Pan Hamburguesa: 4und x s/.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Ventas Históricas del año 2018

MES	Pan torta (und)		Pan Yema (und)		Pan Hamburguesa (und)	
MARZO	49600	198400	37200	186000	86800	86800
ABRIL	48000	192000	36000	180000	84000	84000
MAYO	49600	198400	37200	186000	86800	86800
JUNIO	48000	192000	36000	180000	84000	84000
JULIO	49600	198400	37200	186000	86800	86800
AGOSTO	49600	198400	37200	186000	86800	86800
SETIEMBRE	48000	192000	36000	180000	84000	84000
OCTUBRE	49600	198400	37200	186000	86800	86800
NOVIEMBRE	48000	192000	36000	180000	84000	84000
DICIEMBRE	49600	198400	37200	186000	86800	86800
ENERO	49600	198400	37200	186000	86800	86800
FEBRERO	44800	179200	33600	168000	78400	78400
TOTAL	584000	2336000	438000	2190000	1022000	1022000
Total (Ventas)	S/ 73,000	S/389,333	S/73,000	S/ 438,000	S/ 255,500	S/ 255,500

Fuente: Elaboración propia.

Las ventas mensuales que se obtuvieron en la tienda para el pan de Torta, Yema y Hamburguesa fueron de S/.73,000, S/.73,000, S/.255,500 soles respectivamente; mientras que, en las zonas de venta fuera del distrito fueron de S/.389,333 soles para el pan de torta, S/.438,000soles para el pan de yema y S/.255,500 soles para el pan hamburguesa.

Costo

Para el proceso de producción del pan, es necesario contratar servicios como la luz, agua, materiales, materia prima y mano de obra. A continuación, se detallará todos los costos promedio mensuales en la siguiente tabla.

Tabla 15: Costo de producción

	Pan Torta		Pan Yema		Pan Hamburguesa	
Luz	S/	360	S/	264	S/	176
Agua	S/	259	S/	190	S/	127
Materia Prima	S/	28,199	S/	25,573	S/	26,211
Materiales	S/	72	S/	53	S/	35
Mano de obra	S/	2,295	S/	1,683	S/	1,122
Total Mes	S/	31,184.85	S/	27,762.35	S/	27,670.85
Total Anual	S/	374,218.20	S/	333,148.20	S/	332,050.20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: pérdida de merma expresado en soles

Productos	% P. Defectuosos	Precio Tienda	Precio M.	Día	Mes	Año
Torta	0.03	S/ 0.125	S/ 0.17	S/ 39	S/ 1,175	S/ 14,104
Yema	0.04	S/ 0.17	S/ 0.20	S/56	S/ 1,708	S/ 20,498
Hamburguesa	0.04	S/ 0.25	S/ 0.25	S/ 56	S/ 1,703	S/20,440

Fuente: Elaboración propia.

Rentabilidad Económica:

$$\text{Eficiencia Económica(Torta)} = \frac{462333-42311}{374218} = 1.12$$

La eficiencia económica obtenida para el pan Torta es de 1.12, lo cual significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0.12 soles.

$$\text{Eficiencia Económica(Yema)} = \frac{511000-40997}{333148} = 1.41$$

La eficiencia económica obtenida para el pan Yema es de 1.41, lo cual significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0.41 soles.

$$\text{Eficiencia Económica(Hamburguesa)} = \frac{511000-51100}{332050} = 1.39$$

La eficiencia económica obtenida para el pan Hamburguesa es de 1.39, lo cual significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0.39 soles.

Tabla 17: Variable Independiente (Matriz de Polivalencia)

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ACTUALES		
MATRIZ DE POLIVALENCIA ILUO	Matriz de Polivalencia ILUO	Versatilidad de los operarios (1x4)		% de Versatilidad	31.3%	
		Dominio de operaciones (4x1)		% de operaciones dominadas	40%	
	Producción	Velocidad de Producción	Torta	Min/batch	120:06 min/ batch	
			Yema		119:01 min/ batch	
			Hamburguesa		132:04 min/ batch	
		Eficiencia Operativa	Torta	%Actividades Productivas	82.9%	
			Yema		84%	
			Hamburguesa		83.6%	
			Torta	%Actividades Improductivas	17.1%	
			Yema		16%	
			Hamburguesa		16.4%	
		Estudio de tiempos	Tiempo Normal	Torta	Minutos	120:06 min
				Yema		119:01 min
				Hamburguesa		132:04 min
	Tiempo Estándar		Torta	120:06 min		
			Yema	119:01 min		
			Hamburguesa	132:04 min		
	Calidad	Productos Conformes	Torta	Unidades/ batch	91%	
			Yema		92%	
			Hamburguesa		90%	
Productos no conformes		Torta	9%			
		Yema	8%			
		Hamburguesa	10%			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Variable Dependiente (Productividad)

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ACTUALES	
PRODUCTIVIDAD	Eficiencia Física.	Torta	Unidades/ batch	83%	
		Yema		75%	
		Hamburguesa		70%	
	Actividad Productiva	Productividad De M.O (Día)	Torta	Kg/ H- h	0.81 kg/h-H
			Yema		0.71 kg/h-H
			Hamburguesa		0.77 kg/h-H
		Productividad De M.O (Día)	Torta	Batch/ kg	0.026 Batch/kg
			Yema		0.027 Batch/kg
			Hamburguesa		0.019 Batch/kg

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño de la propuesta de mejora.

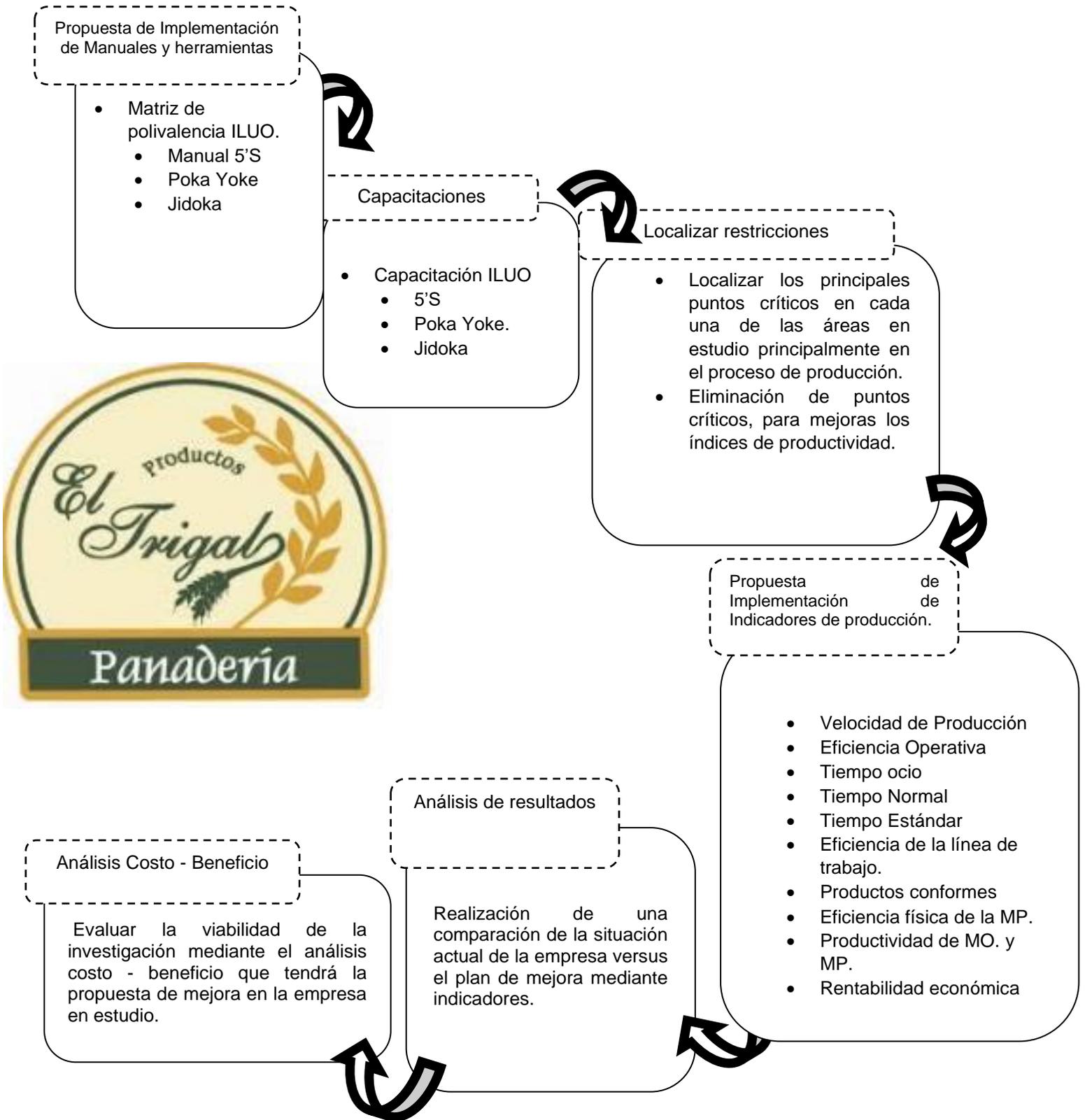


Figura 24: Diseño de propuesta de mejora.

3.4.1. Resultado del diagnóstico

3.4.1.1. Matriz de Polivalencia ILUO

Solución a la problemática

Se propone implementar la matriz de polivalencia ILUO la cual se reforzará mediante la aplicación de las herramientas como 5´S, JIDOKA y POKA YOKE éstas servirán para la realizar las capacitaciones; la evaluación se realizará en toda la línea de producción, se dará inicio definiendo los instrumentos de evaluación que se usarán para medir cada módulo de las capacitaciones, luego establecer la metodología de evaluación de asimilación del conocimiento de los operarios mediante una calificación según su grado de capacidad.

En la empresa se encuentra diferentes problemas que afectan la línea de producción de pan tales como: deficiente organización, un deficiente adiestramiento de los operarios por lo que en muchas ocasiones suelen cometer errores a la hora del proceso de producción ya sean por falta de costumbre, desconocimiento, el uso ineficiente de la maquinaria o hacer las cosas como ellos creen convenientes, esto se evidencian al obtener merma al finalizar la producción de batch de pan; por lo que vemos conveniente la implementación de esta herramienta ya que ayuda a los operadores a desarrollar su máxima capacidad para realizar funciones con muy buena calidad y productividad.

Esta herramienta además de facilitar el trabajo a los operadores también es de ayuda para la persona a cargo que en este caso es el supervisor de la producción, permitiéndole visualizar de forma rápida el nivel de preparación que tienen los operarios para llevar a cabo una o más operaciones que corresponden a un mismo proceso, además permite programar que tipo de preparación necesitan los operadores.

ILUO genera resultados anuales, mensuales, semanales y diarios; la empresa cuenta con un proceso de producción continuo lo que es conveniente obtener resultados diarios, estos resultados se dan con herramientas visuales como son; documentos, formatos visuales, entre otros que se detallarán más adelante.

Evaluaciones teóricas - prácticas

Luego de efectuar las capacitaciones se procede a realizar la evaluación teórica. (Ver anexo 3)

Resultados de examen teórico

Se procedió a realizar evaluaciones con un seguimiento inicial de 1 mes, esto se inicia después de que las capacitaciones teóricas hayan culminado aplicando los instrumentos aprendidos para su respectiva labor en práctica.

Tabla 19: Resultado de evaluación teórica por módulo.

Operadores	EVALUACIÓN TEORICA						
	Módulo I	Módulo II	Módulo III	Módulo IV	Módulo V	Módulo VI	Módulo VII
Operador 2		9	8	9	9	9	10
Operador 3		10	10	10		10	
Operador 4		9	6	9	9	8	10
Operador 5		9	9	8	10	9	10
Operador 6		8	9	9	9	7	10
Operador 7		8	9	9	10	9	10
Operador 8		9	10	10	10	9	10
Operador 9		9	9	10		10	9
Operador 11		9	8		9	8	10
Operador 12		9	7	9	9	9	10
Operador 13	10	9	8	10	8	9	8
Operador 14		10	10	10	10		9
Operador 15	10	8	8	9	8	9	9
Operador 16		9	9	10		9	
Total de Personas	2	14	14	13	11	13	12
Aprobados	2	14	12	13	11	12	12
No aprobados	0	0	2	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Resultados de evaluación práctica por módulo.

Operarios	Módulo I	Módulo II		Módulo III		Módulo IV	Módulo V	Módulo VI	Módulo VII	
	Selec. y pesado (materia prima)	Amasado	Fermentado al aire	División de Masa	Boleado de Masa	Fermentado (Bandejas)	Formado de pan	Fermentado (Cámara)	Barnizado	Horneado
Operador 2		8	9	9	10	9	9	9	9	10
Operador 3		9	10	9			10		10	
Operador 4		8	9	8	10	8	9	9	8	10
Operador 5		8	9	9	10	8	7	10	9	10
Operador 6		8	8	10	10	8	8	9	7	10
Operador 7		9	8	10	9	9	9	10	9	10
Operador 8		10	9	10	9	10	10	10	9	10
Operador 9		10	10	9	9	9	10		10	9
Operador 11		8	10	8	10	8		9	8	10
Operador 12		8	9	8	10	8	9	9	9	10
Operador 13	9	9	9	8	9	10	10	7	9	7
Operador 14			9			9	10	10		9
Operador 15	10	8	9	9	9	8	9	7	9	9
Operador 16		9	9	10	9	9	10		9	
Total	2	13	14	13	12	13	13	11	13	12
Aprobados	2	13	14	13	12	13	12	9	12	11
No Aprobados	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Efectividad de capacitación teórica y calificación promedio por módulo

	Teórica			Efectividad de la capacitación (%)	Calificaciones promedio
	Asistentes	Aprobados	No aprobado		
Módulo I	2	2	0	100%	10
Módulo II	14	14	0	100%	8.3
Módulo III	14	12	2	86%	8.6
Módulo IV	13	13	0	100%	9.4
Módulo V	11	11	0	100%	9.2
Módulo VI	13	13	0	100%	8.8
Módulo VII	12	12	0	100%	9.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Efectividad de capacitación práctica y calificación promedio por módulo.

	Práctica			Efectividad de la capacitación (%)	Calificaciones promedio
	Asistentes	Aprobados	No aprobado		
Módulo I	2	2	0	100%	9.5
Módulo II	13	13	0	100%	8.6
	14	14	0	100%	9
	13	13	0	100%	9
Módulo III	12	12	0	100%	9.5
	13	13	0	100%	8
Módulo IV	13	12	1	92.3%	9.2
Módulo V	11	9	2	81.8%	9.8
Módulo VI	13	12	1	92.3%	9.5
Módulo VII	12	11	1	91.7%	9.5

Fuente: Elaboración propia.

En el módulo I, se dio la menor asistencia de los operarios esto es debido a que en la matriz de polivalencia ILUO real solo dos de los operarios mostraron cierto déficit en la realización de esta operación.

En el módulo II y III refleja la asistencia de casi todos los operarios por ser la parte fundamental de la elaboración del pan en tanto la consistencia y volumen, además de tener la nota más estable por ser operaciones con un alto nivel de dificultad.

En el módulo V y VII los operarios durante la capacitación y la práctica mostraron demasiado interés por tratarse del funcionamiento de la maquinaria del proceso final para la elaboración, siendo demostrado por ser módulos con más altas notas por parte de los operarios.

En la siguiente figura se observa que, las calificaciones de los operadores son óptimas por estar en un promedio de 9.12 (>7" nota desaprobatoria), con respecto a la evaluación teórica; por lo cual hace que los operadores tengan conocimientos técnicos a la hora de realizar su respectiva labor y a la vez no cometer errores en la mezcla de insumos al inicio del proceso de producción.

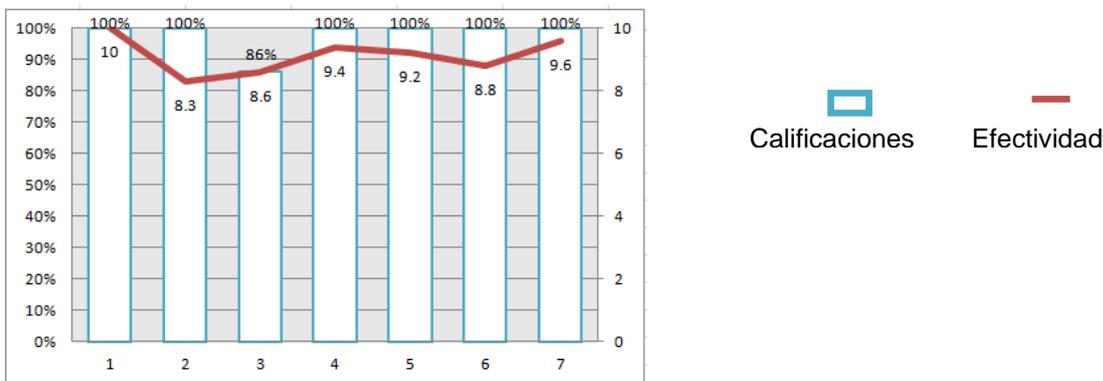


Figura 25: Efectividad de la capacitación y calificación promedio en la evaluación teórica.

En la figura 31 se puede observar lo mismo que en la figura anterior, pero en esta ocasión con respecto a las evaluaciones prácticas obteniendo una nota promedio de 9.13, por lo cual genera que los operadores no cometan errores a la hora del manejo de maquinaria trabajando con normas establecidas y no con lo que ellos crean convenientes.

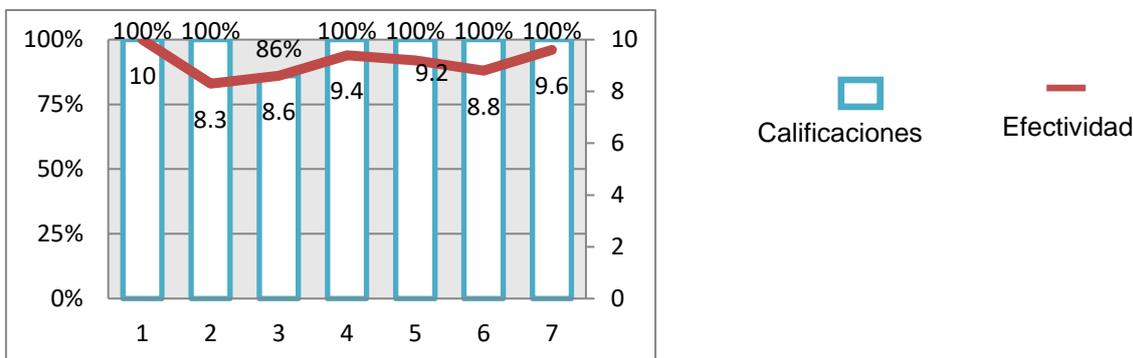


Figura 26: Efectividad de la capacitación y calificación promedio en la evaluación práctica.

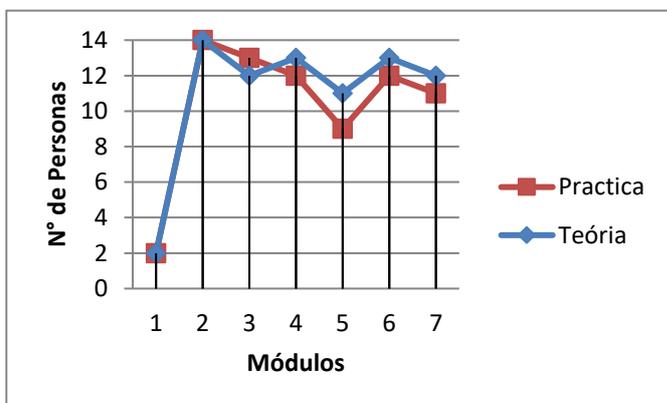


Figura 27: comparación de operarios aprobados en la prueba teórica vs los operarios aprobados en la prueba práctica.

Tabla 23: Matriz de Polivalencia ILUO final.

	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	1x4	
Operario 1	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	Interpretación 1x4: Un operador domina 4 operaciones con nivel O. (Horizontal) 4x1: Cuatro Operadores Dominan una Operación específica del proceso con niveles O. (Vertical) Medición: I: 0-25% Capacitación (Rojo). L: 26-50% Desempeño. (Amarillo). U: 51- 75% Desempeño (Anaranjado) O: 76- 100% Desempeño. (Verde)
Operario 2	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 3	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	
Operario 4	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	X	
Operario 5	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	
Operario 6	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	
Operario 7	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	
Operario 8	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	O	

	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	1x4	
Operario 9											O	Interpretación 1x4: Un operador domina 4 operaciones con nivel O. (Horizontal)
Operario 10											O	
Operario 11											O	4x1: Cuatro Operadores Dominan una Operación específica del proceso con niveles O. (Vertical)
Operario 12											X	
Operario 13											X	Medición: I: 0-25% Capacitación (Rojo).
Operario 14											O	L: 26-50% Desempeño. (Amarillo).
Operario 15											X	U: 51- 75% Desempeño (Anaranjado)
Operario 16											O	O: 76- 100% Desempeño. (Verde)
4x1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		

Fuente: Elaboración Propia.

Porcentaje de cumplimiento después de las capacitaciones teóricas – prácticas.

Ecuación 12: 1x4 después de las capacitaciones

$$1x4 = \frac{11}{16} \times 100\% = 68.8\%$$

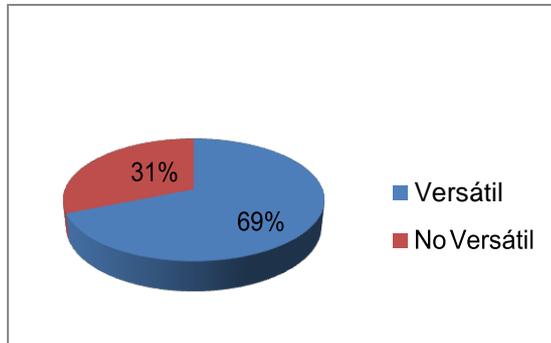


Figura 28: Diagrama pastel 1x4 después de la mejora

Como se puede observar en el diagrama pastel anterior obtenemos una mejora de un 68.8% de versatilidad por parte de los operarios a la hora de realizar su labor, siendo cifra optima y de mejora continua superando el 31.3% como fueron evaluados al principio del método.

Ecuación 13: 4x1 después de las capacitaciones

$$4x1 = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$$

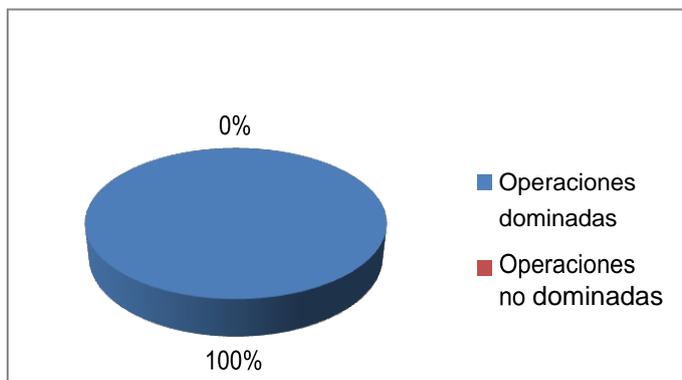


Figura 29: Diagrama pastel 4x1 después de las capacitaciones.

Como se puede observar en el diagrama pastel anterior se concluye que, de las 10 operaciones del proceso de producción de pan, cada cuatro operarios la realizan con un nivel O; siendo un resultado favorable para la empresa ya que se trabajará de una manera eficaz al saber que cuando un operario sufra un accidente o problemas externos al trabajo pueda ser reemplazado por cualquier compañero de turno sin descuidar la calidad del proceso.

Análisis

Para las preguntas de investigación que se establecieron se obtuvieron las siguientes respuestas:

1. ¿La matriz de polivalencia es una alternativa adecuada para medir la gestión del conocimiento?

La estructura de la matriz de polivalencia ILUO está conformada de tal forma que se mantenga en constante evolución y mejora la cual se puede medir constantemente mediante la matriz, con la cual se conoce y domina los procesos, para que de esta manera se planteen mejoras de acuerdo a la situación de los operarios y con esto se pueda enseñar y/o transmitir conocimientos de parte de los capacitadores, ya que la matriz se refuerza con herramientas de lean Manufacturing con lo que se logra un mejor impacto en la empresa.

2. ¿Cómo se mide el conocimiento aplicando la matriz de polivalencia ILUO?

La matriz está diseñada para obtener datos de capacidad de los operarios y las operaciones y conocer el desempeño en términos porcentuales, la matriz se actualiza cada 2 meses, pero la frecuencia de evaluación se lo realiza diariamente, se lo realiza también de acuerdo al número de participaciones de un operador en eventos de capacitación.

3. ¿La implementación de la matriz de polivalencia ILUO ayuda a mejorar el desempeño de los operarios?

Se puede decir que la matriz de polivalencia ILUO permite monitorear el crecimiento del aprendizaje de los operarios mediante las capacitaciones, y que esto repercute como una herramienta de mejora, esto se ve cuando se mide los indicadores de producción antes y después de implementar la herramienta.

3.4.1.1.1 Método 5's

El estudio se realizará en toda el área del proceso productivo del pan, con el fin de que se realice un trabajo óptimo con respecto a la maquinaria y un uso correcto de las herramientas en el área de producción en conjunto con todos los operarios a la vez; además de mejorar los espacios de cada estación de trabajo con la finalidad de que se mejore las condiciones de seguridad e higiene en dicha área.

RECONOCIMIENTO DE LAS AREAS

En esta primera etapa se realizan recorridos por toda el área de estudio, reconociendo todas las diferentes tareas, estaciones de trabajo, operarios, personal encargado, maquinaria, herramientas, seguridad e higiene y métodos realizados por todo el personal en toda la jornada laboral.

RECONOCIMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Durante las visitas que se realizaron a la empresa se entrevistó a algunos operarios sin interrumpir su tarea diaria validando datos además de conocer la situación actual del área de estudio y realizar un análisis de todo el proceso por medio de un check list 5's (calculadora 5's).

Evaluación de Clasificación			
		Sí	No
1	¿Las herramientas que se utilizan en el área de producción se encuentran organizadas y clasificadas en buenas condiciones sanitarias?		✓
2	¿El área de trabajo se encuentra señalizada correctamente?	✓	
3	¿No se encuentran objetos o herramientas innecesarias en el área de trabajo?	✓	
4	¿No se encuentran herramientas defectuosas en el área de trabajo?		✓
5	¿se mantiene la materia prima necesaria en el área de producción ?	✓	

Evaluación de Orden			
		Sí	No
1	¿Existe un lugar adecuado y señalizado para cada objeto o herramienta que se emplea en el área de producción?	✓	
2	¿Es fácil reconocer el lugar para cada objeto o herramienta?		✓
3	¿Se vuelve a colocar en el lugar determinado para cada objeto o herramienta después de su uso?		✓
4	¿Existe un medio o método para que cada objeto usado vuelva a su lugar de disposición?		✓
5	¿Existe un método como códigos de color, hojas de verificación o señalización?		✓

Evaluación de Limpieza			
		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe totalmente limpia?		✓
2	¿Para la limpieza del área se usan productos adecuados?	✓	
3	¿Los equipos, herramientas y personal se perciben totalmente lipios y en buen estado?		✓
4	¿Es facil reconocer los objetos de limpieza?	✓	
5	¿Existe una rutina para dar limpieza a los objetos temporalmente dentro del trabajo?	✓	

Evaluación de Disciplina			
		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos en materia de organización, orden y limpieza?		✓
2	¿Existe proactividad por parte de los trabajadores en el desarrollo de la metodología 5s'?	✓	
3	¿Se respeta cada una de las áreas de trabajo de no comer y no fumar?	✓	
4	¿La basura y desperdicios estan bien localizados y ordenados?	✓	
5	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		✓

Figura 30: Calculadora Check list 5's

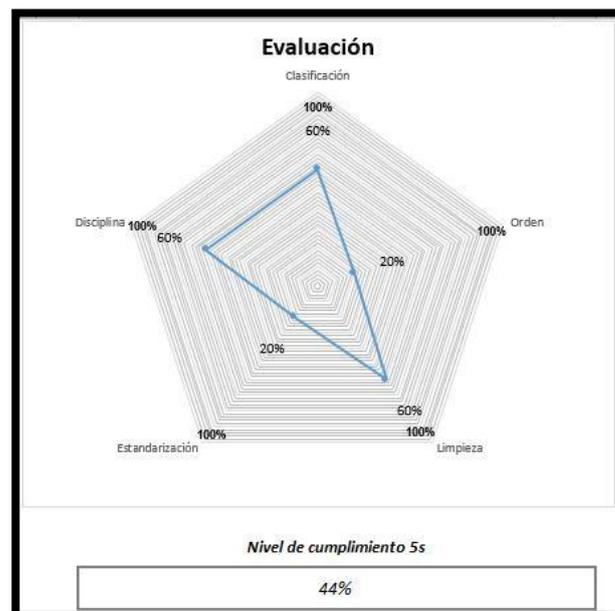


Figura 31: Resultado del check list 5's

La figura 26, muestra los resultados de cómo se encuentra la empresa luego de aplicar una auditoria de 5's en el área de producción antes de realizar la implementación. Se puede evidenciar que la empresa en el área de producción tiene mayores problemas en lo que es orden y Estandarización con un 20% en ambos ítems ya que la empresa no tiene estandarizadas sus trabajos y además no tiene en un correcto orden sus herramientas, luego se puede ver que en Clasificación, Limpieza y Disciplina tiene un resultado del 60% en los tres ítems, lo cual dice que la empresa tiene mejor organizado y trabajado estos ítems los cuales aún tienen un gran margen de mejora con la implementación del método de las 5's.

Análisis cuantitativo de las 5's con respecto al personal

El nivel de conocimiento por parte de los operarios juega un rol importante que debe tomarse en cuenta, con respecto a la gestión de este método antes de su aplicación para lo cual se creó una pequeña encuesta de 7 preguntas con dos posibles respuestas: "Sí" o "No" a los 16 operarios.

Tabla 24: Encuesta al personal

ENCUESTA DE CONOCIMIENTO DEL PERSONAL		SI	NO
1	¿Ha oído hablar de la metodología de las 5'S?		
2	¿Conoce usted que es un plan 5'S?		
3	¿Conoce usted cuales son los beneficios de contar con esta metodología?		
4	¿Dentro de la empresa ha recibido capacitación de las 5's?		
5	¿Limpian con frecuencia su lugar de trabajo?		
6	¿Existen políticas y procedimientos de higiene en los diferentes puestos de trabajo?		
7	¿Tienen algún layout donde indique las posiciones de las herramientas utilizadas para realizar su labor?		

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta la encuesta anterior, realizada a los 16 operarios se analiza el estado en que se encuentran a los operarios con respecto al conocimiento que poseen de las buenas prácticas de manufactura dentro de la empresa, lo cual obtenemos los siguientes resultados en el siguiente cuadro.

Tabla 25: Encuesta de conocimientos

ENCUESTA DE CONOCIMIENTO DEL PERSONAL		SI	NO
1	¿Ha oído hablar de la metodología de las 5'S?	2	14
2	¿Conoce usted que es un plan 5'S?	2	14
3	¿Conoce usted cuales son los beneficios de contar con esta metodología?	2	14
4	¿Dentro de la empresa ha recibido capacitación de las 5's?	0	16
5	¿Limpian con frecuencia su lugar de trabajo?	16	0
6	¿Conocen si existen políticas y procedimientos de higiene en los diferentes puestos de trabajo?	9	7
7	¿Tienen algún layout donde indique las posiciones de las herramientas utilizadas para realizar su labor?	0	16

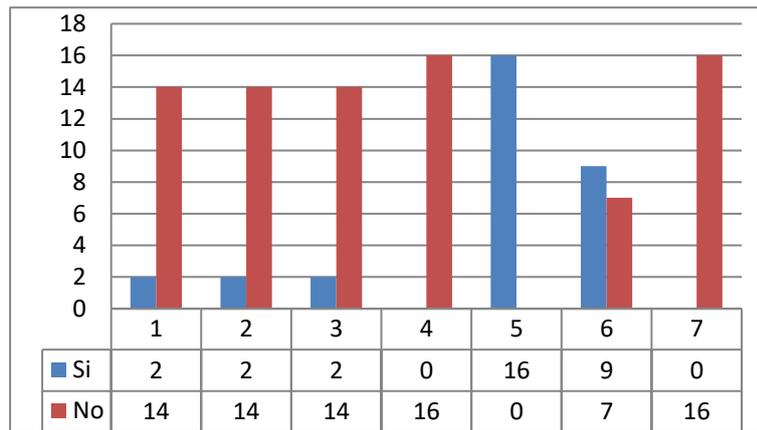


Figura 32: Resultados de encuesta de conocimiento laboral

1. Clasificar (SEIRI)

En la primera fase, se identifican todos los materiales que se usan cotidianamente en la producción, para luego separar lo necesario de lo innecesario. Mientras más elementos innecesarios se acumulen existirán más problemas como el de contar con poco espacio en las estaciones de trabajo, obstaculización el tránsito tanto de los operarios como el transporte de la materia prima, es por ello que es importante eliminar los materiales que no son útiles para el proceso de producción.

Objetivos:

- Separar las herramientas necesarias de lo innecesario
- Retirar los materiales innecesarios.

En la siguiente gráfica se detallan los procesos para clasificar los materiales, herramientas y equipos necesarios y los innecesarios.

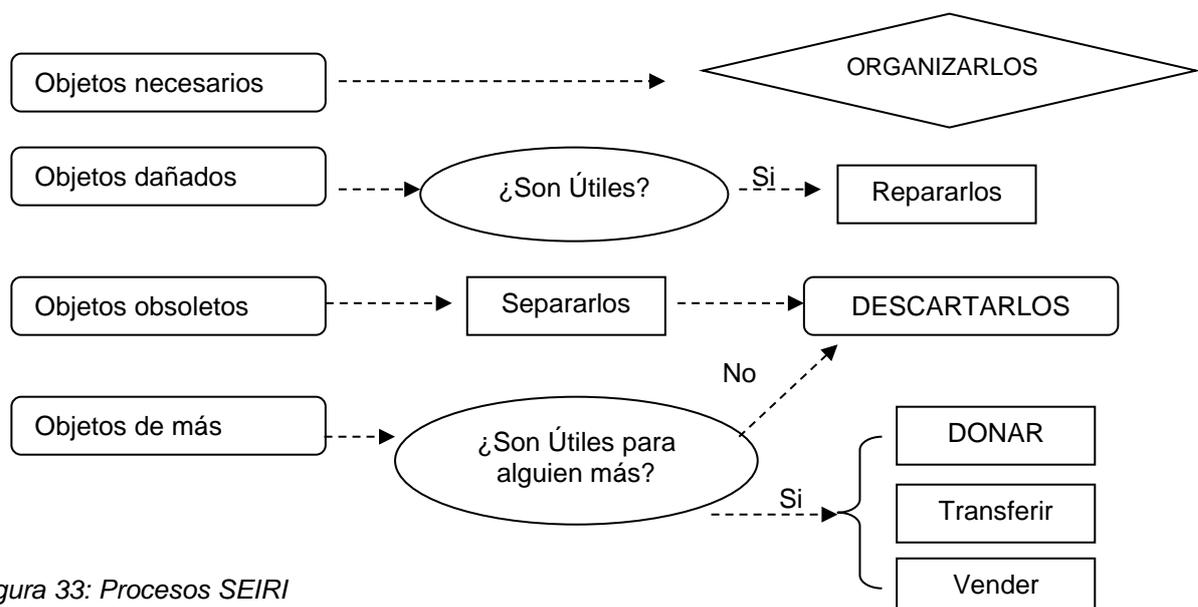


Figura 33: Procesos SEIRI

Con los puntos establecidos en la gráfica anterior se realizó un inventario físico de la existencia de materiales innecesarios dentro del proceso de producción que se detallara en la siguiente tabla:

Tabla 26: *Materiales Innecesarios*

PROCESO	ELEMENTO	CANTIDAD
Recepción de materia prima	Cajas de cartón (Gavetas)	2
	Bolsas plásticas	5
	Espátulas	4
Pesado	Baldes Plásticos	4
	rodillos	2
Amasado	Bandejas plásticas	3
	Guillets	2
Horneado	Carritos de transporte malogrados	1
Área de enfriamiento	Productos caducados	6
	Envolturas de productos usados	5

Fuente: Elaboración propia.

2. Ordenar (SEITON)

Luego de que todos los materiales estén clasificados, se debe establecer un método en el que se deben ubicar e identificar de manera que es más fácil y los operarios la encuentren más rápido. En esta etapa se le da prioridad a la organización del espacio de trabajo para evitar tantas pérdidas de tiempo y un aumento en los cuellos de botella.

Objetivos:

- Señalizar elementos
- Simplificar métodos

Se tomarán en las siguientes estrategias para llevar a cabo la organización de las áreas de trabajo dentro de la panadería.

Marcación de áreas

Esta estrategia se usa para crear líneas señalizando la división entre cada estación de trabajo para que cada operario se limite a llevar materia prima en exceso, además de obstaculizar el tránsito del área y la seguridad, teniendo así los materiales más ordenados y un lugar de trabajo más limpio.

Identificación de contornos

Se utilizan plantillas o gráficos de contornos para establecer la colocación de herramientas, elementos de limpieza, herramientas de oficina (lapiceros, grapadoras, calculadoras), entre otros. Además, se debe tener en cuenta una zona para colocar la indumentaria de uso de todo el personal. De esta manera se obtiene un lugar de trabajo organizado y delimitado para un correcto proceso; una vez de tener el área de producción ordenada y organizada nos trasladamos a la tercera parte de la metodología 5's (tercera S).

3. Limpiar (SEISO)

Ya implementado las dos primeras fases de la metodología de clasificar y ordenar en el área de producción, se facilita la aplicación de la tercera fase. La tercera S consiste en identificar y eliminar todo tipo de suciedad, mejorando la salubridad de los medios para conseguir que todo el proceso se encuentre en perfecto estado operativo. Al no cumplir con la limpieza se pueden tener muchas fallas en el proceso productivo, provocando defectos o el mal funcionamiento de la maquinaria.

Para llegar a esta etapa los operarios deben seguir una serie de pasos que deben poner en práctica para que se les haga hábito de mantener su estación de trabajo en buenas condiciones para sus respectivas labores diarias.

Rutina de limpieza

Se realizarán rutinas de limpieza por parte del personal en cada turno de su jornada laboral donde se eliminarán los elementos innecesarios y se limpie toda el área del proceso de producción (pasillos, maquinaria, herramientas, almacén, suministros y materiales en general). Ayudando a obtener un estándar en la manera que deben permanecer los equipos, cultivando el trabajo del manteniendo de la limpieza y así poder progresar en etapas superiores de la metodología.

Planificación de la limpieza

Se debe asignar diariamente tareas de limpieza a los operarios, siendo responsables de las diferentes áreas de trabajo en sus respectivos turnos.

Tabla 27: Implementación de SEISO

IMPLEMENTACIÓN DE SEISO (LIMPIEZA)				
NOMBRE DEL EVALUADOR:				
FIRMA DEL EVALUADOR:				
Nombre del Empleado	Área	Tareas	Firma	Hora
Operario	Producción	Limpieza de maquinaria y herramientas	Firma del Operario	
Operario	Producción	Limpieza de pisos y mesones	Firma del Operario	
Operario	Servicio al cliente	Baños	Firma del Operario	
Operario	Servicio al cliente	Bodega	Firma del Operario	
Operario	Producción	Limpieza general nocturna de producción	Firma del Operario	

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener un orden de los implementos de limpieza se debe establecer una pequeña área donde se puedan colocar después de toda la jornada de limpieza, con el fin de que se les sea más fácil de adquirirlo a la hora que lo necesiten.

Implantación de la limpieza

Para implementar este nuevo método de trabajo es fundamental que cada operario tome de su tiempo un mínimo de 5 minutos en dedicar a la organización y limpieza de su área de trabajo, evitando así la ideología de todo operario de que otro debe limpiar mi suciedad generada o el de cada uno limpia lo que ensucia. El éxito en este punto radica en gestionar siempre nuevas ideas o estrategias que eliminen todas las fuentes de desperdicios, para lo que no se requiere de

muchas técnicas tediosas que el operario no pueda realizar, si no; al contrario, solo se trata de tener una buena organización y planificación de actividades por áreas, las que se darán a conocer a todos los operarios de la empresa.

Por último, se deberán colocar en las diferentes estaciones de trabajo señalización informativa cultivando la limpieza de los operarios recordándoles sobre la importancia de la limpieza en la empresa. A continuación, una figura de ejemplo:



Figura 34: Señalización

4. ESTANDARIZAR (SEIKETSU)

Esta es la etapa de la metodología donde se debe mantener y fortalecer lo que se ha logrado con las tres primeras S. En esta etapa es donde se crean hábitos y métodos para mejorar las condiciones del área de trabajo.

Primer estándar:

Los formatos y guías de observación que se elaboraron para clasificar los objetos necesarios de los que no lo son, ordenarlos y mantenerlos limpios y conocer su correcto uso, para cumplir con tal fin el especialista capacitará a todas las personas involucradas en la implementación de la metodología.

Segundo estándar:

Se trabajará con el equipo conformado para la implementación 5'S para identificar problemas de desorden de herramientas y la limpieza de maquinarias, área de trabajo y herramientas se facilite.

- Procedimiento de limpieza
Se asignará responsabilidades y funciones las cuales se dividirán entre los operarios, de esta manera se tendrá una mejor organización, éstas irán desde como desempeñarse en el trabajo hasta que organizar la limpieza del área de trabajo y ver que cada una de las herramientas se encuentren en su respectivo lugar.
Éstas ayudarán a que los operarios tengan un mejor desempeño ya que mejorarán sus técnicas de trabajo, el tiempo en realizar cierta actividad con esto se logrará que el trabajador sea más eficiente ya que se evitará errores en el proceso.
- Objetivo
Proponer asignaciones de tareas de limpieza según la estación de trabajo que ocupen, de esta manera se asegura el cumplimiento de los procedimientos con el fin de obtener áreas de trabajo limpias, ordenadas, saludables y en buen estado

para que facilite el desempeño de los operarios. La asignación será de la siguiente manera ver tabla 28

Tabla 28: Asignación de Habilidades

ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza de instalaciones y equipos.	Diario	Responsable de limpieza.
Limpieza de estanterías.	Diario	Responsable de limpieza.
Orden EPP de trabajo	Diario	Operarios.
Ordenar herramientas y estación de trabajo.	Diario	Operarios.
Revisión y calibración de cada uno de los equipos.	Semanal	Maestro panadero
Inspección de estaciones de trabajo	Diario	Supervisor

Fuente: Elaboración propia.

Tercer estándar:

Las charlas de motivación que se realizarán al equipo de trabajo para que estos incrementen su desempeño laboral y tengan mayor eficiencia.

Se crearán nuevos controles, los cuales deben de respetarse en cada una de las operaciones de esta manera se tendrá controlado de una mejor manera el proceso productivo.

Tabla 29: Controles por operación

OPERACIÓN	CONTROL
Selección y Pesado de Ingredientes	<ul style="list-style-type: none"> - Preparar la hoja de requerimiento de insumos a inicios de mes. - Calcular los insumos para la jornada diaria. - Verificar que las herramientas e insumos para la jornada se encuentren limpios. - Verificar que la balanza marque cero para mayor precisión.
Mesclado y Amasado	<ul style="list-style-type: none"> - Encender la máquina amasadora en nivel 1 e introducir los ingredientes, dejar en esta velocidad hasta alcanzar la homogeneidad. - Para terminar con esta operación se utilizará la técnica de la yema del dedo, la cual consiste en tomar una porción de masa con las manos y extenderla poco a poco ejerciendo presión con la yema de los dedos, si la huella se borra y la masa no se rompe, se culmina la operación.
División de masa	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberá controlar que la máquina ejerza una presión uniforme sobre la masa.
Boleado de masa	<ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones de higiene en las manos de los operarios, heridas y adornos son determinantes para la calidad del pan. - Realizar el boleado usando ambas manos.
Fermentado	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que la cámara fermentadora esté en buenas condiciones de iniciar la operación. - Realizar un correcto llenado de la de la cámara. - Controlar la operación
Horneado	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el horno este en buenas condiciones para iniciar la operación. - Encender el horno en el momento adecuado. - Seleccionar el tiempo y temperatura correcta. - Controlar la operación.

Fuente: Elaboración propia.

5. Mantener (SHITSUKE)

En esta fase se trata de convertir en un hábito los métodos de trabajo estandarizado para poder mejorar el orden, limpieza en las áreas de trabajo. Esto se logra disciplinando a los operarios para que los pilares anteriores se puedan mantener y de esta manera poder sostener la metodología y a través de esto ellos logren un desempeño mejor.

Para mantener esta metodología y sobre todo la cultura de mejora dentro de la empresa, se cuenta con las auditorias que se realizaron antes de la implantación de la metodología, para comparar como los operarios van adaptándose al cambio.

Cuando ya se cuenta con el compromiso de los operarios para el cambio sobre la nueva forma de trabajo, la limpieza y el orden deben ser algo contante, de esta manera se evita acumular residuos que retrasen sus labores. De esta manera cada trabajador tendrá la responsabilidad de mantener su lugar de trabajo en orden y limpio después de efectuar alguna labor, y para ayudar a mantener la cultura de limpieza y orden se designará una persona encargada que su única función sea de mantener en buen estado los pasillos.

Respetando la cultura se logrará que los operadores respeten los horarios de trabajo, de esta manera permite que no exista horas extras y se disminuye los tiempos muertos consiguiéndose una reducción de costos.

Trabajar en mejorar el entorno laboral, ya que al existir un buen clima laboral ayuda a mejorar el desempeño de cada trabajador. Esto se puede lograr dando bonos premiando el desempeño de los operarios.

3.4.1.1.2 Herramienta JIDOKA

Jidoka es una herramienta que Toyota la define como “automatización con pensamiento humano”, lo cual permite que tenga su propio control de calidad, lo cual permite mejorar la calidad y desempeño de los obreros lo cual conlleva a obtener un producto de mayor calidad con menos errores durante el proceso.

Se realiza una adaptación metodológica para la empresa panadera, la cual se realiza de la siguiente manera:

1. Capacitación al personal sobre principios, características y beneficios de Jidoka.

Para la realización de la capacitación se debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Objetivo General de la Capacitación: Dar a conocer los fundamentos del Jidoka como una herramienta en la detección y corrección de anomalías en el proceso de producción.
- Objetivos Específicos de la Capacitación: Entender el significado de la herramienta Jidoka, identificar los beneficios a la aplicación en la producción de pan.

- Metodología de la Capacitación:
 - Documento previo: Donde se proporciona toda la información para el estudio de la herramienta Jidoka tales como definición, características y beneficios.
 - Capacitación en Poka Yoke: Se realizará en sesiones teórico-práctico donde los conceptos teóricos serán reforzados con las capacitaciones 5´S y donde se evaluarán los defectos con mayor frecuencia en el proceso de producción.
2. Verificar pre-requisitos e identificar restricciones del proceso de producción para la aplicación de Jidoka en cada una de las operaciones.
 - Verificar pre-requisitos: La aplicación de Jidoka requiere que la gerencia previamente haya desarrollado la confianza en cada una de las personas involucradas en la implementación de las herramientas de esta manera conseguir que tomen decisiones personales durante el proceso de producción de pan, estas decisiones deben estar regidas bajo previas especificaciones. La autonomía de los operarios durante el proceso ayuda a llevar una eficiente verificación del proceso.
 - Identificar las restricciones: No existen restricciones para la implementación de la herramienta en la empresa de producción de pan.
 3. Establecer el alcance de la herramienta: La prioridad es el área de producción donde se desarrolla todo el proceso de pan.
 4. Redactar el objetivo de Jidoka en términos de los procesos de la empresa de panadería y asociar cada proceso con el beneficio principal que se busca con la implementación de la herramienta

“Verificar la calidad de los panes en estudio, durante la transformación de la materia prima en cada estación de trabajo, de esta manera lograr productos de calidad gracias al compromiso de las personas involucradas, así conseguir prevenir los defectos en el proceso de producción”.

Los beneficios que se obtiene en los puntos críticos con la aplicación de Jidoka son las siguientes, ver tabla 29:

Tabla 30: Beneficio obtenidos en puntos críticos con la aplicación de Jidoka

Proceso	Beneficio principal
División de masa	Aumentar la velocidad de productividad.
Boleado de masa	Reducir los tiempos de fabricación con la integridad de la inspección.
Formado de pan	Reducir los tiempos de fabricación con la integridad de la inspección.
Fermentado (Máquina)	Disminuir la cantidad de productos defectuosos.
Barnizado	Reducir los tiempos de fabricación con la integridad de la inspección.
Horneado	Disminuir la cantidad de productos defectuosos.

Fuente: Elaboración propia

5. Definir con claridad las especificaciones que debe cumplir cada uno de los tipos de pan.

Las especificaciones de cada uno de los tipos de pan deben ser establecidos por la directiva de la empresa de acuerdo a la competencia y requerimiento de los clientes.

En la Tabla 30, se muestra los parámetros que debe tener el proceso del pan.

Tabla 31: Tabla de tolerancia en la elaboración del pan

PARAMETROS	MEDIDA		
	MINIMA	MAXIMA	
Pesos del pan	Pan torta	250 gr	275 gr
	Pan Yema	200 gr	230 gr
	Pan Hamburguesa	375 gr	400 gr
Temperatura de la cámara de fermentación	25 °C	30 °C	
Temperatura de la masa en la máquina amasadora	20 °C	25 °C	
Temperatura del horno	220 °C	250 °C	

Fuente: Elaboración propia.

6. Cerciorarse que cada uno de los miembros conozca las especificaciones.

Una vez que se definieron las especificaciones, debe comenzar el proceso de divulgación a las personas involucradas en el proceso de producción.

Tabla 32: Operación de responsable de las especificaciones

ESPECIFICACIONES	OPERACIÓN RESPONSABLE
Dimensión del tubo	Boleado
Temperatura de la cámara fermentadora	Fermentado
Temperatura de la máquina amasadora	Amasado
Temperatura del horno	Horneado

Fuente: Elaboración propia.

7. Definir los estándares del proceso de producción.

Una vez definidos los parámetros se debe llevar un control luego de cada operación, de la temperatura de la masa para que este no pierda sus propiedades.

Tabla 33: Tabla de controles para los procesos

PROCESO	CONTROL
Amasado	Control de la temperatura de la masa
División de masa	Realizar una precisión uniforme
Formado	Control higiénico
Fermentado y horneado	Control de la temperatura de la máquina

Fuente: Elaboración propia.

8. Desarrollar un sistema sobre los mecanismos que facilite la detección de anomalías

Se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

- Detección de anomalías: Las anomalías en el proceso pueden ser rectificarse de manera preventiva o correctiva. A continuación, se muestran las formas de detección de las anomalías durante el proceso de producción:

- Detección preventiva: Se debe comparar constantemente el comportamiento de los parámetros, con el fin de prevenir anomalías.

- Detección correctiva: Se debe detectar los defectos que se van generado durante el proceso los cuales deben ser corregidos inmediatamente para evitar que este se haga masivo.
- Detener el proceso de producción al detectar anomalías que puedan perjudicar el proceso, esto con el fin de conseguir productos de calidad.
- Investigar el origen y causa de cada uno de las anomalías en el proceso, se realiza un seguimiento a las condiciones por el cual el proceso es inestables, lo cual produce panes defectuosos.
- Revisar continuamente las soluciones dadas a las condiciones donde se genera anomalías de esta manera corregir los errores, de esta manera evaluar las soluciones implementadas.

3.4.1.1.3 Herramienta Poka Yoke

El Poka Yoke es una herramienta que asegura que las condiciones sean las adecuadas durante el proceso la cual permite detectar anomalías que retrasen el proceso de producción antes de que sucedan. También tiene la función de detener el proceso de producción cuando detecten anomalías y eliminarlas lo antes posible así evitar que se genere merma en el proceso.

Poka Yoke es una herramienta de prevención y corrección, para la propuesta de implementación en la empresa de panadería se desarrollaron los siguientes pasos:

1. Capacitación al personal sobre principios, características y beneficios de Poka Yoke.
Para la realización de la capacitación se debe tener en cuenta los aspectos siguientes:
 - Objetivo General de la Capacitación: Dar a conocer Poka Yoke como herramienta de prevención y corrección ágil de errores.
 - Objetivos Específicos de la Capacitación: Entender el significado de la herramienta Poka Yoke, identificar los objetivos, características de la herramienta Poka Yoke.
 - Metodología de la Capacitación:
 - Documento previo: Donde se proporciona toda la información para el estudio de la herramienta Poka Yoke tales como definición, características y beneficios.
 - Capacitación en Poka Yoke: Se realizará en sesiones teórico-práctico donde los conceptos teóricos serán reforzados con las capacitaciones 5'S y las sesiones prácticas se reforzará con las capacitaciones de Jidoka y la matriz de polivalencia ILUO.
2. Verificar pre-requisitos e identificar restricciones del proceso de producción para la aplicación de Poka Yoke en los puestos de trabajo.
 - Verificar pre-requisitos: La aplicación de Poka Yoke requiere haber desarrollado previamente Jidoka y también permitirá reforzar la matriz de polivalencia ILUO.
 - Identificar las restricciones: No existen restricciones para la implementación de la herramienta en la producción de pan.

3. Establecer el alcance de la herramienta: La prioridad es el área de producción donde se desarrolla todo el proceso de pan.

4. Redactar el objetivo de Poka Yoke en términos de los procesos de la empresa de panadería y asociar cada proceso con el beneficio principal que se busca con la implementación de la herramienta

“Prevenir errores y defectos que puedan pasar inadvertidos durante el proceso de elaboración de pan, permitiendo que los errores y defectos puedan solucionarse con acciones correctivas y preventivas.”

Los beneficios que se obtiene en los puntos críticos con la aplicación de Poka Yoke son las siguientes, ver tabla 33

Tabla 34: Beneficios obtenidos en puntos críticos con la aplicación de Poka Yoke

Proceso	Beneficio principal
División de masa	Disminuir la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción de pan.
Boleado de masa	Disminuir la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción de pan.
Formado de pan	Disminuir la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción de pan.
Fermentado (Máquina)	Disminuir la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción de pan.
Barnizado	Disminuir la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción de pan.
Horneado	Disminuir la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción de pan.

Fuente: Elaboración propia.

1. Verificar avances realizados en la aplicación de Jidoka

Para iniciar la implementación de la herramienta Poka Yoke en sí, es necesario realizar una revisión y verificar de los pasos V, VI, VII y VIII de la aplicación de Jidoka con propósito que las pautas se encuentren bien definidas las pautas y parámetros de esta manera definir claramente la implementación de la herramienta Poka Yoke lo cual facilita detectar anomalías en la producción de pan.

2. Definir con claridad las anomalías generadas durante el proceso de producción

A través de esta herramienta se busca definir claramente cada uno de los defectos, y el motivo por el que se genera, identificar el proceso en el cual se realiza la anomalía, y a partir de este punto continuar con el desarrollo del mecanismo de la herramienta Poka Yoke.

3. Realizar una propuesta sobre los mecanismos para la prevención y eliminación de las anomalías detectadas.

Luego de identificar las anomalías en el proceso de producción sobre las cuales se trabajará, se procede a realizar una reunión con todas las personas involucradas como operarios, supervisores, jefes inmediatos y personas relacionadas con el

proceso. En esta primera reunión lo que se busca es recolectar ideas de mecanismos y maneras de lograr una correcta verificación de la fabricación del pan lo cual nos ayuden a eliminar y controlar las anomalías encontradas en el proceso de producción. Estas ideas deben ser registradas y organizadas correctamente de tal manera que éstas puedan ser entendidas y estudiadas al término de la reunión. Se sugiere un esquema a utilizar, el cual es el siguiente:

Tabla 35: Esquema de registro y organización de ideas de mecanismos Poka Yoke

Propuesta	Descripción de la propuesta	Dispositivo utilizado (Mecánico, electrónico,)	Método de control o advertencia	Beneficios
1				

Fuente: Elaboración propia.

5. Estudiar las ideas propuestas por el equipo, de esta manera seleccionar las más adecuadas a la problemática de la empresa.

Para la evaluación de las ideas propuestas se tiene que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Debe de ser de mecanismos sencillos.
- No debe implicar gastos excesivos.
- Los mecanismos se deberán desarrollar como componentes en la producción con lo cual se busca que exista una supervisión total del proceso de producción.
- Estos mecanismos deben ser ubicados en puntos estratégicos para asegurar la retroalimentación en caso de errores.

6. Desarrollar las propuestas generadas.

Se inicia realizando pruebas piloto de los mecanismos propuestos y se procede a evaluar los resultados de los efectos reales de cada uno con el fin de conocer su funcionamiento y los efectos reales. Ya identificado y medido cuales son los mecanismos más adecuados son implementado en el proceso de producción de pan.

7. Verificar constantemente el funcionamiento

Luego de la implementación de los mecanismos en el proceso de producción de pan se realizan controles periódicos para conocer el funcionamiento y los resultados que se está teniendo cada uno de los mecanismos. De esta manera se busca una constante retroalimentación de cada uno de los mecanismos y evaluar donde se puede realizar alguna mejora.

3.4.2. Resultados de la mejora

En el diseño de implementación de mejora también se incrementó la producción de cada uno de los tres tipos de pan.

La elaboración del pan consta de 10 operaciones, las cuales se detallan a continuación:



Tabla 36: Número de observaciones mejorados.

DETERMINACION DE NUMERO DE OBSERVACIONES - TIEMPO EN MINUTOS													
PRODUCTO: Pan Torta													
N° de observaciones	Op.1	Op.2	Op.3	Op.4	Op.5	Op.6	Op.7	Op.8	Op.9	Op.10	TIEMPO TOTAL	X (TIEMPO EN MINUTOS)	X2
1	02:30	15:46	02:35	08:45	13:56	02:30	13:23	1:55:30	-	25:30	3:20:25	200.25	40100
2	02:10	15:12	02:45	08:33	13:33	02:48	13:01	1:56:45	-	25:58	3:20:45	200.45	40180
3	02:15	15:55	02:30	08:46	13:45	02:36	13:28	1:56:00	-	26:15	3:21:30	201.3	40522
4	02:18	15:02	02:59	08:47	13:48	02:36	13:08	1:55:55	-	26:01	3:20:34	200.34	40136
5	02:17	15:55	02:55	08:55	13:54	02:47	13:05	1:55:38	-	25:14	3:20:40	200.4	40160
6	02:05	15:18	03:00	08:31	13:37	02:50	13:15	1:56:28	-	25:59	3:21:03	201.03	40413

7	02:12	15:10	02:59	08:39	13:56	02:58	13:17	1:56:55	-	25:49	3:21:55	201.55	40622
8	02:02	15:15	02:47	08:39	13:48	02:36	13:25	1:55:28	-	26:15	3:20:15	200.15	40060
9	02:13	15:33	02:32	08:59	13:33	02:46	13:21	1:55:58	-	26:54	3:21:49	201.49	40598
10	02:15	15:38	02:38	08:37	13:30	02:55	13:26	1:50:23	-	25:43	3:15:05	195.05	38045
11	02:14	15:24	02:53	08:59	13:58	02:47	13:09	1:56:30	-	25:47	3:21:41	201.41	40566
12	02:26	15:13	02:36	08:31	14:00	02:38	13:28	1:55:45	-	26:02	3:20:39	200.39	40156
13	02:22	15:32	02:42	08:47	13:58	02:36	13:30	1:56:12	-	25:36	3:21:15	201.15	40461
14	02:18	15:46	02:54	08:32	13:39	02:47	13:05	1:55:46	-	25:58	3:20:45	200.45	40180
15	02:11	15:09	02:18	08:49	13:49	02:39	13:08	1:56:21	-	26:03	3:20:27	200.27	40108
16	02:29	15:23	02:41	08:51	13:48	02:57	13:24	1:56:01	-	25:59	3:21:33	201.33	40534
17	02:15	15:59	02:45	08:36	13:56	02:58	13:02	1:56:08	-	26:13	3:21:52	201.52	40610
18	02:10	15:06	02:54	08:32	13:38	02:58	13:15	1:54:23	-	26:30	3:19:26	199.26	39705
19	02:00	16:00	02:55	08:57	13:49	02:36	13:18	1:55:47	-	25:15	3:20:37	200.37	40148
20	02:22	15:47	03:00	08:46	13:59	02:39	13:23	1:55:49	-	26:15	3:22:00	202	40804
PROMEDIO	02:15	15:30	02:46	08:44	13:48	02:45	13:17	1:55:41	-	25:58	3:20:43		
TOTAL											4010.16	804109	
PRODUCTO: Pan Yema													
1	02:25	15:31	02:15	08:12	13:12	02:38	13:29	1:56:12	08:15	25:38	3:27:47	207.47	43044
2	02:15	15:54	03:00	08:10	13:45	02:59	13:24	1:56:02	08:29	26:14	3:30:12	210.12	44150
3	02:28	15:23	02:45	08:19	13:36	02:46	13:08	1:55:48	08:01	26:14	3:28:28	208.28	43381
4	02:03	15:19	02:32	08:45	13:37	02:54	13:24	1:55:36	08:14	25:14	3:27:38	207.38	43006
5	02:18	15:14	02:32	08:53	13:00	02:41	13:25	1:55:42	08:26	26:11	3:28:22	208.22	43356

6	02:28	15:49	02:45	08:45	13:25	02:56	13:08	1:56:23	08:17	25:15	3:29:11	209.11	43727
7	02:12	15:20	02:57	08:25	13:59	02:36	13:03	1:55:32	08:28	25:26	3:27:58	207.58	43089
8	02:17	15:32	02:53	08:56	14:00	02:45	13:21	1:56:45	08:09	25:49	3:30:27	210.27	44213
9	02:23	15:54	02:34	08:23	14:00	02:49	13:23	1:56:34	08:23	25:32	3:29:55	209.55	43911
10	02:20	15:12	02:59	08:47	13:25	02:58	13:13	1:56:39	08:26	26:26	3:30:25	210.25	44205
11	02:17	15:33	02:54	08:12	13:36	02:57	13:01	1:56:35	08:21	25:23	3:28:49	208.49	43468
12	02:19	15:02	02:39	08:28	13:13	02:53	13:14	1:56:41	08:12	25:39	3:28:20	208.2	43347
13	02:14	15:45	02:56	08:36	13:56	02:38	13:06	1:55:39	08:17	26:13	3:29:20	209.2	43765
14	02:21	15:39	02:34	08:58	13:26	02:33	13:19	1:56:58	08:22	26:03	3:30:13	210.13	44155
15	02:11	15:14	02:52	08:14	13:08	02:35	13:05	1:55:42	08:21	26:15	3:27:37	207.37	43002
16	02:07	15:30	02:59	08:36	13:02	02:45	13:03	1:56:26	08:03	26:28	3:28:59	208.59	43510
17	02:03	15:54	03:00	08:46	13:23	02:52	13:28	1:56:09	08:17	26:30	3:30:22	210.22	44192
18	02:10	15:06	02:38	08:38	13:36	02:51	13:11	1:56:27	08:03	25:15	3:27:55	207.55	43077
19	02:19	15:45	02:48	08:19	13:58	02:41	13:10	1:55:21	08:25	26:09	3:28:55	208.55	43493
20	02:22	15:30	02:32	08:16	13:46	02:49	13:25	1:55:29	08:02	25:42	3:27:53	207.53	43069
PROMEDIO	02:17	15:30	02:45	08:32	13:33	02:47	13:15	1:56:08	08:17	25:53	3:28:56		
TOTAL											4174.06	871161	
PRODUCTO: Pan Hamburguesa													
1	02:56	16:38	02:41	10:14	15:36	02:38	15:21	2:00:23	-	30:15	3:36:42	216.42	46838
2	03:23	16:54	02:36	10:35	15:32	02:45	15:45	2:00:28	-	30:58	3:38:56	218.56	47768
3	03:09	16:49	02:48	10:56	15:47	02:46	15:23	2:00:41	-	30:25	3:38:44	218.44	47716
4	02:01	16:23	02:32	10:15	15:36	02:54	15:06	2:00:12	-	30:45	3:35:44	215.44	46414

5	02:56	16:35	02:56	10:58	15:39	02:38	15:24	2:00:18	-	30:23	3:37:47	217.47	47293
6	03:09	16:39	02:35	10:13	15:56	02:45	15:28	2:00:06	-	30:24	3:37:15	217.15	47154
7	02:23	16:15	02:56	10:45	15:45	02:41	15:54	2:00:13	-	30:21	3:37:13	217.13	47145
8	03:19	16:32	02:53	10:56	15:48	02:48	15:25	2:00:06	-	30:36	3:38:23	218.23	47624
9	02:23	16:42	02:37	10:46	15:56	02:32	15:32	2:00:57	-	30:58	3:38:23	218.23	47624
10	02:29	16:43	02:53	10:26	15:47	02:46	15:20	2:00:12	-	30:25	3:37:01	217.01	47093
11	02:10	16:02	02:48	10:25	15:32	02:54	15:42	2:00:14	-	30:26	3:36:13	216.13	46712
12	03:09	16:08	02:36	10:12	15:59	02:57	15:24	2:00:39	-	30:14	3:37:18	217.18	47167
13	02:06	16:35	02:37	10:25	16:00	02:58	15:36	2:00:32	-	30:12	3:37:01	217.01	47093
14	02:58	16:23	02:58	10:43	15:38	02:45	15:13	2:00:17	-	30:12	3:37:07	217.07	47119
15	03:09	16:06	02:54	10:32	15:56	02:41	15:24	2:00:18	-	30:17	3:37:17	217.17	47163
16	03:15	16:15	02:54	10:54	15:42	02:36	15:18	2:00:14	-	30:18	3:37:26	217.26	47202
17	02:08	16:03	02:48	10:23	15:46	02:39	15:16	2:00:12	-	30:39	3:35:54	215.54	46457
18	02:33	16:54	02:57	10:34	15:36	02:59	15:32	2:00:10	-	30:18	3:37:33	217.33	47232
19	02:39	16:53	02:32	10:06	15:47	02:53	15:23	2:00:18	-	30:59	3:37:30	217.3	47219
20	03:19	16:12	02:39	10:39	15:57	02:39	15:23	2:00:18	-	30:49	3:37:55	217.55	47328
PROMEDIO	02:47	16:29	02:46	10:33	15:46	02:46	15:26	2:00:20	-	30:30	3:37:22	4343.62	94336.5

Fuente: Elaboración Propia.

Tiempos promedios luego de la propuesta de implementación

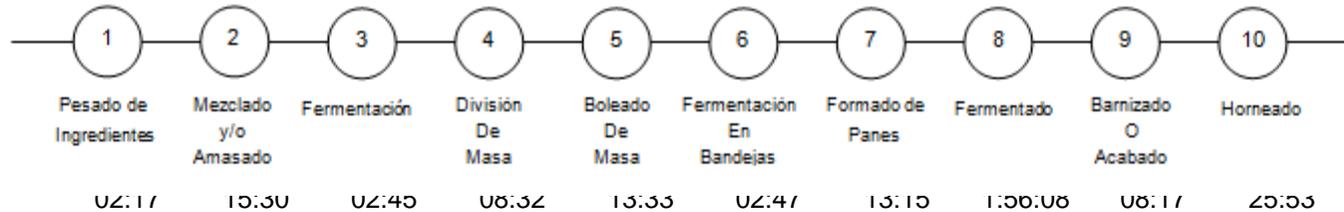
Pan Torta:

La suma de los tiempos promedios por operación que se obtiene luego de realizar las observaciones para este tipo de pan es de 200:43 minutos, el cual disminuyó con ayuda de la matriz de polivalencia ILUO, eliminando errores que se cometían frecuentemente en el proceso de producción.



Pan Yema:

La suma de los tiempos promedios por operación que se obtiene luego de realizar las observaciones para este tipo de pan es de 208:56 minutos, el cual disminuyó con ayuda de la matriz de polivalencia ILUO, eliminando errores que se cometían frecuentemente en el proceso de producción.



Pan Hamburguesa:

La suma de los tiempos promedios por operación que se obtiene luego de realizar las observaciones para este tipo de pan es de 271:22 minutos, el cual disminuyó con ayuda de la matriz de polivalencia ILUO, eliminando errores que se cometían frecuentemente en el proceso de producción.



Número de observaciones requeridas

Para determinar el nuevo número de observaciones requeridas luego del diseño de implementación de la propuesta, se utilizará la fórmula siguiente.

$$n = \left(40 \frac{\sqrt{n'(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right)^2$$

Donde:

- n= Número de observaciones
- n'= Número de observaciones del estudio preliminar
- Σ = Suma de los valores
- X= Valor de la observación
- 40= Constante para un nivel de confianza de 94,45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

Reemplazamos:

- Pan Torta: $n = \left(40 \frac{\sqrt{20(804109) - (4010.16)^2}}{(4010.16)} \right)^2 = 0.21 \cong 1$ Observación

- Pan yema: $n = \left(40 \frac{\sqrt{20(871161) - (4174.06)^2}}{(4174.06)} \right)^2 = 0.041 \cong 1$ Observaciones

- Pan Hamburguesa: $n = \left(40 \frac{\sqrt{20(943365) - (4343.62)^2}}{(4343.62)} \right)^2 = 0.022 \cong 1$ observaciones

Interpretación: El número de observaciones requeridas es menor a lo se realizó preliminarmente, con esto se concluye que con las observaciones realizadas es suficiente para continuar el estudio.

3.4.2.1. Variable Independiente: Matriz de polivalencia ILUO (Procesos)

3.4.2.1.1 Velocidad de producción

Se determinará la nueva velocidad de producción para cada uno de los tipos de pan en estudio.

Tabla 37: Tiempo de producción promedio para la elaboración de pan Torta.

ESTACION	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)
1	Selección y Pesado de Ingredientes	2:15
2	Mezclado y/o amasado	15:30
3	Fermentación	2:46
4	División de masa	8:44
5	Boleado de Masa	13:48
6	Fermentado en bandejas	2:45
7	Formado de pan	13:17
8	Fermentado (Máquina)	115:41
9	Horneado	25:58
Tiempo total de operarios		200:43

Fuente: Elaboración propia.

n° de estaciones: 9

cuello de botella: E8

Velocidad de producción - ciclo: 115:41 min

Interpretación: Luego de la propuesta de mejora planteada se obtuvo los siguientes resultados: el cuello de botella se mantuvo en la E8 ya que es la operación que requiere de un tiempo elevado para que el pan gane ciertas propiedades, la velocidad de producción se mejoró de 120:06 min a 115:15min acelerando la producción.

Tabla 38: Tiempo de producción promedio para la elaboración de pan Yema

ESTACION	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)
1	Selección y Pesado de Ingredientes	2:17
2	Mezclado y/o amasado	15:30
3	Fermentación	2:45
4	División de masa	8:32
5	Boleado de Masa	13:33
6	Fermentado en bandejas	2:47
7	Formado de pan	13:15
8	Fermentado (Máquina)	116:08
9	Barnizado o acabado	8:17
10	Horneado	25:53
Tiempo total de operarios		208:56

Fuente: Elaboración propia.

n° de estaciones: 10

cuello de botella: E8

Velocidad de producción - ciclo: 116:08 min

Interpretación: Luego de la propuesta de mejora planteada se obtuvo los siguientes resultados: el cuello de botella se mantuvo en la E8 ya que es la operación que requiere de un tiempo elevado para que el pan gane ciertas propiedades, la velocidad de producción se mejoró de 119:01 min a 116:08min acelerando la producción.

Tabla 39: Tiempo de producción promedio para la elaboración de pan Hamburguesa.

ESTACION	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO (min)
1	Selección y Pesado de Ingredientes	2:47
2	Mezclado y/o amasado	16:29
3	Fermentación	2:46
4	División de masa	10:33
5	Boleado de Masa	15:46
6	Fermentado en bandejas	2:46
7	Formado de pan	15:26
8	Fermentado (Máquina)	120:20
9	Horneado	30:30
Tiempo total de operarios		217:22

Fuente: Elaboración promedio

n° de estaciones: 9

Velocidad de producción - cuello de botella: E8

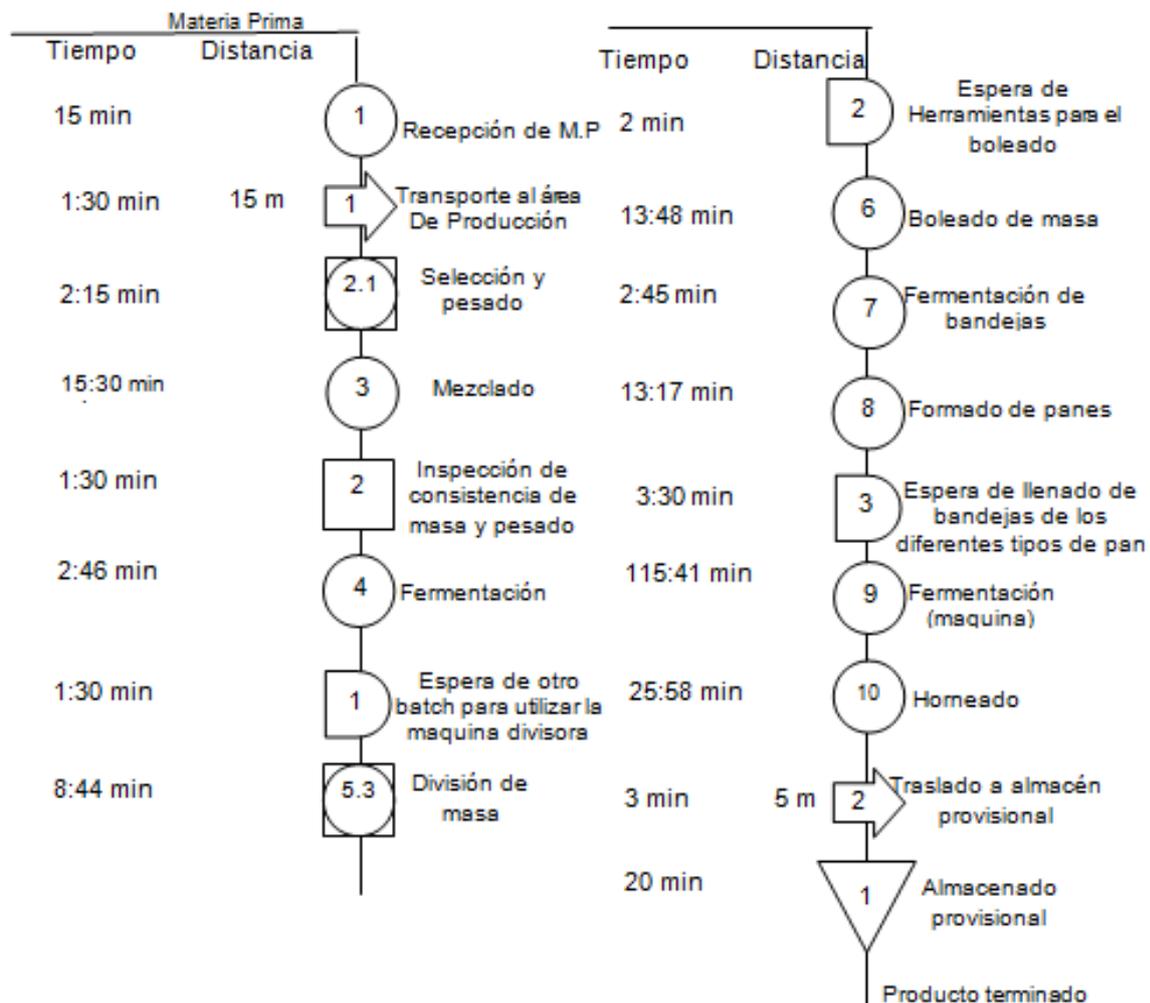
Velocidad de producción - ciclo: 120:20 min

Interpretación: Luego de la propuesta de mejora planteada se obtuvo los siguientes resultados: el cuello de botella se mantuvo en la E8 ya que es la operación que requiere de un tiempo elevado para que el pan gana ciertas propiedades, la velocidad de producción se mejoró de 132:04 min a 120:20min acelerando la producción.

3.4.2.1.2 Eficiencia Operativa

Diagrama de operaciones de cada tipo de pan después del diseño de la propuesta de mejora.

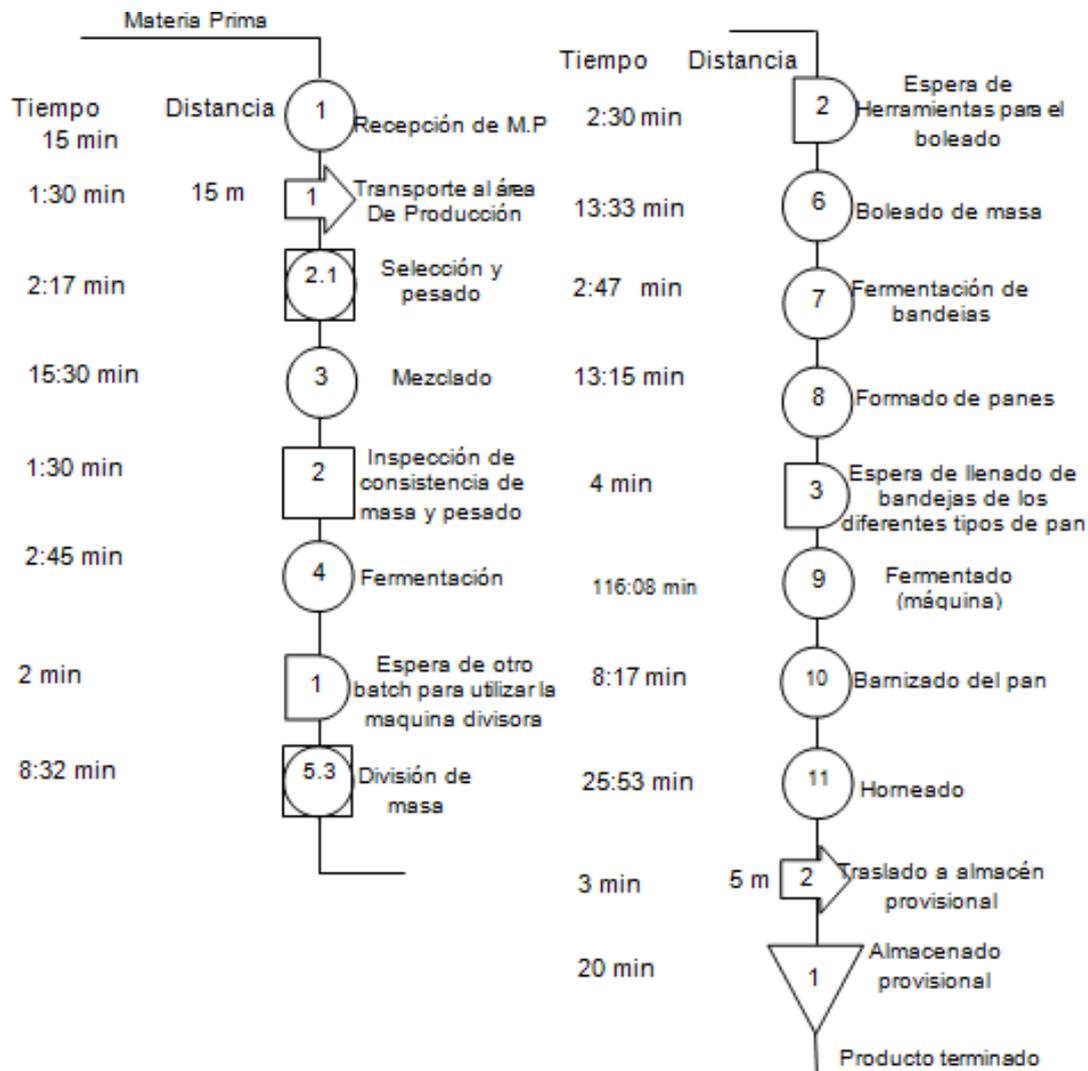
Pan Torta



CUADRO RESUMEN	
Operaciones	10
Inspeccion	2
Mixta	2
Transporte	2
Demora	3
Almacén	1
Total	20

Figura 35: Diagrama de Operaciones de pan Torta.

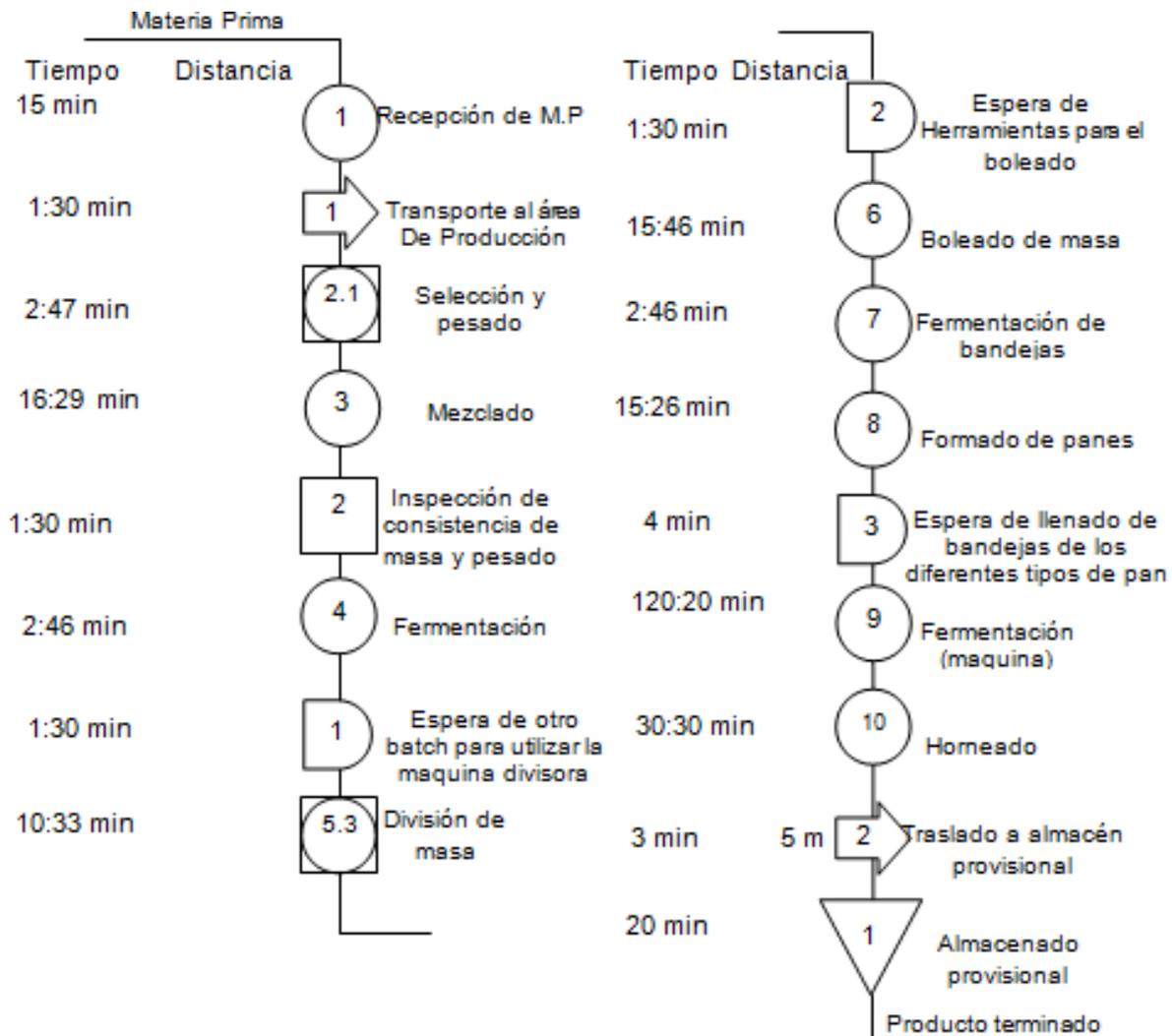
Pan Yema



CUADRO RESUMEN	
Operaciones	11
Inspección	2
Mixta	2
Transporte	2
Demora	3
Almacén	1
Total	21

Figura 36: Diagrama de operaciones de pan Yema.

Pan Hamburguesa



CUADRO RESUMEN	
Operaciones	10
Inspeccion	2
Mixta	2
Transporte	2
Demora	3
Almacén	1
Total	21

Figura 37: Diagrama de operaciones de pan Hamburguesa.

3.4.2.1.3 Actividades productivas e improductivas después de la mejora.

Para realizar el cálculo de actividades productivas e improductivas es necesario realizar el diagrama de operaciones, para calcular el porcentaje de cada una de éstas; según (García Criollo, 2005).

Ecuación 14: Actividades productivas después de la mejora

$$\frac{\sum [\text{O} \square]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

Ecuación 15: Actividades Improductivas después de la mejora

$$\frac{\sum [\text{D} \nabla \rightarrow]}{\sum [\text{O} \square \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

Pan Torta:

$$A.P = \frac{217:21}{249:01} = 0.87 = 87\%$$

$$A.I = \frac{32:40}{249:01} = 0.13 = 13\%$$

De la evaluación de la eficiencia operativa del pan Torta aumentó el porcentaje de actividades productivas en un 87% y a la vez disminuyó el porcentaje de actividades improductivas en un 13% para este tipo de pan, los cuales se mejoró a través de la implementación de los manuales propuestos como el 5's, Jidoka y Poka Yoke.

Pan Yema:

$$A.P = \frac{225:05}{258:55} = 0.871 = 87.1\%$$

$$A.I = \frac{33:50}{258:55} = 0.129 = 12.9\%$$

De la evaluación de la eficiencia operativa del pan Yema aumentó el porcentaje de actividades productivas en un 87.1% y a la vez disminuyó el porcentaje de actividades improductivas en un 12.9% para este tipo de pan, los cuales se mejoró a través de la implementación de los manuales propuestos como el 5's, Jidoka y Poka Yoke.

Pan Hamburguesa:

$$A.P = \frac{243:52}{266:03} = 0.88 = 88\%$$

$$A.I = \frac{31:30}{266:03} = 0.12 = 12\%$$

De la evaluación de la eficiencia operativa del pan Hamburguesa aumentó el porcentaje de actividades productivas en un 87% y a la vez disminuyó el porcentaje de actividades improductivas en un 13% para este tipo de pan, los cuales se mejoró a través de la implementación de los manuales propuestos como el 5's, Jidoka y Poka Yoke.

3.4.2.1.4 Estudio de tiempos después de la mejora.

3.4.2.1.4.1 Tiempo Normal

Se realiza una nueva valoración en el sistema de Westinghouse.

SISTEMA DE VALORACION WESTINGHOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
0.15	A1	0.13	A1
0.13	A2 – HABILISIMO	0.12	A2 – EXCESIVO
0.11	B1	0.1	B1
0.08	B2 – EXELENTE	0.08	B2 – EXCELENTE
0.06	C1	0.05	C1
0.03	C2 – BUENO	0.02	C2 – BUENO
0.00	D – PROMEDIO	0.00	D – PROMEDIO
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.1	E2 – REGULAR	-0.08	E2 – REGULAR
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 – DEFICIENTE	-0.17	F2 – DEFICIENTE
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
0.06	A – IDEALES	0.04	A – PERFECTO
0.04	B – EXCELENTES	0.03	B – EXCELENTE
0.02	C – BUENAS	0.01	C – BUENA
0.00	D – PROMEDIO	0.00	D – PROMEDIO
-0.03	E – REGULARES	-0.02	E – REGULAR
-0.07	F – MALAS	-0.04	F – DEFICIENTE

Figura 38: Sistema de valoración Westinghouse.

Tabla 40:

FACTOR	CLASE	RANGO	%	ASPECTO
Habilidad	C2	BUENO	0.03	Se asignó esta calificación debido a la diferencia de destreza entre ellos, siendo promedio y no lenta.
Esfuerzo	C2	BUENO	0.02	Se asigna esta calificación debido a que la destreza de los operarios es similar y cuentan con la experiencia necesaria en el rubro, por lo cual el ritmo de trabajo mejora.
Condiciones	C	BUENAS	0.02	Se asigna esta calificación debido a que las instalaciones mantienen el orden adecuado.
Consistencia	D	PROMEDIO	0.00	Se asigna esta calificación debido a que los operarios tienden a mejorar su rendimiento
Factor de Calificación (Σfw)			0.07	

Fuente Elaboración propia.

$$t_n = t_p + (t_p * f_w)$$

Donde:

tn: Tiempo Normal
tp: Tiempo Promedio
fw: Factor de calificación

Se reemplazará en cada uno de los procesos de los tipos de pan en estudio:

Pan Torta

- Selección y pesado

$$t_n = 2:15 + (2:15 * 0.07)$$

$$t_n = 2 \text{ min}$$
- Amasado

$$t_n = 15:30 + (15:30 * 0.07)$$

$$t_n = 15 \text{ min}$$
- Fermentación de masa al aire

$$t_n = 2:46 + (2:46 * 0.07)$$

$$t_n = 3 \text{ min}$$
- División de masa

$$t_n = 8:44 + (8:44 * 0.07)$$

$$t_n = 9 \text{ min}$$
- Boleado de masa

$$t_n = 13:48 + (13:48 * 0.07)$$

$$t_n = 15 \text{ min}$$
- Fermentación en bandejas

$$t_n = 2:45 + (2:45 * 0.07)$$

$$t_n = 3 \text{ min}$$
- Formado de pan

$$t_n = 13:17 + (13:17 * 0.07)$$

$$t_n = 14 \text{ min}$$
- Fermentación (cámara)

$$t_n = 115:41 + (115:41 * 0.07)$$

$$t_n = 124 \text{ min}$$
- Horneado

$$t_n = 25:58 + (25:58 * 0.07)$$

$$t_n = 28 \text{ min}$$
- Tiempo Normal (TN):

$$TN = \sum t_n$$

$$TN = 2 + 17 + 3 + 9 + 15 + 3 + 14 + 124 + 28$$

$$TN = 215 \text{ min}$$

Pan Yema

- Selección y pesado

$$tn=2:17+(2:17*0.07)$$

$$tn=2 \text{ min}$$
- Amasado

$$tn=15:30+(15:30*0.07)$$

$$tn=17 \text{ min}$$
- Fermentación de masa al aire

$$tn=2:45+(2:45*0.07)$$

$$tn=3 \text{ min}$$
- División de masa

$$tn=8:32+(8:32*0.07)$$

$$tn=9 \text{ min}$$
- Boleado de masa

$$tn=13:33+(13:33*0.07)$$

$$tn=14 \text{ min}$$
- Fermentación en bandejas

$$tn=2:47+(2:47*0.07)$$

$$tn=3 \text{ min}$$
- Formado de pan

$$tn=13:15+(13:15*0.07)$$

$$tn=14 \text{ min}$$
- Fermentación (cámara)

$$tn=116:08+(116:08*0.07)$$

$$tn=124 \text{ min}$$
- Barnizado

$$tn=8:17+(8:17*0.07)$$

$$tn=9 \text{ min}$$
- Horneado

$$tn=25:53+(25:53*0.07)$$

$$tn=28 \text{ min}$$
- Tiempo Normal (TN):

$$TN=\Sigma tn$$

$$TN=2+17+3+9+14+3+14+124+9+28$$

$$TN=223 \text{ min}$$

Pan Hamburguesa

- Selección y pesado

$$t_n = 2:47 + (2:47 * 0.07)$$

$$t_n = 3 \text{ min}$$
- Amasado

$$t_n = 16:29 + (16:29 * 0.07)$$

$$t_n = 18 \text{ min}$$
- Fermentación de masa al aire

$$t_n = 2:46 + (2:46 * 0.07)$$

$$t_n = 3 \text{ min}$$
- División de masa

$$t_n = 10:33 + (10:33 * 0.07)$$

$$t_n = 11 \text{ min}$$
- Boleado de masa

$$t_n = 15:46 + (15:46 * 0.07)$$

$$t_n = 17 \text{ min}$$
- Fermentación en bandejas

$$t_n = 2:46 + (2:46 * 0.07)$$

$$t_n = 3 \text{ min}$$
- Formado de pan

$$t_n = 15:26 + (15:26 * 0.07)$$

$$t_n = 17 \text{ min}$$
- Fermentación (cámara)

$$t_n = 120:20 + (120:20 * 0.07)$$

$$t_n = 128 \text{ min}$$
- Horneado

$$t_n = 30:30 + (30:30 * 0.07)$$

$$t_n = 33 \text{ min}$$
- Tiempo Normal (TN):

$$TN = 3 + 18 + 3 + 11 + 17 + 3 + 17 + 128 + 33$$

$$TN = 233 \text{ min}$$

Interpretación: Con la propuesta las condiciones mejoran entonces la nueva valoración es de 0.07(Factor de calibración) para los tres tipos de pan, debido a que se trabaja en las mismas condiciones y el trabajo que desarrollan es similar se obtiene los siguientes resultados pan Torta: 215 min, pan Yema: 223 min y pan Hamburguesa: 233 min.

3.4.2.1.4.2 Tiempo Estándar

Para calcular el tiempo estándar es necesario el tiempo normal y también trabajar con la tabla de suplementos de descanso.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMNTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4			
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER			
			Índice de enfriamiento, termómetro		
a) Trabajo de pie					
Trabajo de pie	2	4	16°C	0	
			14°C	0	
b) Postura anormal			12°C	0	
Ligeramente incómoda	0	1	6°C	3	
Incómoda (inclinado)	2	3	8°C	10	
Muy incómodo (echado, estirado)	7	7	6°C	21	
			5°C	31	
			4°C	45	
			3°C	64	
			2°C	100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)					
Peso levantado por kilogramos			f) Tensión visual		
			Trabajo de cierta precisión	0	0
			Trabajo de precisión o fatigosos	2	2
			Trabajo de gran precisión	5	5
2.5	0	1	g) Ruido		
5	1	2	Continuo	0	0
7.5	2	3	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
12.5	4	6	Estridente y muy fuerte	7	7
15	5	8	h) Tensión mental		
17.5	7	10	Proceso algo complejo	1	1
20	9	13	Proceso o atención dividida	4	4
22.5	11	16	Proceso muy complejo	8	8
25	13	20 (Máx.)	i) Monotonía mental		
30	17	-	Trabajo algo monótono	0	0
33.5	22	-	Trabajo bastante monótono	1	1
d) Iluminación			Trabajo muy monótono	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada			j) Monotonía física		
Bastante por debajo			Trabajo algo aburrido	0	0
Absolutamente insuficiente			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 39: Sistema de suplementos por descanso.

Resultados escogidos para obtener el % de TOLERANCIAS (Ver figura 39):

Tabla 41: Porcentaje de Tolerancias

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
a) Trabajo de pie	2
b) Postura anormal	0
c) Uso de fuerza o energía muscular	3
d) Iluminación	0
e) condiciones atmosféricas	0
f) Tensión visual	0
g) Ruido	2
h) Tensión mental	1
i) Monotonía mental	0
j) Monotonía física	0
Σ TOLERANCIAS	17

Fuente: Elaboración Propia.

Se reemplaza en la fórmula:

$$TE = TN + (TN * \%TOLERANCIAS)$$

Donde:

- TN = tiempo normal
- % de tolerancia: Se obtiene de la tabla de suplementos

Pan Torta

- Selección y pesado
 $te = 2 + (2 * 0.17)$
 $te = 2 \text{ min}$
- Amasado
 $te = 17 + (17 * 0.17)$
 $te = 20 \text{ min}$
- Fermentación de masa al aire
 $te = 3 + (3 * 0.17)$
 $te = 4 \text{ min}$
- División de masa
 $te = 9 + (9 * 0.17)$
 $te = 11 \text{ min}$
- Boleado de masa
 $te = 15 + (15 * 0.17)$
 $te = 18 \text{ min}$
- Fermentación en bandejas
 $te = 3 + (3 * 0.17)$
 $te = 4 \text{ min}$

- Formado de pan

$$te=14+(14*0.17)$$

$$te=16 \text{ min}$$

- Fermentación (cámara)

$$te=124+(124*0.17)$$

$$te=145 \text{ min}$$

- Horneado

$$te=28+(28*0.17)$$

$$te=33 \text{ min}$$

- Tiempo Estándar (TE):

$$TE=\Sigma te$$

$$TE(p. torta)=2+20+4+11+18+4+16+145+33= 253 \text{ min}$$

Pan Yema

- Selección y pesado

$$te=2+(2*0.17)$$

$$te=2 \text{ min}$$

- Amasado

$$te=17+(17*0.17)$$

$$te=20 \text{ min}$$

- Fermentación de masa al aire

$$te=3+(3*0.17)$$

$$te=4 \text{ min}$$

- División de masa

$$te=9+(9*0.17)$$

$$te=11 \text{ min}$$

- Boleado de masa

$$te=14+(14*0.17)$$

$$te=16 \text{ min}$$

- Fermentación en bandejas

$$te=3+(3*0.17)$$

$$te=4 \text{ min}$$

- Formado de pan

$$te=14+(14*0.17)$$

$$te=16 \text{ min}$$

- Fermentación (cámara)

$$te=124+(124*0.17)$$

$$te=145 \text{ min}$$

- Barnizado

$$te=9+(9*0.17)$$

$$te=11 \text{ min}$$

- Horneado

$$te=28+(28*0.17)$$

$$te=33 \text{ min}$$

- Tiempo Normal (TE):

$$TE(p. yema)=2+20+4+11+16+4+16+145+11+33 = 262 \text{ min}$$

Pan Hamburguesa

- Selección y pesado

$$te=3+(3*0.17)$$

$$te=4 \text{ min}$$

- Amasado

$$te=18+(18*0.17)$$

$$te=21 \text{ min}$$

- Fermentación de masa al aire

$$te=3+(3*0.17)$$

$$te=4 \text{ min}$$

- División de masa

$$te=11+(11*0.17)$$

$$te=13 \text{ min}$$

- Boleado de masa

$$te=17+(17*0.17)$$

$$te=20 \text{ min}$$

- Fermentación en bandejas

$$te=3+(3*0.17)$$

$$te=4 \text{ min}$$

- Formado de pan

$$te=17+(17*0.17)$$

$$te=20 \text{ min}$$

- Fermentación (cámara)

$$te=128+(128*0.17)$$

$$te=150 \text{ min}$$

- Horneado

$$te=33+(33*0.17)$$

$$te=39 \text{ min}$$

- Tiempo Estándar (TE):

$$TE=\Sigma te$$

$$TE(p. hamburguesa)=4+21+4+13+20+4+20+150+39= 275 \text{ min}$$

Interpretación: Con un suplemento de 0.17% para los tres tipos de pan, debido a que se trabaja en las mismas condiciones y el trabajo que desarrollan es similar, se obtiene los siguientes tiempos estándares, pan Torta: 253 min, pan Yema: 262 min y pan Hamburguesa: 275 min.

3.4.2.1.5 Cálculo de productos defectuosos

La siguiente fórmula permite calcular el porcentaje de merma producida en el proceso; según (Freivalds & Niebel, 2014).

Muestra requerida: Se realizará la determinación de la muestra de la población, la producción total diaria de cada tipo de pan.

Producción diaria pan torta = 22 batch = 8 800 unidades

Producción diaria pan yema = 20 batch = 8 000 unidades

Producción pan hamburguesa = 16 batch = 6 400 unidades

Fórmula para calcular la muestra

$$p = 0.50$$

$$q = 0.50$$

$$E = 0.05$$

$$Z = 1.96$$

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N-1)E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

- $n(\text{Torta}) = \frac{8800 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(8799) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 368 \text{ und}$

Para el pan Torta se trabajará con una muestra de 368 unidades para calcular el porcentaje de productos defectuosos.

- $n(\text{Yema}) = \frac{8000 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(7999) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 367 \text{ und}$

Para el pan Torta se trabajará con una muestra de 367 unidades para calcular el porcentaje de productos defectuosos.

- $n(\text{hamburguesa}) = \frac{5600 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(5599) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 362 \text{ und}$

Para el pan Torta se trabajará con una muestra de 368 unidades para calcular el porcentaje de productos defectuosos.

Con los datos obtenidos del cálculo anterior se obtendrá el número de unidades defectuosas según el tipo de pan

Fórmula para calcular las unidades defectuosas

$$PD(x) = \frac{\text{Número de Productos Defectuosos}}{\text{Número de Unidades Producidas}}$$

- $PD(\text{torta}) = \frac{11}{368} = 0.03 = 3\%$

Se encontró 11 unidades defectuosas de 368 unidades lo que equivale a un 3% a comparación del 9% que se obtuvo antes de la implementación de la matriz de polivalencia ILUO que se propuso en la propuesta de mejora.

- $PD(\text{yema}) = \frac{14}{367} = 0.04 = 4\%$

Se encontró 14 unidades defectuosas de 367 unidades lo que equivale a un 4% a comparación del 8% que se obtuvo antes de la implementación de la matriz de polivalencia ILUO que se propuso en la propuesta de mejora.

- $PD(\text{Hamburguesa}) = \frac{11}{362} = 0.04 = 4\%$

Se encontró 11 unidades defectuosas de 362 unidades lo que equivale a un 4% a comparación del 10% que se obtuvo antes de la implementación de la matriz de polivalencia ILUO que se propuso en la propuesta de mejora.

Para expresar la merma en soles aplicaremos la siguiente fórmula:

$$X = ((\# \text{ de batch en tienda} * \text{ und en un batch}) (\% \text{ de merma}) (\text{precio de pan en tienda}) + ((\# \text{ de batch en mercado masivo} * \text{ und en batch}) (\% \text{ de merma}) (\text{precio de pan en mercado masivo}))$$

Pérdida representada en costos:

- Pan Torta

Producción para venta: 20 batch: 4 batch en tienda y 16 batch mercado masivo

Porcentaje de productos defectuosos: 3%

Precio de venta por unidad: S/. 0.125 en tienda y S/. 0.17 mercado masivo

$$\text{Pan torta} = ((4 * 400)(3\%)(0.125)) + ((16 * 400)(3\%)(0.17)) = S/. 18.2$$

- Pan Yema

Producción para venta: 18 batch: 3 batch en tienda y 15 batch mercado masivo

Porcentaje de productos defectuosos: 4%

Precio de venta por unidad: S/. 0.17 en tienda y S/. 0.20 mercado masivo

$$\text{Pan yema} = ((3 \times 400)(4\%)(0.17)) + ((15 \times 400)(4\%)(0.20)) = \text{S}/.56.2$$

- Pan Hamburguesa

Producción para para venta: 14 batch: 7 batch en tienda y 7 batch en mercado masivo

Porcentaje de productos defectuosos: 4%

Precio de venta por unidad: S/. 0.25 en tienda y S/. 0.25 mercado masivo

$$\text{Pan Hamburguesa} = ((7 \times 400)(4\%)(0.25)) + ((7 \times 400)(4\%)(0.25)) = \text{S}/.56$$

El porcentaje de productos defectuosos disminuye considerablemente obteniéndose, un 3% en pan Torta que económicamente significa S/.18.2 de pérdida diaria, 4% en pan Yema que económicamente significa S/.56.2 de pérdida diaria y en pan Hamburguesa 4% que económicamente significa S/.56 de pérdida diaria.

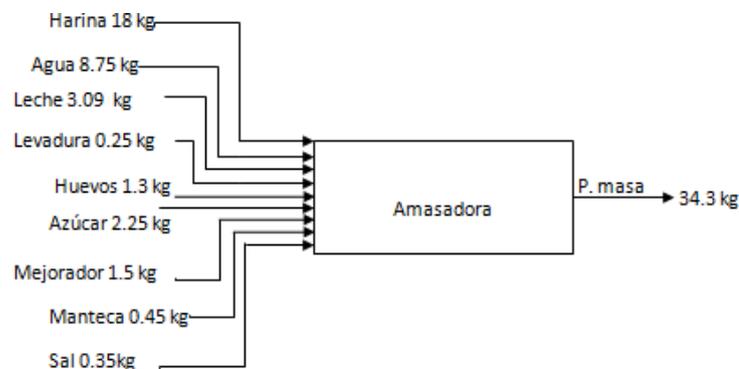
3.4.2.2. Variable dependiente (Producción)

3.4.2.2.1 Balance de materia – Eficiencia Física de materia prima

$$E_f = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}}$$

Para resolver la ecuación anterior, debemos contar con los insumos para la elaboración para cada tipo de pan:

Pan Torta:



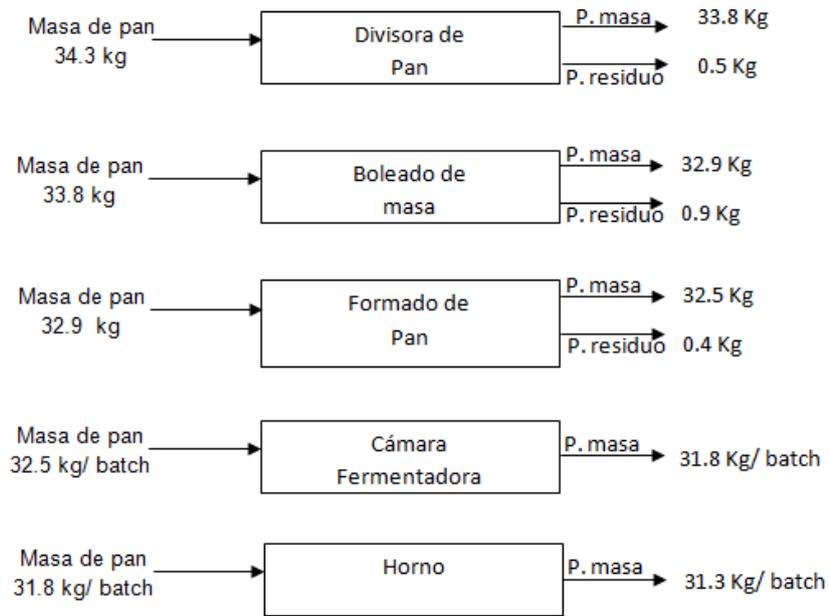
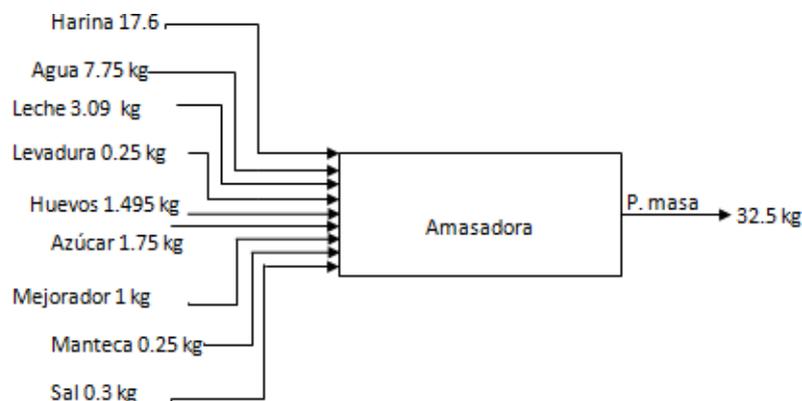


Figura 40: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Torta.

$$E_f = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}} = 1(\text{batch}) * \frac{31.3 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}}{35.9 \text{ kg}} = 0.87 = 87\%$$

Con las herramientas propuestas se incrementa la eficiencia física del proceso de producción para el pan Torta con un 87% indicando que el aprovechamiento de materia prima es un índice alto y el 13% se pierde durante el proceso de elaboración.

Pan Yema:



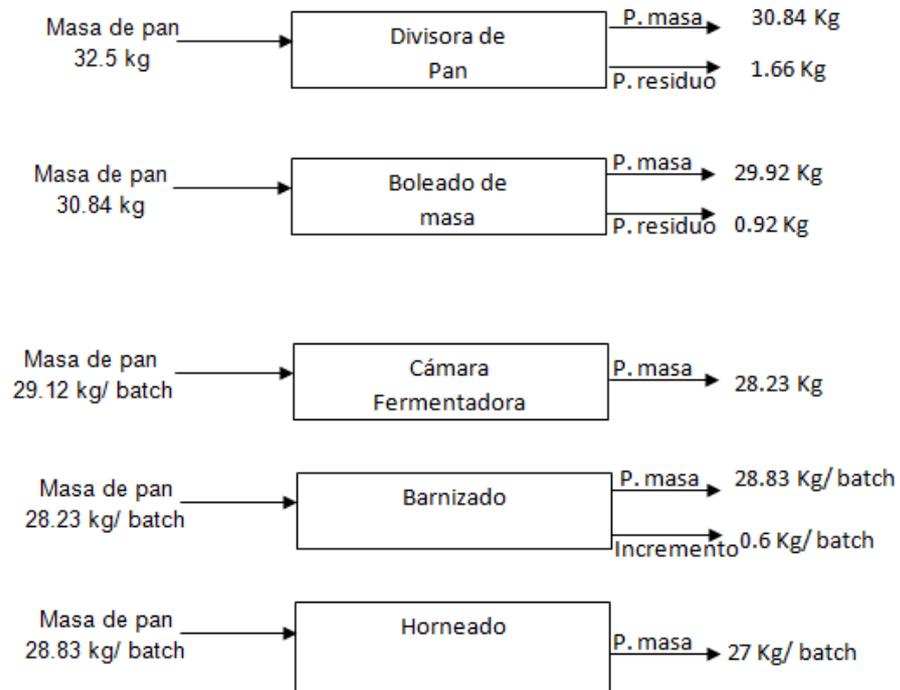
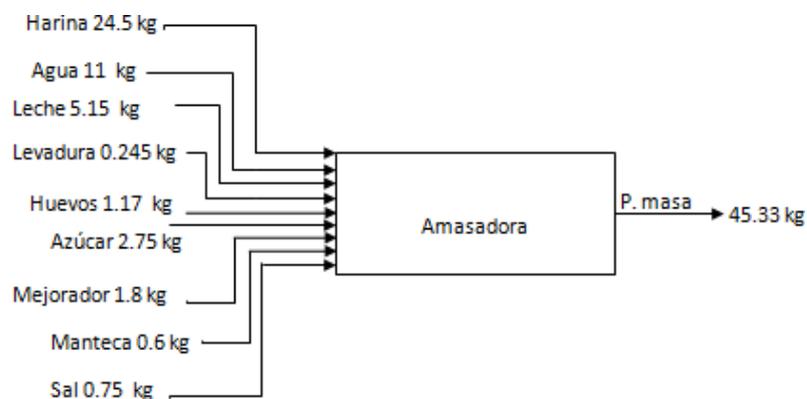


Figura 41: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Yema.

$$E_f = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}} = 1(\text{batch}) * \frac{27 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}}{33.74 \text{ kg}} = 0.91 = 91\%$$

Con las herramientas propuestas se incrementa la eficiencia física del proceso de producción para el pan Yema con un 91% indicando que el aprovechamiento de materia prima es un índice alto y el 9% se pierde durante el proceso de elaboración.

Pan Hamburguesa:



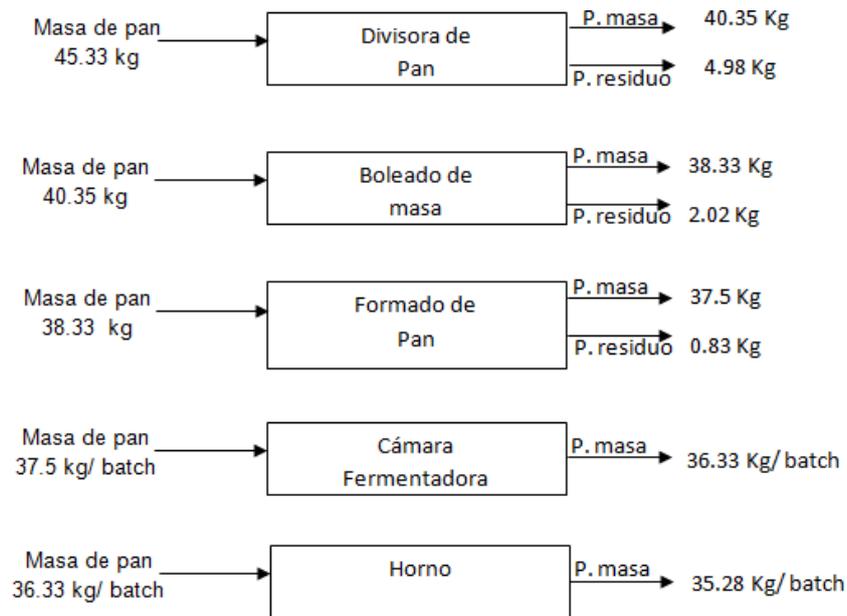


Figura 42: Cálculo de entrada y salida de materia prima para el pan Hamburguesa.

$$E_f = \frac{\text{salida útil de MP}}{\text{Entrada de MP}} = 1(\text{batch}) * \frac{35.28 \frac{\text{kg}}{\text{lote}}}{48.17 \text{ kg}} = 0.73 = 73\%$$

Con las herramientas propuestas se incrementa la eficiencia física del proceso de producción para el pan Hamburguesa con un 73% indicando que el aprovechamiento de materia prima es un índice alto y el 27% se pierde durante el proceso de elaboración.

3.4.2.2.2 Productividad de mano de Obra

Tomamos en cuenta la producción de pan, la cual está destinada para un maestro y 3 operarios en cada turno, la producción de pan es de la siguiente manera, pan torta es 20 batch/día, pan yema 18 batch/día, pan hamburgués 16 batch/día.

Fórmula:

$$P \text{ m.o} = \frac{\text{producción (kg)}}{\text{Recursos (horas)}}$$

Reemplazando:

$$P \text{ m.o (pan torta)} = \frac{22 (35.94) \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{920 \text{ h-H/día}} = 0.86 \frac{\text{Kg}}{\text{h-H}}$$

Por cada Hora- Hombre se produce 0.86 kg de pan Torta.

$$P \text{ m.o (pan yema)} = \frac{18 (33.74) \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{920 \text{ h-H/día}} = 0.73 \frac{\text{Kg}}{\text{h-H}}$$

Por cada Hora- Hombre se produce 0.73 kg de pan Yema.

$$P \text{ m.o (pan hamburguesa)} = \frac{16(48.17) \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{920 \text{ h-H/día}} = 0.84 \frac{\text{Kg}}{\text{h-H}}$$

Por cada Hora- Hombre se produce 0.84 kg de pan Hamburguesa.

3.4.2.2.3 Productividad respecto a materia prima

Es importante conocer el rendimiento de la materia prima (harina) para la elaboración de los distintos tipos de pan en estudio para ello, se toma en cuenta la producción diaria y la materia prima utilizada.

Fórmula:

$$P \text{ m.p} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos (m.p)}}$$

Reemplazando:

$$P \text{ m.p (torta)} = \frac{22 \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{35.94 \text{ kg de m.p} * 22 \text{ batch}} = 0.028 \frac{\text{batch al día}}{\text{Kg de m.p al día}}$$

Por cada kilogramo de materia prima se produce 0.028 batch de pan Torta al día el cual posee la menor productividad de harina.

$$P \text{ m.p (yema)} = \frac{20 \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{33.74 \text{ kg de m.p} * 20 \text{ batch}} = 0.029 \frac{\text{batch al día}}{\text{kg de m.p al día}}$$

Por cada kilogramo de materia prima se produce 0.029 batch de pan Yema al día el cual posee la mayor productividad de harina.

$$P \text{ m.p (hamburguesa)} = \frac{16 \frac{\text{batch}}{\text{día}}}{48.17 \text{ kg de m.p} * 16 \text{ batch}} = 0.021 \frac{\text{batch al día}}{\text{kg de m.p al día}}$$

Por cada kilogramo de materia prima se produce 0.021 batch de pan Hamburguesa.

3.4.2.3. Propuesta de compra.

En este punto se propuso la compra y mejora de maquinarias para la mejora de procesos y mejorar la eficiencia de la línea de trabajo. Estos equipos ayudan a mejorar la productividad de mano de obra y la producción de la empresa. Los equipos que se adquirirán se describen a continuación:

a) Compra de cámara fermentadora

Esta máquina evitará las interrupciones en el proceso de fermentado en cámara, evitando que el proceso de fermentación del pan se vea interrumpido y no logre la consistencia adecuada.

F - NOVA - 124

**FICHA TÉCNICA CÁMARA DE FERMENTACIÓN
MAX 1000**

MEDIDAS (m)					CARACTERÍSTICAS	
Capacidad de coches de 18 bandejas c/u	Alto	Ancho	Largo	Peso Kg	Capacidad de cámara (bandejas)	De 36 a 72 (dependiendo de la cantidad de coches)
2	1.93	0.89	1.65	135	Alimentación (v)	110 / 220 / 380 V
4	1.93	1.72	1.65	185	Instalación	Monofásico / Trifásico
					Potencia Instalada	3 Kw
					Máxima Humedad	80%
					Material	Acero Inoxidable



Figura 43: Ficha técnica de cámara fermentadora

Esta máquina se comprará de la empresa NOVA, la cual esta valorizada en S/.14,500, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 44: Costo de cámara fermentadora.

b) Mejora de monta carga

Con esta máquina se facilitará el proceso de traslado de materia prima hacia el almacén, ya que se propone adaptar la máquina a una automática, ver figura 55.



Figura 45: Monta carga

Esta máquina será adquirida de la empresa accesos automáticos S.A.C. donde la conversión de una monta carga manual a uno automático está valorizado en S/. 6 000.

3.4.3. Eficiencia Económica.

Para hallar la eficiencia económica para la producción de los 3 tipos de pan necesitamos tener información de los ingresos y egresos, los cuales lo detallaremos a continuación:

La venta de los 3 tipos de pan (torta, yema y hamburguesa) se realizan por batch al día, el precio del batch por pan se detalla en el siguiente cuadro según su destino de venta.

Costo.

Tabla 42: Costo de producción después de la mejora

	Pan Torta		Pan Yema		Pan Hamburguesa	
Luz	S/	360	S/	264	S/	176
Agua	S/	259	S/	190	S/	127
Materia Prima	S/	28,559	S/	26,295	S/	27,986
Materiales	S/	72	S/	53	S/	35
Mano de obra	S/	2,295	S/	1,683	S/	1,122
Total Mes	S/	31,544.33	S/	28,484.75	S/	29,445.50
Total Anual	S/	378,531.96	S/	341,817.00	S/	353,346.00

Fuente: Elaboración Propia.

Pérdida Anual:

Tabla 43: Merma convertida en soles

Productos	% P. Defectuosos	Precio Tienda	Precio M.	Día	Mes	Año
Torta	0.03	S/ 0.125	S/ 0.17	S/ 42	S/ 1,283	S/ 15,396
Yema	0.04	S/ 0.17	S/ 0.20	S/62	S/ 1,888	S/ 22,659
Hamburguesa	0.04	S/ 0.25	S/ 0.25	S/ 64	S/ 1,947	S/23,360

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia económica:

$$\text{Eficiencia Económica(Torta)} = \frac{504917 - 15396}{378532} = 1.29$$

La eficiencia económica obtenida para el pan Torta es de 1.29, lo cual significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0.29 soles.

$$\text{Eficiencia Económica(Yema)} = \frac{5645337 - 22659}{341817} = 1.59$$

La eficiencia económica obtenida para el pan Yema es de 1.59, lo cual significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0.59 soles.

$$\text{Eficiencia Económica(Hamburguesa)} = \frac{584000 - 23360}{353346} = 1.59$$

La eficiencia económica obtenida para el pan Hamburguesa es de 1.59, lo cual significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0.59 soles.

Tabla 44: Variable Independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ACTUALES	PROPUESTA	VARIACIÓN	INTERPRETACIÓN
Matriz de Polivalencia ILUO		Versatilidad de los operarios (1x4)	% de Versatilidad	31.3%	68.8%	37.5%	Se logró aumentar la versatilidad de los operarios y operaciones en un 37.5% y 60% respectivamente.
		Dominio de operaciones (4x1)	% de operaciones dominadas	40%	100%	60%	
MATRIZ DE POLIVALENCIA ILUO	Producción	Velocidad de Producción	Torta	120:06 min/ batch	115:41 min/ batch	4:25 min/ batch	Se logró disminuir la velocidad de producción: pan torta en 4:25 min/ batch, pan yema en 2:53 min/ batch y pan hamburguesa en 12:44 min/ batch.
			Yema	119:01 min/ batch	116:08 min/ batch	2:53 min/ batch	
			Hamburguesa	132:04 min/ batch	120:20 min/ batch	12:44 min/ batch	
	Eficiencia Operativa	%Actividades Productivas	Torta	82.9%	87%	4.1%	Las actividades productivas aumentan: pan torta en 4.1%, pan yema en 3.1% y pan hamburguesa en 4.4%.
			Yema	84%	87.1%	3.1%	
			Hamburguesa	83.6%	88%	4.4%	
		%Actividades Improductivas	Torta	17.1%	13%	4.1%	
			Yema	16%	12.9%	3.1%	
			Hamburguesa	16.4%	12%	4.4%	
	Medición de Trabajo	Tiempo Normal	Torta	225 min	215 min	10 min	El tiempo normal se disminuyó: 10 min en pan torta, 5 min en pan yema y 2 min en pan hamburguesa.
			Yema	228 min	223 min	5 min	
			Hamburguesa	235 min	233 min	2 min	
Tiempo Estándar		Minutos	Torta	265 min	253 min	12 min	El tiempo estándar se disminuyó: 12 min en pan torta, 6 min en pan yema y 2 min en pan hamburguesa.
			Yema	268 min	262 min	6 min	
			Hamburguesa	277 min	275 min	2 min	
			Yema	53 %	95%	42%	
			Hamburguesa	47%	79%	32%	

Continua.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ACTUALES	PROPUESTA	VARIACIÓN	INTERPRETACIÓN	
MATRIZ DE POLIVALENCIA ILUO	Calidad	Productos Conformes	Torta	Unidades/ batch	91%	97%	6%	Se logró incrementar el porcentaje de productos conformes: 6% en pan torta, 4% en pan yema y 6% en pan hamburguesa. Se logró disminuir el porcentaje de productos no conformes: 6% en pan torta, 4% en pan yema y 6% en pan hamburguesa.
			Yema		92%	96%	4%	
			Hamburguesa		90%	96%	6%	
		No Conformes	Torta	9%	3%	6%		
			Yema	8%	4%	4%		
			Hamburguesa	10%	4%	6%		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45 Variable Dependiente.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	ACTUALES	PROPUESTA	VARIACIÓN	INTERPRETACIÓN	
PRODUCTIVIDAD	Eficiencia Física.	Eficiencia física de la M. P	Torta	Unidades/ batch	83%	87%	4%	Se logró incrementar el porcentaje de productos conformes: 4% en pan torta, 16% en pan yema y 3% en pan hamburguesa. La productividad de materia prima se logró incrementar: 0.02 batch/ kg en pan torta, 0.02 batch/ kg en pan yema y 0.02 batch/ kg. La eficiencia económica del producto terminado se logró incrementar: S/. 0.17 en pan torta, S/. 0.18 en pan yema y S/. 0.20 en pan hamburguesa.
			Yema		75%	91%	16%	
			Hamburguesa		70%	73%	3%	
	Actividad Productiva	Productividad De M.O (Día)	Torta	Kg/ H- h	0.81 kg/h- H	0.86 kg/ h-H	0.05 kg/h-H	
			Yema		0.71 kg/h- H	0.73 Kg/ h- H	0.02 kg/h-H	
			Hamburguesa		0.77 kg/h- H	0.84 Kg/ h- H	0.07 kg/h-H	
	Productividad De M.O (Día)	Productividad De M.O (Día)	Torta	Batch/ kg	0.026 Batch/kg	0.028 Batch/ kg	0.02 batch/kg	
			Yema		0.027 Batch/kg	0.029 Batch/ kg	0.02 batch/kg	
			Hamburguesa		0.019 Batch/kg	0.021 Batch/ kg	0.02 batch/kg	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. Análisis costos Beneficio.

La inversión de los activos tangibles se identificó las cantidades, su unidad de medida, precio unitario y el total de inversión de cada una de éstas. Así mismo se agregó todo lo que se utilizó para la propuesta de mejora. A continuación, en la tabla 52 se detalla cada una de éstas.

Tabla 46: Inversión de Activos Tangibles

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN	
UTILES DE ESCRITORIO					
USB	2	Unidad	S/.28.00	S/.	56.00
Papel A4	5	Millar	S/.17.00	S/.	85.00
Lapiceros	5	caja	S/.12.00	S/.	60.00
Cinta	2	Caja	S/.14.00	S/.	28.00
Plumón indeleble	1	Caja	S/ 15.00	S/.	15.00
Archivadores	12	Unidad	S/. 6.00	S/.	72.00
Perforador	2	Unidad	S/.10.00	S/.	20.00
Tijeras	3	Unidad	S/.2.00	S/.	6.00
Engrapador	1	Unidad	S/.8.00	S/.	8.00
COSTO DE SALUD					
Mascarillas	12	Caja	S/12.00	S/.	144.00
Tocas	12	Caja	S/ 10.00	S/.	120.00
Guantes	12	Caja	S/ 20.00	S/.	240.00
Mandiles	192	Unidad	S/15.00	S/.	2,880.00
COSTO DE HIGIENE DE PRODUCCIÓN					
Papel higiénico	12	Unidad	S/12.00	S/.	144.00
Jabón líquido	24	Unidad	S/15.00	S/.	360.00
Desinfectador	24	Unidad	S/ 25.00	S/.	600.00
Trapeador	36	Unidad	S/10.00	S/.	360.00
Trapo Industrial	60	Unidad	S/5.00	S/.	300.00
Escoba	36	Unidad	S/8.00	S/.	288.00
Cubetas	24	Unidad	S/6.00	S/.	144.00
Basureros	36	Millar	S/13.00	S/.	468.00
Recogedor	24	Unidad	S/5.00	S/.	120.00
Detergente	36	Unidad	S/ 14.00	S/.	504.00
Lejía	24	Unidad	S/5.00	S/.	120.00
Papel Toalla	24	Unidad	S/18.00	S/.	432.00
COSTO BOTIQUIN					
Botiquín	2	Unidad	S/70.00	S/.	140.00
COSTO MANTENIMIENTO DE ÁREA					
Pintura (pared)	4	Unidad	S/35.00	S/.	140.00
Pintura (techo)	3	Unidad	S/35.00	S/.	105.00
Esmalte (señalización)	1	Unidad	S/ 40.00	S/.	40.00

Continúa.

COSTO MANTENIMIENTO DE MATERIAL DE REGISTRO					
Copias de formatos	48	Unidad	S/.3.50	S/.	168.00
COSTO DE MATERIAL DE IMPLEMENTACION					
Material Informativo ILUO	216	Pack	S/.4.00	S/.	864.00
Material Informativo 5´S	240	Pack	S/3.00	S/.	720.00
Material Informativo JIDOKA	192	Pack	S/2.00	S/.	384.00
Material Informativo POKA YOKE	192	Pack	S/.2.00	S/.	384.00
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN					
Cámara fermentadora	1	Unidad	S/ 14,500.00	S/.	14,500.00
Monta carga (Adaptación)	1	Unidad	S/ 6,000.00	S/.	6,000.00
TOTAL INVERSION				S/	55,019.00

Fuente: Elaboración propia.

Otro Gastos: Gastos agregados generados en el área de proceso de producción, ver tabla siguiente.

Tabla 47: Otros gastos

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NUM. PERSONAS	TOTAL INVERSIÓN
Personal de Almacén	12	Mes	S/. 930.00	1	S/11,160.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL					S/. 11,160.00

Fuente: Elaboración propia.

Gastos de capacitación: Estos gastos se generan con respecto a la propuesta de mejora con los manuales propuestos, ver tabla siguiente.

Tabla 48: Gastos de Capacitación

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO	TOTAL INVERSIÓN
Personal de capacitación ILUO	12	Hora	S/450.00	S/. 5,400.00
Personal de capacitación 5´S	24	Hora	S/ 20.00	S/. 480.00
Personal de capacitación JIDOKA	24	Mes	S/ 10.00	S/. 240.00
Personal de capacitación POKA YOKE	24	Hora	S/ 10.00	S/. 240.00
TOTAL GASTOS DE PERSONAL				S/. 6,360.00

Fuente: Elaboración propia.

Costos Proyectados para la implementación: En la siguiente tabla se puede observar los costos proyectados a cinco años de la inversión realizada para la implementación de la propuesta.

Tabla 49: Costos Proyectados en 5 años

ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES	S/54,851.00	S/. 7,999.00	S/. 7,999.00	S/. 7,999.00	S/.7,999.00	S/.7,999.00
UTILES DE ESCRITORIO						
USB	S/.56.00	S/.56.00	S/. 56.00	S/.56.00	S/.56.00	S/.56.00
Papel A4	S/85.00	S/85.00	S/85.00	S/85.00	S/85.00	S/85.00
Lapiceros	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00	S/.60.00
Cinta	S/.28.00	S/.28.00	S/.28.00	S/.28.00	S/.28.00	S/.28.00
Plumon indeleble	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00
Archivadores	S/. 72.00					
Perforador	S/.20.00	S/.20.00	S/.20.00	S/.20.00	S/.20.00	S/.20.00
Tijeras	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00
Engrapador	S/,8.00	S/,8.00	S/,8.00	S/,8.00	S/,8.00	S/,8.00
COSTO DE SALUD						
Mascarillas	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00
Tocas	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00
Guantes	S/.240.00	S/.240.00	S/.240.00	S/.240.00	S/.240.00	S/.240.00
Mandiles	S/. 2,880.00					
COSTO DE HIGIENE DE PRODUCCIÓN						
Papel higiénico	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00
Jabón líquido	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00
Desinfectador	S/.600.00	S/.600.00	S/.600.00	S/.600.00	S/.600.00	S/.600.00
Trapeador	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00	S/.360.00
Trapo Industrial	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00	S/.300.00
Escoba	S/.288.00	S/.288.00	S/.288.00	S/.288.00	S/.288.00	S/.288.00
Cubetas	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00	S/.144.00
Basureros	S/.468.00	S/.468.00	S/.468.00	S/.468.00	S/.468.00	S/.468.00

Recogedor	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00
Detergente	S/.504.00	S/.504.00	S/.504.00	S/.504.00	S/.504.00	S/.504.00
Lejía	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00	S/.120.00
Papel Toalla	S/.432.00	S/.432.00	S/.432.00	S/.432.00	S/.432.00	S/.432.00
COSTO BOTIQUIN						
Botiquín	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00
COSTO MANTENIMIENTO DE ÁREA						
Pintura (pared)	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00	S/.140.00
Pintura (techo)	S/.105.00	S/.105.00	S/.105.00	S/.105.00	S/.105.00	S/.105.00
Esmalte (señalización)	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00
COSTO MANTENIMIENTO DE MATERIAL DE REGISTRO						
Copias de formatos	S/.24,000.00	S/. -	S/. -	S/.-	S/. -	S/-
COSTO DE MATERIAL DE IMPLEMENTACION						
Material Informativo ILUO	S/. 864.00	S/. -				
Material Informativo 5´S	S/. 720.00	S/. -	S/. -	S/-	S/. -	S/-
Material Informativo JIDOKA	S/.384.00	S/. -	S/. -	S/-	S/. -	S/-
Material Informativo POKA YOKE	S/.384.00	S/. -	S/. -	S/-	S/. -	S/-
EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN						
Cámara fermentadora	S/. 14,500.00	S/. -	S/. -	S/-	S/. -	S/-
Monta carga (Adaptación)	S/. 6,000.00	S/. -	S/. -	S/-	S/. -	S/-
OTROS GASTOS	S/. 33,360.00	S/.33,360.00	S/.33,360.00	S/.33,360.00	S/.33,360.00	S/.33,360.00
Luz	S/. 17,400.00					
Agua	S/. 11,760.00	S/.11,760.00	S/.11,760.00	S/.11,760.00	S/.11,760.00	S/.11,760.00
Telefonía e internet	S/. 4,200.00					
GASTOS DE PERSONAL	11160	11160	11160	11160	11160	11160
Personal de Almacén	S/11,160.00	S/11,160.00	S/11,160.00	S/11,160.00	S/11,160.00	S/11,160.00
GASTOS DE CAPACITACION	S/. 6,360.00	S/. -	S/-	S/. -	S/-	S/. -
Personal de capacitación ILUO	S/. 5,400.00	S/. -	S/-	S/. -	S/-	S/. -

Personal de capacitación 5'S	S/. 480.00					
Personal de capacitación JIDOKA	S/. 240.00	S/. -	S/.-	S/. -	S/.-	S/. -
Personal de capacitación POKA YOKE	S/. 240.00	S/. -	S/.-	S/. -	S/.-	S/. -
TOTAL DE GASTOS	S/.105,731.00	S/. 52,519.00				

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.4.1. Evaluación Costo – Beneficio VAN, TIR E IR

Tabla 50: Evaluación Costo Beneficio VAN, TIR e IR

INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
Productos Conformes	S/. 132,480.00	S/. 85,536.00	S/. 46,944.00
Eficiencia Económica	S/. 55,042.00	S/. 6,373.00	S/. 61,415.00

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se detalla los costos por no incurrir en la mejora propuesta:

Tabla 51: Costos por no incurrir en el diseño de propuesta de mejora

Productos	% P. Defectuosos	Precio Tienda	Precio M.	Día	Mes	Año
Torta	0.03	S/ 0.125	S/ 0.17	S/ 42	S/ 1,283	S/ 15,396
Yema	0.04	S/ 0.17	S/ 0.20	S/62	S/ 1,888	S/ 22,659
Hamburguesa	0.04	S/ 0.25	S/ 0.25	S/ 64	S/ 1,947	S/23,360

Fuente: Elaboración propia.

Ingresos Proyectados

Tabla 52: Ingresos Proyectados

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 91,909.00				

Fuente: Elaboración Propia.

Tasa de costo de oportunidad de capital (COK)

$$CPPC=WACC=D/(D+C) \times Kd \times (1-T) + C/(D+C) \times Ke$$

Ecuación 16: Formula WACC

Deuda: 35 000 – 26%

Capital: 100 000 – 74%

Total: 135 000 – 100%

Kd: Costo de deuda: 15.46%

T: Impuesto a la renta: 30%

Ecuación 17: Formula Ke

$$Ke=Roe=(UTILIDAD NETA)/(TOTAL PATRI$$

$$Ke = \frac{9100.00}{100000.00} = 9\%$$

Flujo de Caja neto proyectado

En la tabla 58 se muestra el flujo de caja obtenido detallándonos los flujos de ingreso y egresos de dinero de la empresa en un transcurso de 5 años.

Tabla 53: Flujo de caja neto proyectado

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-105,731.00	39,390.00	39,390.00	39,390.00	39,390.00	39,390.00

Fuente: Elaboración propia.

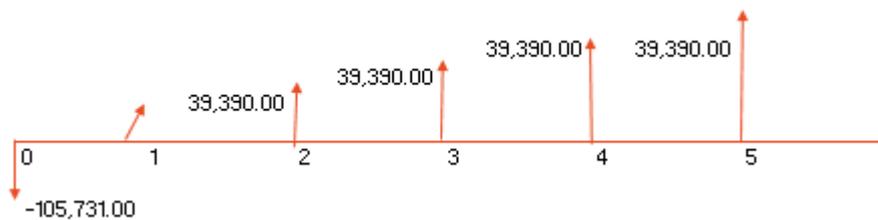


Figura 46: Flujo de caja neto proyectada (gráfica)

Indicadores Económicos

Tabla 54: Indicadores Económicos

VA	S/. 151,065.45	
VAN	S/. 45,334.45	VAN > 0 acepta el proyecto
TIR	25.092%	TIR > COK se acepta el proyecto
IR	1.43	IR > 1 Índice de rentabilidad > 1 Acepta el proyecto Por cada sol de inversión retorna S/0.43 de rentabilidad

CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El presente estudio de investigación tiene como objetivo dar a conocer los procesos actuales en el área de producción de la empresa en estudio, además de las condiciones y métodos de trabajo que realizan los operarios; mediante esta investigación se demuestra que, al aplicar la matriz de polivalencia ILUO, las 5'S, Jidoka y Poka Yoke se consigue incrementar los niveles de eficiencia tanto de mano de obra como el de materia prima en el área de producción del pan y con respecto a los operarios se logra mejorar sus métodos de trabajo. Para realizar la investigación se encuentra dos limitaciones las cuales son la ausencia de datos históricos y la restricción a los datos financieros de la empresa, esto no ha sido un limitante para la recolección de datos y poder desarrollar la investigación.

En las investigaciones de, (Cabrejos Nuñez & Vargas Marin, 2016) (De la Cruz Cruz, 2010) (Bautista Vásquez & Huamán Tanta, 2018) se utilizaron para la recolección de información diversos métodos, técnicas e instrumentos como: entrevistas, cuestionarios, análisis estadísticos, encuestas, guías de observación y análisis de los contenidos; las cuales permiten detectar las deficiencias que afectan la línea de producción. Se explica a detalle los procedimientos en la línea de producción según el producto en estudio. La investigación muestra la mejora de los indicadores de producción al realizar la implementación de las herramientas mencionadas, de lo cual se destaca la importancia de consolidar un equipo de trabajo comprometido con la propuesta de mejora.

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), la productividad es la medida más común utilizada en los procesos, esta es la proporción de tiempo que un recurso es usado de hecho en relación con el tiempo que está disponible para su uso. En la presente investigación con implementación de la herramienta 5'S disminuye en 12:44 min/batch en la velocidad de producción del pan hamburguesa debido a que la operación del fermentado en cámara necesita de un tiempo elevado para que la masa pueda obtener ciertas características las cuales se logra con el tiempo y temperatura adecuada; en comparación con (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) que implementa la misma herramienta la velocidad de producción disminuye en 20 minutos/lote. La eficiencia operativa incrementa 4.1% en el pan torta debido a la reducción de tiempos muertos; mientras que (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) incrementa en 14.42% las actividades productivas en la línea de procesos de quesos.

En la investigación también se reduce el tiempo ocioso en 228 minutos en pan yema, debido a que se organiza de mejor manera las estaciones de trabajo, se reduce el tiempo normal en 10 minutos en la producción del pan torta, así mismo el tiempo estándar disminuye 6 minutos en el pan yema; mientras que (Cabrejos Nuñez & Vargas Marin, 2016) en la línea de producción de roscas disminuye 78.37 minutos de tiempo ocioso, 30 minutos/lote con la estandarización de tiempos, la merma disminuye de 123,99 Kg a 15,30 kg.

El proceso de la recepción de la materia prima se lo realiza con un montacarga manual debido a esto toma más tiempo del adecuado, se propone adaptar la máquina para convertirla en automática de esta manera se reduce el tiempo de la operación, este cambio esta valorizado en S/. 6 000 y para el proceso de fermentado en la cámara fermentadora a una se propone la compra de una nueva cámara debido a que se realiza interrupciones durante el proceso para añadir más producto para fermentar la compra de esta maquinaria esta valorizada en S/. 14 500, en cambio (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) tras la implementación de su propuesta de mejora propone la compra de una pasteurizadora logra reducir la operación de pasteurizado en 179 minutos, esto muestra que el tiempo de producción en la línea de quesos disminuye, esto debido a la inversión en nuevas tecnologías las cuales permiten mejorar el proceso y al crear una cultura de disciplina.

Según (Liker & Meier, 2006) dice que al implementar la matriz de polivalencia ILUO mejora el desempeño de los operarios mediante capacitaciones teórico-práctico, lo cual busca la corrección de errores durante el proceso de producción, buscando que los operarios sean polivalentes y a la vez mejoren sus destrezas; mediante esto se disminuye los tiempos muertos y merma. Con la implementación de la matriz de polivalencia ILUO se consigue mejorar el desempeño de los operarios, en la evaluación inicial se obtuvo que 21 operaciones se realizan en un nivel I lo cual refleja el deficiente desempeño de algunos operarios, luego de la implementación se realiza la evaluación final y se puede observar la mejora en el desempeño de los operarios obteniendo una calificación O en 45 operaciones y solamente 21 operaciones en la calificación L y con el nivel I ya no hay operarios que obtengan esta calificación, en comparación de (De la Cruz Cruz, 2010) desarrolló la implementación en una empresa envasadora de botellas, iniciando las capacitaciones a 61 personas, donde se puede evidenciar que antes de la implementación 10 operaciones se realizaba con calificación I y no había operaciones calificadas con el nivel O, en la evaluación luego de la implementación se redujo el porcentaje de operaciones calificadas con el nivel I a solamente un 25% de éstas y se obtuvieron 6 operaciones calificadas con un nivel O, se observa un decremento de la curva de cajas reprocesadas esto debido al efecto que causa la implementación de la matriz y su excelente manera de transferir conocimiento se puede ver que la incidencia de trabajos cambia radicalmente. Se puede decir que los resultados obtenidos mediante la implementación de la matriz de polivalencia ILUO coinciden con lo que plantean (Liker & Meier, 2006).

Se mejora la calidad del producto terminado de un 91% a 97% en el pan torta debido al mejor uso que se le da a la maquinaria y que los operarios realicen de una manera mejor manera su trabajo, lo cual se logra mediante las capacitaciones constantes y llevar un control del desempeño de los operarios mediante el check list de la matriz de polivalencia ILUO, en comparación con (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) donde logra aumentar en un 14,608 kg/lote, logrando eliminar los productos no conformes en 2,961 kg/lote, debido a que los operarios cumplen eficientemente los manuales propuestos.

En cuanto a la eficiencia física e la materia prima se logra incrementar en un 16% en el pan yema en comparación a (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) su eficiencia física mejora en 0.40% y (Cabrejos Nuñez & Vargas Marin, 2016) quien logra mejorar su eficiencia física hasta un 94.90% . Esto se logra debido a que se mejora el aprovechamiento de la materia prima y disminuye los desperdicios en el transcurso del proceso.

Al desarrollarse la propuesta de mejora se logra incrementar la productividad tanto de la materia prima en 0.02 batch/kg en los tres tipos de pan en estudio y en cuanto a la productividad de mano de obra se incrementa en 0.07 Kg/h-H en el pan hamburguesa, mientras tanto (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) incrementa en 0.091 kg/litro a un 0.095 kg/litro. En cuanto a la rentabilidad económica se logra incrementar en S/. 0.18 en el pan yema esto debido a que se reduce la merma en la línea de producción, por otro lado (Bautista Vasquez & Huaman Tanta, 2018) logra incrementar a un S/. 1,24 en la eficiencia económica.

La investigación que se realizó de la línea de procesos en el área de producción en la empresa en estudio, servirá como guía para futuras investigaciones donde se emplee la matriz de polivalencia ILUO, la metodología 5'S, las herramientas JIDOJA y POKA YOKE, diagramas de procesos, estudio de tiempos, estandarización de tiempos e instructivos de trabajos. Además de ayudar en la toma de decisiones ya que se cuenta con una percepción total de los procesos y el desempeño de cada uno de los trabajadores, lo cual permite la implementación de nuevas tecnologías, metodologías con el fin de incrementar la productividad de la línea de trabajo.

4.2 Conclusiones

Luego de desarrollar el diseño de la propuesta de implementación de la matriz de Polivalencia ILUO para incrementar sus niveles de productividad en la empresa El Trigo SAC, se concluye lo siguiente:

- Se analizó la situación actual de los procesos, mediante técnicas y métodos de recolección de datos, obteniendo una velocidad de producción de 132:04 min/ batch en el pan hamburguesa, la eficiencia operativa en el pan yema es de 84%, el tiempo ocioso en el pan torta es de 149 min, la eficiencia de línea de trabajo es de 47% en el pan hamburguesa, la merma o productos no conformes es de 9% en el pan torta.
- Se analizó la situación actual de la productividad, mediante técnicas y métodos de recolección de datos, de lo cual se obtuvo que la eficiencia física de la materia prima en el pan hamburguesa es del 70 %, la productividad de mano de obra en el pan yema es de 0.71 kg/h-H, mientras tanto la productividad de la materia prima es de 0.026 batch/kg en el pan torta.
- Se desarrolló el diseño de la propuesta de implementación de la matriz de polivalencia ILUO la cual es reforzada mediante la metodología 5'S, Poka Yoke y Jidoka en la empresa en estudio, permitiendo incrementar la versatilidad de los operarios (1x4) en un 37.5%, incrementar la calidad del producto de un 6% en el pan torta y en el pan hamburguesa.
- Los resultados de la propuesta de mejora en la empresa en estudio, se obtiene que la velocidad de producción disminuye en 12:44 min/batch en el pan hamburguesa, la eficiencia operativa en las actividades productivas se incrementa de 82.9% a 87% en el pan torta, el tiempo ocioso disminuye en 228 min en el pan yema; la línea de producción se incrementa su rendimiento, la merma disminuye a un 4% en el pan yema, la eficiencia física de la materia prima se incrementa en 16% en el pan yema, se incrementó la productividad de mano de obra en 0.07 batch/h-H en pan hamburguesa y finalmente se incrementa la productividad de materia prima en 0.02 Batch/kg en los tres tipos de pan
- Se realizó el análisis costo beneficio, mediante el cual se determina que la propuesta de mejora en la empresa en estudio es viable, ya que se obtuvo que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 25.092%, un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 45,334.45 y un Índice de Rentabilidad (IR) de 1.43 logrando este ser mayor a 1.

REFERENCIAS

- Administración, I. I. (25 de Octubre de 2017). *Universidad Privada TELESUP*. Obtenido de <https://utelesup.edu.pe/blog-ingenieria-industrial-y-comercial/balanceo-de-linea-y-control-de-producción/>
- Ariel, B. (2014). *Estudio del pan en Alemania*. Santa Fe Colombia.
- Ávalos. (2009). Equipos de alto desempeño y su aplicación en la industria. *UNAM*, 41.
- Bautista Vasquez, J. F., & Huaman Tanta, R. M. (2018). *Propuesta de mejora de los procesos en la línea de quesos y su relación con la productividad en la empresa industrial alimentaria Huacariz S.A.C.-Cajamarca*. Cajamarca- Perú.
- Bautista Vásquez, J., & Huamán Tanta, R. (2018). *Propuesta de mejora de procesos en la línea de queso y su relación con la productividad en la empresa industria alimentaria Huacariz S.A.C. - Cajamarca*. Cajamarca- Perú.
- Cabrejos Nuñez, Z. D., & Vargas Marin, E. V. (2016). *"Propuesta de mejora del proceso de producción en la línea de roscas de la panificadora procesos alimentarios San Jose SRL para incrementar los niveles de productividad"*. Cajamarca.
- De la Cruz Cruz, M. A. (2010). *Gestión del conocimiento en una empresa envasadora*. Mexico, D.F.
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel*. Impresiones Editoriales F.T.S.A de C.V.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Mexico D.F.
- Iglesias, E. J., & García Zaldivar, L. (2014). *Ilu metodología para la capacitación de los profesionales de enfermería. Ilu metodología para la capacitación de los profesionales de enfermería*, 137-149.
- Industria e Ingeniería Química. (2019). *Industria Química*. Obtenido de <http://www.industriaquimica.net/definicion-balances-de-materia.html>
- Ingeniería Industrial Online. (s.f.). *ingeniería Industrial Online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producción/indicadores-de-producción/>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York, Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Salud, O. M. (s.f.). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de www.who.int/es/
- Wadsworth, J. (2011). *Análisis del sistema de reproducción animal*.

ANEXOS

ANEXO n 1. Programa de capacitación por módulos

MÓDULO I: Selección de porciones inadecuadas de materia prima				
<p>Objetivos:</p> <p>Capacitar a los operarios en la selección y pesado de ingredientes de materia prima con el fin de realizar una correcta selección de la materia prima en porciones adecuadas según el producto a elaborar.</p> <p>Formar operarios capaces de identificar las porciones adecuadas para el procesamiento del producto.</p> <p>Conocer los riesgos de una mala selección de materia prima.</p> <p>Proporcionar a los operarios los medios suficientes para que el operador pueda desarrollar eficientemente su labor.</p> <p>Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.</p>				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Pandero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo I Útiles de Oficina Materia Prima	Las pruebas de la demostración se realizarán en el almacén
Definiciones	5			
Presentación de las herramientas a usar	10			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	7			
Demostración de procedimiento	2			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	4			
Evaluación del Módulo	12			
Tiempo total de capacitaciones teórica	50			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO II: Inapropiada consistencia de la masa al terminar el amasado				
Objetivos: Capacitar a los operarios en realizar un correcto amasado en el orden de inserción de los ingredientes según el tipo de pan. Formar operarios capaces de realizar un correcto amasado según el tipo de pan, y que logren identificar de manera adecuada la consistencia de la masa para terminar el proceso de amasado. Conocer los riesgos de una incorrecta inducción de la materia prima a la máquina amasadora y que el tiempo de amasado no sea el correcto para que la masa logre la consistencia requerida. Proporcionar a los operarios los medios suficientes para que pueda desarrollar eficientemente su labor. Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Panderero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo I Útiles de Oficina Materia Prima de acuerdo al tipo de pan.	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	10			
Presentación de las herramientas a usar	10			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	10			
Demostración de procedimiento	20			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	85			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO II: Inadecuada consistencia de la masa al culminar el fermentado al aire				
<p>Objetivos:</p> <p>Capacitar a los operarios en realizar correctamente un fermentado al aire de la masa.</p> <p>Formar operarios capaces en que estos logren identificar de manera adecuada la consistencia de la masa para terminar el proceso de fermentado al aire.</p> <p>Conocer los riesgos de que el tiempo de fermentado no sea el correcto para que la masa logre la consistencia requerida.</p> <p>Proporcionar a los operarios los medios suficientes para que puedan desarrollar eficientemente su labor.</p> <p>Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.</p>				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Instructor de turno	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo II Útiles de Oficina Masa luego de pasar por la operación de amasado.	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	10			
Presentación de las herramientas a usar	10			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	10			
Demostración de procedimiento	4			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	69			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO III: Inapropiada división de la masa				
Objetivos:				
Capacitar a los operarios en que conozca todos los pasos de realizar una correcta división de masa para que el pan tenga el tamaño correcto de acuerdo a cada tipo.				
Formar operarios capaces de realizar una correcta división de masa permitiendo que el pan tenga el tamaño adecuado.				
Conocer los riesgos de realizar una incorrecta división de la masa ya que esto dificultara el formado del pan				
Proporcionar al operador los medios suficientes para que el operador pueda desarrollar eficientemente su labor.				
Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Pandero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo III Útiles de Oficina Masa fermentada al aire.	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	15			
Presentación de las herramientas a usar	5			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	10			
Demostración de procedimiento	11			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	76			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO III: Incorrecto tamaño de la masa al realizar el boleado				
<p>Objetivos: Capacitar a los operarios en que conozca todos los pasos de realizar una correcto boleado de masa para que el pan tenga el tamaño correcto y gane ciertas propiedades. Formar operarios capaces de realizar un boleado correcto permitiendo que el pan tenga la consistencia adecuada. Conocer los riesgos de realizar un incorrecto boleado ya que el pan no lograría ganar el tamaño adecuado. Proporcionar al operador los medios suficientes para que el operador pueda desarrollar eficientemente su labor. Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.</p>				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Pandero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo III Útiles de Oficina Masa fermentada al aire	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	15			
Presentación de las herramientas a usar	5			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	10			
Demostración de procedimiento	16			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	82			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO III: Tiempo inadecuado del fermentado en bandejas no permite que la masa pueda realizar un correcto fermentado				
<p>Objetivos:</p> <p>Capacitar a los operarios en realizar correctamente un fermentado en bandejas y la manera de ubicar las bolas de masa en las bandejas</p> <p>Formar operarios capaces en que estos logren identificar de manera adecuada la consistencia de la masa para terminar el proceso de fermentado en bandejas.</p> <p>Conocer los riesgos de que el tiempo de fermentado no sea el correcto para que la masa logre la consistencia requerida.</p> <p>Proporcionar a los operarios los medios suficientes para que puedan desarrollar eficientemente su labor.</p> <p>Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.</p>				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Panderero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo III Útiles de Oficina Masa luego de pasar por el boleado.	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	15			
Presentación de las herramientas a usar	5			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	10			
Demostración de procedimiento	4			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	69			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO IV: Dar la forma y el tamaño incorrecto según el tipo de pan				
<p>Objetivos:</p> <p>Capacitar a los operarios en el formado de cada uno de los panes en estudio con el fin de que el P.T tenga las mismas características de tamaño y textura.</p> <p>Formar operarios capaces de dar la forma y textura correcta utilizando la masa justa.</p> <p>Conocer los riesgos de utilizar porciones inadecuadas y de realizar un incorrecto formado.</p> <p>Proporcionar a los operarios los medios suficientes para que el operador pueda desarrollar eficientemente su labor.</p> <p>Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.</p>				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Panderó	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo IV Útiles de Oficina Masa fermentada en bolas para cada uno de los tipos de pan	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	5			
Presentación de las herramientas a usar	10			
Cuidado y precauciones	8			
Instructivo de Operación	12			
Demostración de procedimiento	16			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	81			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO V: Uso incorrecto de la cámara fermentadora				
Objetivos:				
Capacitar a los operarios dar un uso correcto a la cámara fermentadora, de manera que el proceso no sea interrumpido y pueda realizarse correctamente. Formar operarios capaces de manipular correctamente y conocer su funcionamiento de la cámara fermentadora.				
Conocer los riesgos de operar incorrectamente la cámara fermentadora e interrumpir el proceso.				
Proporcionar a los operarios los medios suficientes, manual de uso y una cámara fermentadora en buen estado para que puedan desarrollar eficientemente su labor.				
Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Pandero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo V Útiles de Oficina Masa con la forma definida de cada uno de los tipos de pan.	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción en la cámara fermentadora.
Definiciones	5			
Presentación de las herramientas a usar	10			
Cuidado y precauciones	15			
Instructivo de Operación (Manual de máquina)	25			
Demostración de procedimiento	150			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	15			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	240			

Fuente: (De la Cruz Cruz. 2010)

MÓDULO VI: Realizar un barnizado inadecuado				
<p>Objetivos: Capacitar a los operarios en el barnizado del pan yema con el fin que este tipo de pan desarrolle sus características particulares en el horneado. Formar operarios capaces de aplicar la cantidad justa de barnizado a la masa luego de ser fermentada. Conocer los riesgos de aplicar porciones inadecuadas. Proporcionar a los operarios los medios suficientes para que puedan desarrollar eficientemente su labor. Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.</p>				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Pandero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo IV Útiles de Oficina Masa de pan yema luego del fermentado.	Las pruebas de la demostración se realizarán en el área de producción.
Definiciones	5			
Presentación de las herramientas a usar	5			
Cuidado y precauciones	5			
Instructivo de Operación	10			
Demostración de procedimiento	11			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	10			
Evaluación del Módulo	20			
Tiempo total de capacitaciones teórica	71			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

MÓDULO VII: Uso incorrecto del horno				
Objetivos:				
Capacitar a los operarios dar un uso correcto del horno, de manera que el proceso no sea interrumpido y pueda realizarse correctamente.				
Formar operarios capaces de manipular correctamente y conocer su funcionamiento del horno.				
Conocer los riesgos de operar incorrectamente del horno e interrumpir el proceso.				
Proporcionar a los operarios los medios suficientes, manual de uso y un horno en buen estado para que puedan desarrollar eficientemente su labor.				
Estandarizar la actividad para que el personal capacitado desarrolle correctamente la actividad, bajo la matriz de polivalencia ILUO.				
Contenido	Tiempo requerido (min)	Instructor	Material didáctico	Observaciones
Despliegue y alcance del módulo	5	Maestro Pandero	Sala de reunión Laptop Proyector Manual de Capacitación del módulo V Útiles de Oficina Masa luego de fermentar o barnizar según sea el tipo de pan.	Las pruebas de la demostración se realizaran en el área de producción en el horno de producción.
Definiciones	5			
Presentación de las herramientas a usar	10			
Cuidado y precauciones	15			
Instructivo de Operación (Manual de máquina)	25			
Demostración de procedimiento	40			
Análisis de los datos obtenidos de la demostración	15			
Evaluación del Módulo	15			
Tiempo total de capacitaciones teórica	240			

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010)

ANEXO 2. Check list de evaluación

		ACTIVIDAD A EVALUAR:	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	
Módulo I: Selección de porciones inadecuadas de materia prima	Check list de selección y pesado de materia prima	Verificó el estado de la MP.									
		Realizó una correcta selección de MP.									
		Realizo un correcto pesado de MP.									
		Interpretar y registrar resultados									
		CALIFICACIÓN									
Módulo II: Verificación de la consistencia de la masa al término de las operaciones de amasado y fermentado	Evaluación del proceso de amasado	verificó la limpieza del área y máquina amasadora									
		verificó los insumos y herramientas									
		monitoreo el proceso de amasado									
		conocimiento del funcionamiento de maquina amasadora									
		Sobado de masa									
		Interpretar y registrar resultados									
		CALIFICACIÓN									
	Procedimiento de Fermentado	verificó el estado de las bandejas									
		identifica los utensilios para realizar el proceso									
		Conoce la temperatura adecuada en esta operación									
		reconoce el fermentado final en la masa									
		Interpretar y registrar resultados									

		CALIFICACIÓN										
Módulo III: Funcionamiento de la máquina divisora, evaluación del boleado, verificación de la consistencia de la masa	Evaluación del manejo de la máquina divisora	Verifica el estado de limpieza de la maquina divisora										
		conocimiento del funcionamiento de maquina divisora										
		conoce el tamaño estimado para cada tipo de pan										
		Interpretar y registrar resultados										
			CALIFICACIÓN									
	Evaluación del procedimiento del boleado de masa	Verifica la limpieza del área de trabajo										
		Verifica el estado de la masa para realizar la operación										
		Identifica los utensilios y herramientas										
		realiza correctamente el boleado										
		Interpretar y registrar resultados										
			CALIFICACIÓN									
	Evaluación del procedimiento de fermentado en bandejas	verificó el estado de las bandejas										
		identifica los utensilios para realizar el proceso										
		Conoce la temperatura adecuada en esta operación										
		reconoce el fermentado final en la masa										
		Interpretar y registrar resultados										

		CALIFICACIÓN									
Módulo IV: Evaluación del formado del pan	Evaluación del procedimiento del Formado de panes	Verifica la limpieza del área de trabajo									
		Verifica el estado de la masa									
		Identifica los utensilios y herramientas									
		Realiza correctamente el formado del pan									
		Interpretar y registrar resultados									
		CALIFICACIÓN									
Módulo V: Funcionamiento de la cámara fermentadora	Evaluación del manejo de la cámara fermentadora	Verifica la limpieza y estado de la cámara fermentadora									
		Conocimiento de del funcionamiento de la cámara									
		Realiza una correcta distribución de los carritos de transporte									
		Monitorea la operación									
		Trabaja con la temperatura ideal para este proceso									
		Interpretar y registrar resultados									
		CALIFICACIÓN									
Módulo VI: Evaluación del barnizado	Evaluación de procedimiento del barnizado	Verifica la limpieza del área de trabajo									
		Verifica el estado de la masa									
		Identifica los utensilios y herramientas									
		Realiza correctamente el									

		barnizado de pan							
		Interpretar y registrar resultados							
		CALIFICACIÓN							
Módulo VII: Funcionamiento del Horno	Evaluación del manejo del Horno	Verifica la limpieza y estado del horneado							
		Conocimiento de del funcionamiento del horno							
		Realiza una correcta distribución de los carritos de transporte							
		Monitorea la operación							
		Trabaja con la temperatura ideal para este proceso							
		Interpretar y registrar resultados							
		CALIFICACIÓN							

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

ANEXO 3. Instrumentos para evaluación de conocimientos

Módulo I
Evaluación de conocimientos

Nombre:

Nota:

1. ¿Cuáles son los insumos para la elaboración del pan?
2. Con respecto a la pregunta anterior ¿En qué cantidad de gr. se debe escoger cada una de éstas?
3. ¿Para qué sirve cada insumo?
4. ¿Identifica las fechas de vencimiento de cada insumo? ¿por qué?
5. ¿Usa recipientes limpios para recepcionar los insumos de su envase original?
6. Menciona paso a paso ¿Cómo usted usa la balanza Electrónica?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo II

Evaluación de conocimientos del Amasado

Nombre:

Nota:

1. ¿Verifica que las herramientas antes de usar se encuentren limpias? ¿Por qué?
2. Describa paso a paso el funcionamiento de la amasadora
3. ¿En qué medio traslada los insumos hacia la mezcladora?
4. ¿En qué velocidad usted amasa los insumos en la amasadora? ¿Por qué?
5. ¿Cuánto es el tiempo estimado para conseguir la mezcla en la amasadora?
6. ¿Qué ingredientes líquidos o grasos se deben adicionar en la mezcla?
7. ¿En qué velocidad se trabaja en la amasadora para alcanzar la homogeneidad en la masa?
8. ¿Verifica la consistencia de la mezcla antes de sacarla de la amasadora? ¿Por qué?
9. ¿Para qué sirve el proceso de sobado?
10. ¿Cuánto es el tiempo del proceso de sobado a la mezcla?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo II
Evaluación de conocimientos del Fermentado al aire libre

Nombre:

Nota:

1. ¿Qué es fermentación?
2. ¿Para qué sirve la fermentación en el proceso de elaboración del pan?
3. ¿Cuánto es el tiempo estimado de la primera fermentación al aire libre de la masa?
4. ¿Dónde y en que utensilio se debe poner la masa para la fermentación?
5. ¿Qué ocurre si la masa no obtiene una buena fermentación?
6. ¿A qué temperatura debe estar la levadura en °C?
7. ¿Observa el proceso de fermentación al aire libre? ¿Por qué?
8. ¿Agrega insumos para agilizar el proceso?
9. ¿Cómo comprueba si la masa ya fermento lo suficiente?
10. ¿Cuál es el proceso final de la operación del fermentado?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo III
Evaluación de conocimientos de la División de masa

Nombre:

Nota:

1. ¿Verifica el estado de limpieza de la Divisora de masa? ¿Por qué?
2. ¿Desinfecta la superficie de la mesa que va utilizar? ¿Por qué?
3. Describa paso a paso el uso de la maquina divisora
4. ¿Por qué es importante engrasar la superficie de la maquina divisora?
5. ¿Por qué se pesa la mezcla antes de ponerla en la divisora?
6. ¿Cuáles son los pesos en gr. de la masa para los panes de Torta, yema y hamburguesa?
7. ¿Cuántas divisiones de masa se obtienen de la maquina divisora?
8. ¿Cuánto es el tiempo estimado de uso que se le da a la maquina por tipo de pan?
9. ¿Cuenta las porciones que obtiene de obtiene de la maquina divisora?
10. ¿Qué hace si obtiene menos porciones?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo III

Evaluación de conocimientos del Boleado de masa

Nombre:

Nota:

1. ¿Qué es boleado de masa?
2. ¿Para qué sirve el boleado de masa?
3. Describa paso a paso el procedimiento de boleado de masa
4. Describa el estado final de un buen boleado de masa
5. ¿Cuál es el tiempo estimado para el boleado de masa?
6. ¿Cambia el proceso según el pan a elaborar?
7. ¿Cómo compruebas si la consistencia de masa ha obtenido un buen boleado?
8. ¿Agrega insumos para mantener la firmeza en el boleado de masa?
9. ¿Para la ejecución de esta función utiliza una mano o ambas? Explique ¿Por qué?
10. ¿Cuál es el proceso final de esta operación?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo III
Evaluación de conocimientos de la Fermentación en
Bandejas

Nombre:

Nota:

1. ¿Qué es fermentación en bandejas?
2. ¿Para qué sirve la fermentación en bandejas en el proceso de elaboración del pan?
3. ¿Cuánto es el tiempo estimado de la fermentación de bandejas de la masa?
4. ¿Qué utensilios y herramientas usa para la fermentación en bandejas?
5. ¿Agregas insumos para agilizar esta operación?
6. ¿Qué ocurre si la masa no obtiene una buena fermentación en este proceso?
7. ¿A qué grados °C debe estar la levadura?
8. ¿Cómo compruebas si las divisiones de masa ya han fermentado lo suficiente?
9. ¿Observa el proceso de fermentación en bandejas? ¿Por qué?
10. ¿Cuál es el proceso final del fermentado en bandejas?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo IV
Evaluación de conocimientos del Formado de pan

Nombre:

Nota:

1. ¿Qué es el formado de pan?
2. ¿Para qué sirve el formado de pan?
3. Describa paso a paso el procedimiento de formado de los 3 tipos de pan
4. Describa el estado final de un buen formado de pan
5. ¿Cuánto es el tiempo estimado de esta operación?
6. ¿Cambia el proceso según el pan a elaborar?
7. ¿Qué insumos agregas para esta operación?
8. ¿Qué herramientas usas para la formación del pan?
9. Describe el procedimiento que le das a los moldes antes de utilizarlos
10. ¿Cuál es el proceso final de esta operación?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo V
Evaluación de conocimientos del Fermentado en Maquina

Nombre:

Nota:

1. Describe paso a paso el uso de la cámara fermentadora
2. ¿Para qué sirve el proceso en la cámara fermentadora?
3. ¿Es importante verificar que la cámara esté en condiciones de iniciar el fermentado? ¿Por qué?
4. ¿Cuánto es el tiempo estimado de esta máquina?
5. ¿Qué ocurre si se interrumpe el proceso?
6. ¿A qué temperatura debe estar la cámara fermentadora?
7. ¿Qué porcentaje de humedad debe tener la cámara fermentadora?
8. ¿Cada cuánto tiempo se debe controlar el proceso de fermentación?
9. ¿Qué tipo de azúcares se necesita para este proceso?
10. ¿Cuál es el proceso final de esta operación?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) v elaboración propia.

Módulo VI
Evaluación de conocimientos del Barnizado

Nombre:

Nota:

1. ¿Qué es el Barnizado?
2. ¿Para qué sirve el barnizado?
3. ¿Qué herramientas usa para esta operación?
4. ¿Qué insumos adicionales agregas en esta operación?
5. Describa paso a paso el proceso de barnizado para los pan Yema
6. ¿Cuánto es el tiempo estimado para pintar los panes?
7. ¿Qué tipos de semillas se usan para esta operación?
8. ¿En qué lugar realiza esta operación?
9. ¿Usa un insumo para agilizar el secado de los panes? ¿Qué insumos?
10. ¿Cuál es el proceso final de esta operación?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.

Módulo VII

Evaluación de conocimientos del Horneado

Nombre:

Nota:

1. ¿Qué es el Horneado?
2. ¿Para qué sirve el Horneado?
3. ¿Qué temperatura debe tener el horno?
4. ¿Cuánto tiempo estimado se debe hornear el pan?
5. ¿Cuánto tiempo le ponen a la máquina para la cocción del pan?
6. ¿A qué temperatura deber estar el horno antes de meter el pan?
7. ¿La temperatura cambia según el tipo de pan?
8. ¿Qué tiempo de vaporizado debe tener los panes?
9. ¿Cómo comprobar si el pan ya está bien horneado?
10. ¿Cuál es el proceso final de esta operación?

Fuente: (De la Cruz Cruz, 2010) y elaboración propia.