

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DEL PROCESO ARMADO DE PIZZAS APLICANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Bruce Escudero Santiago

Código 19940288

Asesor

Guillermo Arturo Davies Oré

Lima – Perú

Setiembre de 2019





**IMPROVEMENT OF THE ARMED PIZZA
PROCESS BY APPLYING LEAN
MANUFACTURING TOOLS**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL	3
CAPÍTULO II: DESCRIPCION DE LA EMPRESA	9
2.1 Historia.....	9
CAPÍTULO III: OBJETIVO DEL PROYECTO	11
3.1 Objetivo.....	11
3.2 Alcance	11
3.3 Justificación.....	11
CAPÍTULO IV: SITUACION INICIAL DE PROCESO	12
4.1 Objetivo.....	12
4.2 Descripción del proceso	12
4.2.1 SIPOC	12
4.2.2 VSM Actual.....	14
4.3 Análisis del proceso “Armado de pizzas”	17
4.3.1 Identificación de actividades que no agregan valor.....	17
4.3.2 Sobrecarga (MURI).	24
4.3.3 Variabilidad (MURA).....	25
4.4 AMEF, Situación inicial	26
4.5 Identificación de las fuentes de variación	36
4.6 Resumen descriptivo de los datos.....	38
4.7 Análisis de Indicadores operativos	39
CAPÍTULO V: DEFINICION DE NUEVO METODO DE TRABAJO.....	43
5.1 Objetivo.....	44
5.2 Implementación de LEAN	44
5.2.1 Demanda del Cliente.....	44
5.2.2 Flujo Continuo.....	45
5.2.3 Nivelación	59
CAPÍTULO VI: DESCRIPCION DEL DESARROLLO	60
6.1 Objetivo.....	60
6.2 Análisis de resultados obtenidos de piloto	60

CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACION DE MEJORA.....	63
7.1 Objetivo.....	63
7.2 Descripción de desarrollo de implementación	63
7.3 Análisis del desarrollo de la implementación	70
CAPÍTULO VIII: EVALUACION DE RESULTADOS	73
8.1 Objetivo.....	73
8.2 Resumen de situación inicial, posterior y ahorro	73
8.2.1 AMEF, situación inicial – situación posterior.....	73
8.2.2 Layout – situación inicial, posterior	80
8.2.3 Indicadores operativos, situación inicial – situación posterior	82
8.3 Evaluación económica: VAN, TIR, R(B/C)	88
8.3.1 Identificación del COK.....	88
8.3.2 Escenario pesimista	91
8.3.3 Escenario más probable	97
CAPÍTULO IX: METODOS PARA ASEGURAR MEJORA IMPLEMENTADA.....	106
9.1 Objetivo.....	106
9.2 Trabajo Estándar.....	106
9.3 Mejora Continua	106
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. SIPOC	13
Tabla 4.2. Severidad	27
Tabla 4.3. Ocurrencia	27
Tabla 4.4. Detección.....	28
Tabla 4.5. Valoración del NPR	28
Tabla 4.6. Evaluación de riesgos (página siguiente)	29
Tabla 4.7. Tiempos de actividades del proceso “armado de pizzas”	38
Tabla 4.8. Indicadores Operativos.....	40
Tabla 5.1. Tiempos de ciclo – pizza tamaño familiar	45
Tabla 5.2. Tiempo TAKT para producción pizza tamaño familiar	45
Tabla 5.3. Diseño de gráfica de equilibrio con 2 operarios - pizza tamaño familiar	47
Tabla 5.4. Checklist-evaluación de área de trabajo.....	56
Tabla 6.1. Producción cada media hora de trabajo	61
Tabla 6.2. Comparativo entre situación inicial y nuevo método de trabajo	62
Tabla 7.1. Tiempos de actividades para pizza tamaño personal	63
Tabla 7.2. Tiempo TAKT para producción pizza tamaño personal	64
Tabla 7.3. Diseño de gráfica de equilibrio con 2 operarios - pizza tamaño personal ...	64
Tabla 7.4. Tiempos de actividades para pizza tamaño familiar	66
Tabla 7.5. Tiempo TAKT para producción pizza tamaño familiar.....	66
Tabla 7.6. Diseño de gráfica de equilibrio para pizza tamaño familiar con 03 operarios	67
Tabla 7.7. Tiempo TAKT para producción pizza tamaño personal con 03 operarios ..	68
Tabla 7.8. Diseño de gráfica de equilibrio para pizza tamaño personal con 03 operarios	69
Tabla 7.9. Cuadro Resumen, hasta enero 2017.....	71
Tabla 8.1. Matriz AMEF (siguiente página)	73
Tabla 8.2. Número de pasos en Layout	80
Tabla 8.3. Ahorro económico obtenido con método implementado	83
Tabla 8.4. Situación inicial – posterior. Enero 2017	86
Tabla 8.5. Situación inicial – posterior. Febrero 2017	87

Tabla 8.6. Resumen: Situación inicial vs. Situación posterior	88
Tabla 8.7. Proyección de producción mensual de pizzas para flujo de caja proyectado - escenario pesimista.....	92
Tabla 8.8. Consumo de energía eléctrica de fluorescentes – situación inicial.....	93
Tabla 8.9. Consumo de energía eléctrica de fluorescentes – situación posterior	93
Tabla 8.10. Costo horas-hombre extra en un mes – situación inicial.....	94
Tabla 8.11. Proyección de costo horas-hombre extra en un mes - situación posterior .	94
Tabla 8.12. Flujo de Caja proyectado para escenario pesimista	96
Tabla 8.13. Proyección de producción mensual de pizzas tamaño familiar para flujo de caja proyectado - escenario más probable	98
Tabla 8.14. Proyección de producción mensual de pizzas tamaño personal para flujo de caja proyectado - escenario más probable	99
Tabla 8.15. Consumo de energía eléctrica de fluorescentes – situación posterior.....	100
Tabla 8.16. Proyección de Costos en hora-hombre extra para una situación inicial ..	102
Tabla 8.17. Proyección de Costos en horas-hombre extra para una situación posterior	102
Tabla 8.18. Flujo de Caja proyectado para escenario más probable	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Marco Conceptual	3
Figura 2.1. Productos que se elaboran en la empresa.....	9
Figura 2.2. Organigrama.....	10
Figura 4.1. VSM Actual	16
Figura 4.2. Colocar sticker en platos/bandejas	17
Figura 4.3. Colocar platos en mesa	18
Figura 4.4. Masas horneadas con insumos dispuestas en mesas.....	19
Figura 4.5. Tiempos de espera hasta realizar siguiente actividad	20
Figura 4.6. Traslado de queso rallado	21
Figura 4.7. Preparando área para bitafilar	22
Figura 4.8. Bolsas conteniendo bandejas/platos con stickers colocados.....	23
Figura 4.9. Retiro de producto terminado de jaba para ser colocado en otra jaba	24
Figura 4.10. Producción total y horas-hombre extras	25
Figura 4.11. “Lead time” para producir una unidad.....	26
Figura 4.12. LAYOUT del área de armado de pizzas	37
Figura 4.13. Diferencias en los valores de indicadores para iguales o muy similares niveles de producción	41
Figura 5.1. Fases de implementación de LEAN Manufacturing	43
Figura 5.2. Gráfica de Equilibrio con 2 operarios – pizza tamaño familiar	48
Figura 5.3. Diseño de célula para 2 operarios – pizza tamaño familiar	50
Figura 5.4. Instrumento para envolver pizza con papel film	52
Figura 5.5. Insumos requeridos en producción	52
Figura 5.6. Disposición de insumos en área de trabajo	53
Figura 5.7. Disposición de mesas – vista posterior	54
Figura 5.8. Disposición de mesas – vista frontal	54
Figura 5.9. VSM Futuro	58
Figura 7.1. Gráfica de Equilibrio con 02 operarios – pizza tamaño personal.....	65
Figura 7.2. Gráfica de Equilibrio con 03 operarios – pizza tamaño familiar	67
Figura 7.3. Diseño de célula para 03 operarios – pizza tamaño familiar	68
Figura 7.4. Gráfica de Equilibrio con 03 operarios – pizza tamaño personal.....	70
Figura 7.5. Producción con 03 operarios	72

Figura 8.1. LAYOUT Inicial y Posterior a implementación de mejora	81
Figura 8.2. Diferencias en costos de horas-extras entre situaciones inicial y posterior	84
Figura 8.3. Relación entre producción total, n° de trabajadores, productividad - enero 2017	85
Figura 8.4. Relación producción total, n° de trabajadores, productividad - febrero 2017	86



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 :Registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 – situación inicial	116
ANEXO 2 :Registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 febrero del 2017 – situación posterior.....	117
ANEXO 3 : Costo total de Inversión Inicial.....	118
ANEXO 4 : Procedimiento Gestión de Riesgos en procesos	119
ANEXO 5: Procedimiento Gestión de Riesgos en procesos	129



RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el lead time para el proceso “armado de pizzas” en la empresa a través de LEAN Manufacturing, filosofía de manufactura compuesta por un conjunto de herramientas (5s, mapa de flujo de valor, manufactura celular, takt time entre otros) que permiten crear un sistema eficiente a través de la eliminación del desperdicio (actividades que no agregan valor, en japonés llamado MUDA) permitiendo un flujo continuo del producto o servicio.

Los principales hallazgos encontrados en el proceso fueron los siguientes desperdicios: Sobreproducción, tiempos de Espera, movimientos innecesarios, transporte, sobre proceso, inventario innecesario y defectos, además se identificó MURA (interrupción del flujo normal de trabajo por presencia de MUDA) y MURI (condiciones estresantes para los trabajadores, por la presencia de MUDA, trayendo como consecuencia mayor horas extras laborales). Para eliminar o disminuir los desperdicios identificados, se implementaron dos de las tres fases para aplicar LEAN Manufacturing: demanda del cliente y establecer flujo continuo, considerándose implementar la fase de Nivelación para una etapa posterior.

Palabras clave: mejorar el lead time, Lean manufacturing, 5s, mapa de flujo de valor, manufactura celular, tiempo para sincronizar ritmo de producción con volumen de ventas

ABSTRACT

The purpose of this work is to improve lead time for the “pizza making” process in the company through LEAN Manufacturing, a manufacturing philosophy composed of a set of tools (5s, Value Stream Mapping, cellular manufacturing, takt time among others) that allow to create an efficient system through the elimination of waste (activities that do not add value, in Japanese called MUDA) allowing a continuous flow of the product or service.

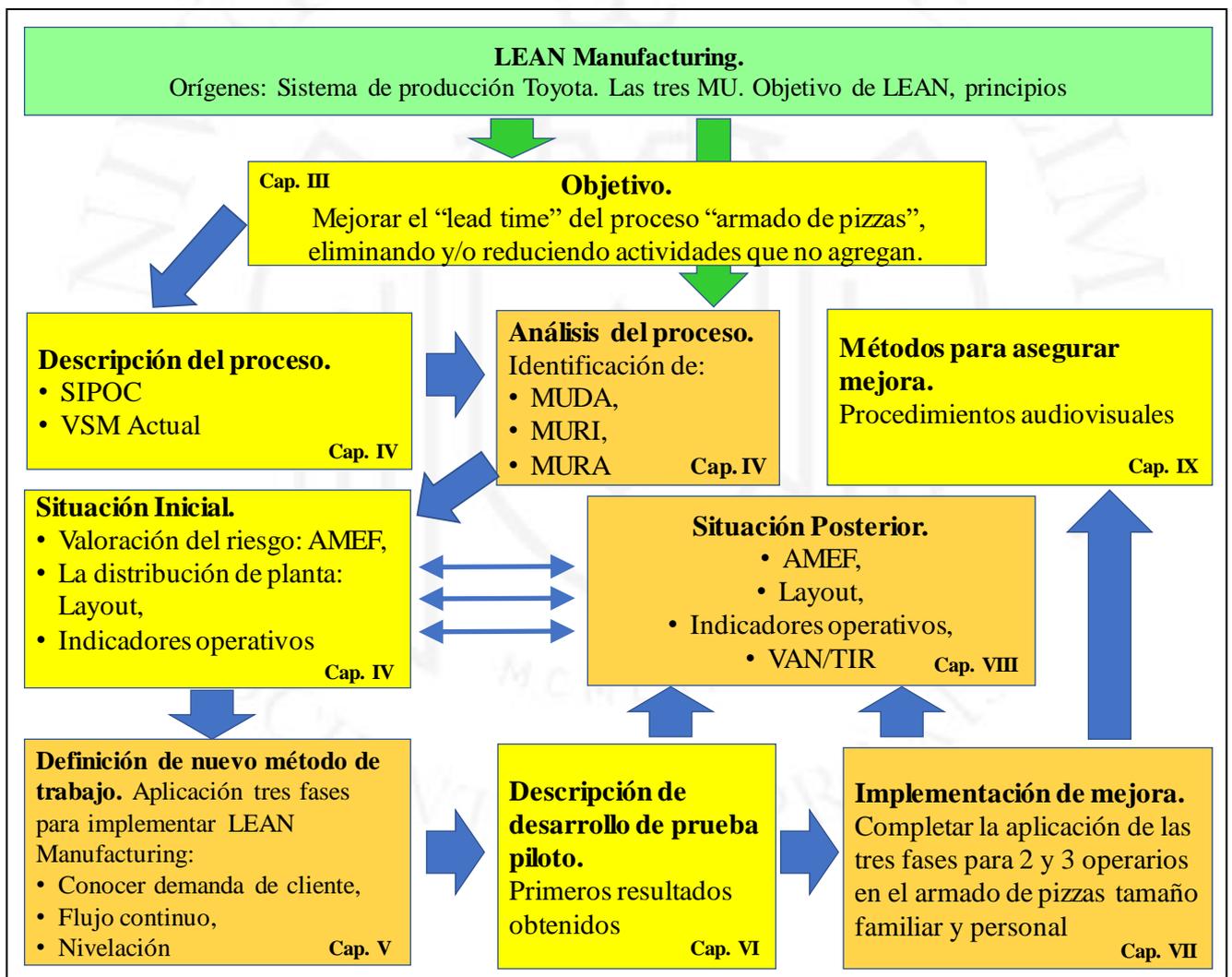
The main findings found in the process were the following wastes: Overproduction, waiting times, unnecessary movements, transport, over process, unnecessary inventory and defects, in addition MURA (interruption of the normal workflow due to the presence of MUDA) and MURI (stressful conditions for workers, due to the presence of MUDA, resulting in greater overtime work hours). To eliminate or reduce the identified waste, two of the three phases were implemented to apply LEAN Manufacturing: customer demand and establish continuous flow, considering the leveling phase to be implemented for a later stage.

Keywords: improve lead time, lean manufacturing, 5s, Value Stream Mapping, cellular manufacturing, takt time

CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL

El presente trabajo está basado en una mejora de procesos aplicando LEAN Manufacturing, filosofía de manufactura compuesta por un conjunto de principios y técnicas que permiten crear un sistema eficiente a través de la eliminación del desperdicio permitiendo un flujo continuo del producto o servicio. En la figura 1.1 se resumen lo tratado en el presente trabajo.

Figura 1.1.
Marco Conceptual



Elaboración propia

Los conceptos de LEAN Manufacturing están basados en el Sistema de Producción Toyota que llevó a esta empresa ser líder en generar utilidades en la industria automotriz.

Toyota Motor Company inició el JIT bajo el mando del ingeniero japonés Taiichi Ohno¹. Por esta razón con frecuencia se hace referencia a JIT como el Sistema de Producción de Toyota. JIT es una forma revolucionaria de reducir los costos mientras que, al mismo tiempo, se satisfacen las necesidades de entrega del cliente.

(Imai, 1998, p.131)

Antes de aplicar LEAN Manufacturing en un proceso, una de las primeras acciones a realizar es observar donde suceden las acciones en el área de trabajo.

En una ocasión, tras observar con atención a los operadores que trabajaban en el gamba², Taiichi Ohno les dijo a los trabajadores: ¿Puedo pedirles que hagan al menos una hora de trabajo realmente valioso todos los días? Convencidos ellos mismos de que habían trabajado intensamente durante todo el día, los trabajadores se sintieron agraviados por esta observación. Sin embargo, lo que Ohno realmente quería decir era: ¿Podrían realizar trabajo con valor agregado al menos una hora al día? Él sabía que durante la mayor parte del tiempo los operadores se desplazaban por el gamba sin agregar ningún valor. En Japón, cualquier actividad que no agrega valor se clasifica como muda³. Ohno fue la primera persona en reconocer la enorme cantidad de muda que existía en el gamba. Ohno clasificó la muda en el gamba según las siete categorías siguientes: muda de sobreproducción, muda de inventario, muda de reparaciones/rechazo de productos defectuosos, muda de movimiento, muda de sobre procesamiento, muda de espera, muda de transporte.

(Imai, 1998, p.67)

¹ Ingeniero industrial, conocido por diseñar el sistema de producción Toyota.

² palabra japonesa que significa lugar real, ahora adaptada en la terminología gerencial para referirse al lugar de trabajo.

³ La palabra japonesa muda significa desperdicio, pero tiene una connotación mucho más profunda. Muda hace referencia a cualquier actividad que no agregue valor.

De la observación en el área de trabajo, donde suceden las acciones, encontraremos las actividades que agregan y no agregan valor. “En Japón, con frecuencia las palabras Muda, Mura y Muri se usan juntas y se conocen como las tres MU. Mura⁴ significa irregularidad y Muri⁵ tensión” (Imai, 1998, p.76). Las tres MU representan limitantes de la productividad. Para eliminar las actividades que no agregan valor aplicamos LEAN Manufacturing.

El LEAN Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del desperdicio, mediante la utilización de una colección de herramientas (5s, SMED⁶, heijunka⁷, jidoka⁸, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del LEAN Manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.

(Rajadell y García, 2009, p.1)

En lo que respecta a proporción, existe una diferencia significativa entre las actividades que agregan y no agregan valor.

En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un despilfarro. Tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en el 1% del proceso que aporta valor al producto. Resulta evidente que, si se acepta el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo, se deduce que existe una enorme oportunidad de mejora.

(Rajadell y García, 2009, p. 6)

⁴ es la interrupción del flujo normal de trabajo por presencia de muda.

⁵ significa las condiciones estresantes para trabajadores.

⁶ acrónimo de “Single-minute exchange of die”, método basado en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos.

⁷ Sistema de control que sirve para nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente, variando la carga de trabajo de los procesos.

⁸ Significa brindar a los procesos de mecanismos de autocontrol de calidad para reducir el número de unidades con defectos.

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el lead time⁹ para el proceso “armado de pizzas” en **la empresa**, lo cual conlleva a mejorar la productividad, afectada por la existencia de muda, mura y muri.

En la **descripción del proceso** se utilizaron herramientas LEAN como SIPOC¹⁰ cuya expresión en inglés es traducida como Proveedor, Entrada, Proceso, Salida, Cliente respectivamente.

Asimismo, se utilizó el VSM o mapa de flujo de valor, herramienta que ayuda a ver y entender el flujo de material e información.

Es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar en un papel todas aquellas actividades que se realizan para obtener un producto, para identificar así cual es la cadena de valor (actividades necesarias para transformar materiales e información en un producto terminado o en un servicio). Al obtener de una forma muy visual el mapa de la cadena de valor, permite identificar las actividades que no aportan valor añadido al negocio, con el fin de eliminarlas y poder ser más eficientes.

(Rajadell y García, 2009, p. 35)

Del VSM actual (situación inicial), se obtiene un valor promedio de lead time de 6.9 horas para producir una unidad, desde que se colocan stickers en las bandejas hasta su puesta en jaba.

En el **análisis del proceso**, se identificaron las tres MU (Muda, Muri, Mura). La Muda identificada se detalla de mayor a menor importancia, Muri está representada en los amplios números de horas-hombre extra que existían, Mura se representa en los amplios y diferentes leads times que se requerían para producir una unidad.

⁹ Es el total de todos los tiempos de ciclo de todas las actividades individuales más los tiempos de espera que existen entre cada actividad de un proceso.

¹⁰ acrónimo en inglés de Supplier, Input, Process, Output, Customer.

Luego, aplicando la herramienta LEAN llamada AMEF se cuantificó el riesgo a través del NPR (número de prioridad de riesgo). Asimismo, con el diseño del Layout de la situación inicial se muestran las diferentes rutas utilizadas para el proceso “armado de pizzas”. Los principales indicadores operativos iniciales demuestran una productividad promedio de 35.4 unidades/ h-h, un lead time de 6.9 horas para producir una unidad, un promedio de 9.6 horas-hombre extras.

Definición del nuevo método de trabajo. El escenario ideal del pensamiento de LEAN Manufacturing es que una unidad tras otro alcance rápidamente el resultado final deseado, sin ninguna acción inútil y sin ningún tiempo de espera, conociéndose este concepto como flujo de pieza única.

Para mantener el verdadero espíritu de LEAN, debes creer y luchar por el estado ideal del flujo de una pieza, y desafiar cada compromiso que realices por razones prácticas. Debe asegurarse de que está haciéndose todo lo posible para mejorar continuamente para que se pueda cumplir con las expectativas de este estado ideal. (Tapping, Luyster y Shuker, 2002, p. 51)

Según Tapping y Shuker (2003), existen tres fases para aplicar LEAN, los cuales recomienda implementar en ese mismo orden: demanda del cliente, establecer flujo continuo y Nivelación. (p.50)

Demanda del cliente: Entender a fondo y satisfacer la demanda del cliente para el trabajo requerido,

Flujo continuo: Que el cliente reciba el trabajo correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta,

Nivelación: Eventualmente distribuya el trabajo por volumen y variedad a lo largo del día, semana o mes para hacer el uso más efectivo de las personas.

(Tapping y Shuker, 2003, p. 50)

En la fase de Demanda del cliente, para cumplir los requerimientos del cliente se determinó el takt time el cual se calcula con el objetivo de “sincronizar el ritmo de producción con el volumen de ventas” (Rother y Shook, 1999, p.44).

La fase de flujo Continuo, es cuando el producto sigue una secuencia de actividades, según Tapping y Shuker (2003) “en el corazón del LEAN está la producción Just InTime o flujo continuo. *Flujo Continuo* significa producir trabajo de acuerdo con tres principios clave: Solo lo que se necesita, justo cuando se necesita, en la cantidad exacta necesaria”, (p.100). En esta fase se consideran herramientas LEAN en el diseño del nuevo método de trabajo como Gráfica de Equilibrio, manufactura celular, 5s, VSM futuro.

Nivelación. Se consideró continuar con esta fase luego de consolidar el nuevo método de producción.

En la **descripción de desarrollo** se realiza seguimiento y análisis del nuevo método de trabajo en la prueba piloto para una célula de manufactura con dos operarios se obtiene un resultado 4 horas-hombre extras para una producción de 700 unidades.

Para la **implementación de la mejora**, se culmina el diseño de gráfica de equilibrio, diseño de célula para armado de pizza tamaño personal con 2 y 3 operarios y armado de pizzas tamaño familiar con 3 operarios. Se hizo seguimiento a la implementación de la mejora tomándose decisiones según al análisis realizado.

En la **evaluación de resultados** se comparan los resultados de la situación inicial y posterior a través del AMEF, Layout encontrándose diferencias favorables al nuevo método de trabajo. Asimismo, se determina la viabilidad del trabajo a través del VAN, TIR, relación beneficio/costo (B/C), obteniéndose para el escenario pesimista un VAN de S/. 8,252 (mensual), TIR: 12.8% (mensual), B/C: 2.92 y para el escenario más probable un VAN de S/. 663 (mensual), TIR: 2.7% (mensual) y B/C: 1.15.

Finalmente, en el capítulo referido a **métodos para asegurar mejora implementada**, se menciona la importancia de los procedimientos audiovisuales que permitan asegurar la continuidad de la mejora implementada.

CAPÍTULO II: DESCRIPCION DE LA EMPRESA

2.1 Historia

La **empresa** constituida en el año 2015, es una empresa del rubro de “Pastelería, Panadería y afines” con CIU (revisión 4, año 2010): Sección C, división 10, grupo 107, clase 1071: elaboración de productos de panadería y clase 1079: elaboración de otros productos alimenticios n.c.p., éste último, corresponde a la elaboración de alimentos preparados perecederos como: sándwiches, bocaditos, pizza fresca (sin hornear).

La empresa se constituye por un requerimiento de atención para sólo un cliente, proporcionando productos como empanadas de carne, tartaletas de manzana, empanadas de pollo, empanada de carne, triple de jamón, queso y pollo, empanada mixta de queso y jamón, entre otros.

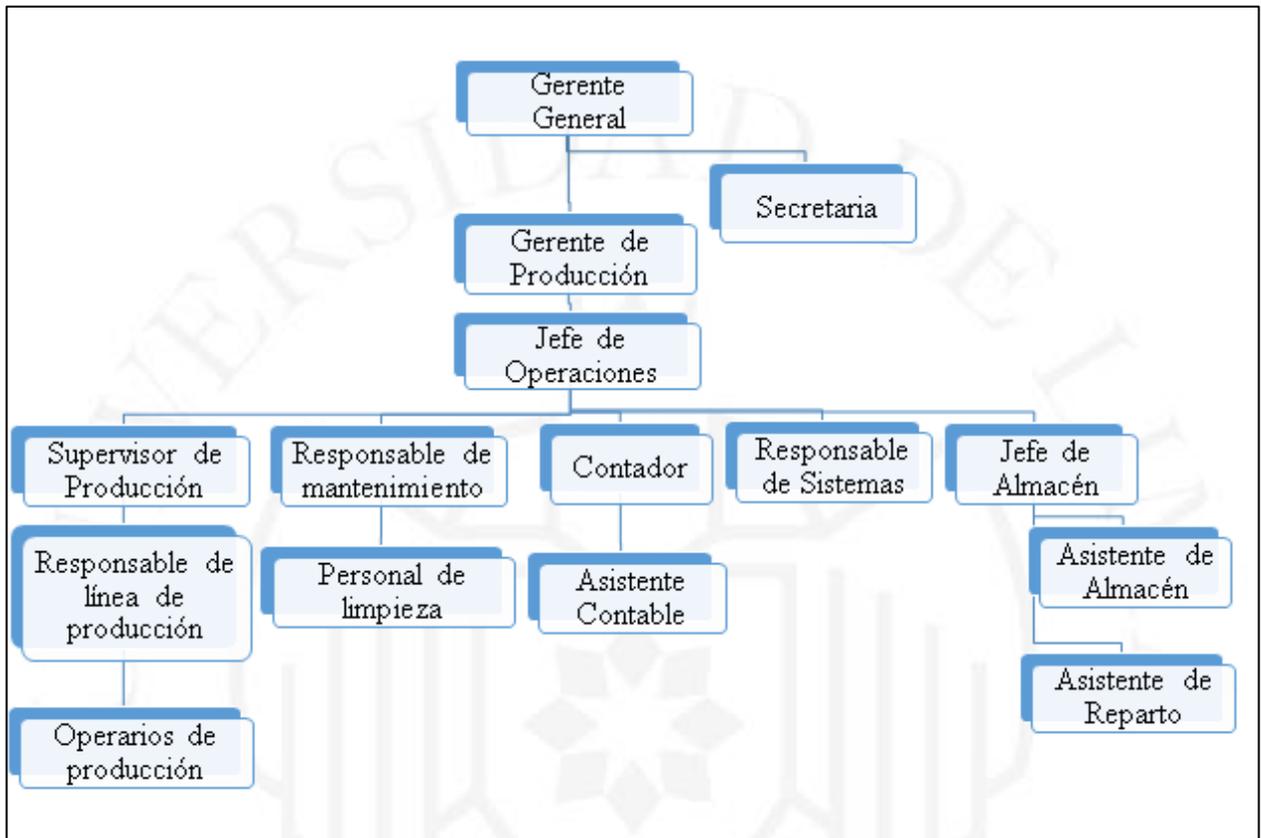
Figura 2.1.

Productos que se elaboran en la empresa



Elaboración propia

Figura 2.2.
Organigrama



Elaboración propia

CAPÍTULO III: OBJETIVO DEL PROYECTO

3.1 Objetivo

Mejorar el “lead time” del proceso “armado de pizzas”, eliminando y/o reduciendo actividades que no agregan valor como movimientos innecesarios, inventarios en proceso, tiempos de espera, correcciones, transporte, sobreproducción.

3.2 Alcance

Desde colocación de stickers de fecha de ingredientes hasta la puesta en jaba de producto terminado (pizza armada).

3.3 Justificación

Las pizzas tamaño familiar y personal, representan uno de los productos con mayor volumen de producción en la empresa, con tendencia a incrementar los pedidos del cliente, por ello, necesitaban mejorar el proceso eliminando y/o reduciendo actividades que no agregan valor para adaptarse mejor a los cambios de niveles de producción solicitados por el cliente.

CAPÍTULO IV: SITUACION INICIAL DE PROCESO

4.1 Objetivo

Conocer y analizar el proceso “armado de pizzas” identificando actividades que no agregan valor al proceso.

4.2 Descripción del proceso

4.2.1 SIPOC

Una de las herramientas recomendadas para conocer a detalle el proceso es SIPOC, según Gutiérrez y de la Vara (2013), se utiliza para “analizar el proceso y su entorno” (p.159).

El SIPOC tiene como objetivos identificar:

- Los límites del proceso,
- Las entradas,
- Los proveedores para cada entrada,
- Las salidas,
- Los clientes para cada salida,

Tabla 4.1.

SIPOC

PROVEEDOR	ENTRADAS					PROCESO	SALIDAS	REQUERIMIENTOS DE LAS SALIDAS	CLIENTE
	Mano de Obra	Material	Máquina	Cantidad	Descripción				
Gerencia General	Secretaria			1	Con experiencia de 3 años en labores administrativas	Colocar sticker de Ingredientes/ fecha de vencimiento en plato	platos con stickers adheridos	platos con stickers adheridos	Area de producción
Almacén			1	Equipo portatil pequeño para adherir sticker de fechas de vencimiento					
Almacén		platos de tecnopor		Según volumen de producción	platos de poliestireno expandido, material plástico espumado				
Almacén		Stickers autoadhesivos		Según volumen de producción					
Gerencia General	Operario(s) de producción			5 - 9	Con / sin experiencia	Colocar plato en mesa	producto terminado que recibirá cliente	producto terminado con stickers legibles, film que envuelve el producto sin roturas	Area de Despacho
Almacén		platos con stickers adheridos		Según volumen de producción					
Area de horneado		masa horneada		Según volumen de producción	bajo en dorado / tamaño definido para pizza tamaño familiar y personal	Colocar masa horneada en plato			
Almacén		salsa de tomate		Según volumen de producción	bolsas herméticas de 5 kg., en buen estado	Colocar salsa de tomate en masa horneada			
						Expandir salsa de tomate			
Almacén		Queso		Según volumen de producción	Queso rallado en bolsas herméticas con atmósfera modificada de 3 Kg., en buen estado	Colocar queso rallado sobre salsa de tomate			
						Expandir queso rallado			
Almacén		Jamonada		Según volumen de producción	Cortada en cuadrados, en bolsas al vacío de 1 kg., en buen estado	Colocar jamonada sobre queso rallado			
Area de producción			Bitafiladora	2	Soporte para papel film	Bitafilar (cubrir plato con papel film)			
Area de producción		producto a envolver		Según volumen de producción	plato con masa horneada, salsa tomate, queso rallado, jamonada				
Almacén		Stickers		Según volumen de producción	stickers con logo de la empresa	Colocar Sticker de marca de cliente			
Area de Despacho		Jabas		Según volumen de producción		Colocar producto en jaba			

Elaboración propia

4.2.2 VSM Actual

Los mapas de valor (en inglés Value Stream Mapping, de ahí sus siglas VSM), nos detalla el proceso de una manera gráfica. “Esta herramienta ha permitido entender completamente el flujo y, principalmente, detectar las actividades que no agregan valor al proceso; además, ha sido uno de los pilares para establecer planes de mejora con un objetivo y un enfoque muy precisos” (Socconini, 2017, p.103). Existen dos tipos de mapas: Mapa del estado actual (VSM actual) y mapa del estado futuro (VSM futuro).

Los objetivos de los mapas de valor son conocer:

- Información respecto a la demanda del cliente y pedido a los proveedores.
- Secuencia de operaciones de las operaciones de producción,
- La información relevante de cada operación,
- Los inventarios,
- El tiempo que agrega valor y el que no agrega valor.

Los días sábados el cliente envía una proyección de la semana siguiente al Jefe de Operaciones, quien comunicará, vía correo electrónico, al Jefe de Almacén. Conociendo la proyección de la semana, el Jefe de Almacén solicita los pedidos de insumos, vía correo electrónico, a los respectivos proveedores, indicando cantidad y las fechas de entrega.

La demanda del cliente (diferentes cantidades por día) se da a través de una orden de producción que llega vía correo electrónico al jefe de Operaciones aproximadamente a las 10:00 am del día 1, quien realizará la respectiva programación de producción para el día siguiente (día 2), comunicando dicho programa, vía correo electrónico, al Supervisor de Producción (quien emitirá la orden de producción de pan pizza y armado de pizza) y a Jefe de Almacén quien distribuirá los insumos al área de producción y emitirá orden de despacho.

Se inicia la producción de la masa horneada (también llamado pan pizza) en turno noche del día 2 para continuar con el armado de la pizza en el mismo turno noche y turno mañana del día 2.

El despacho hacia las diferentes tiendas del cliente de la producción terminada es a partir de las 10:00 pm del día 2.

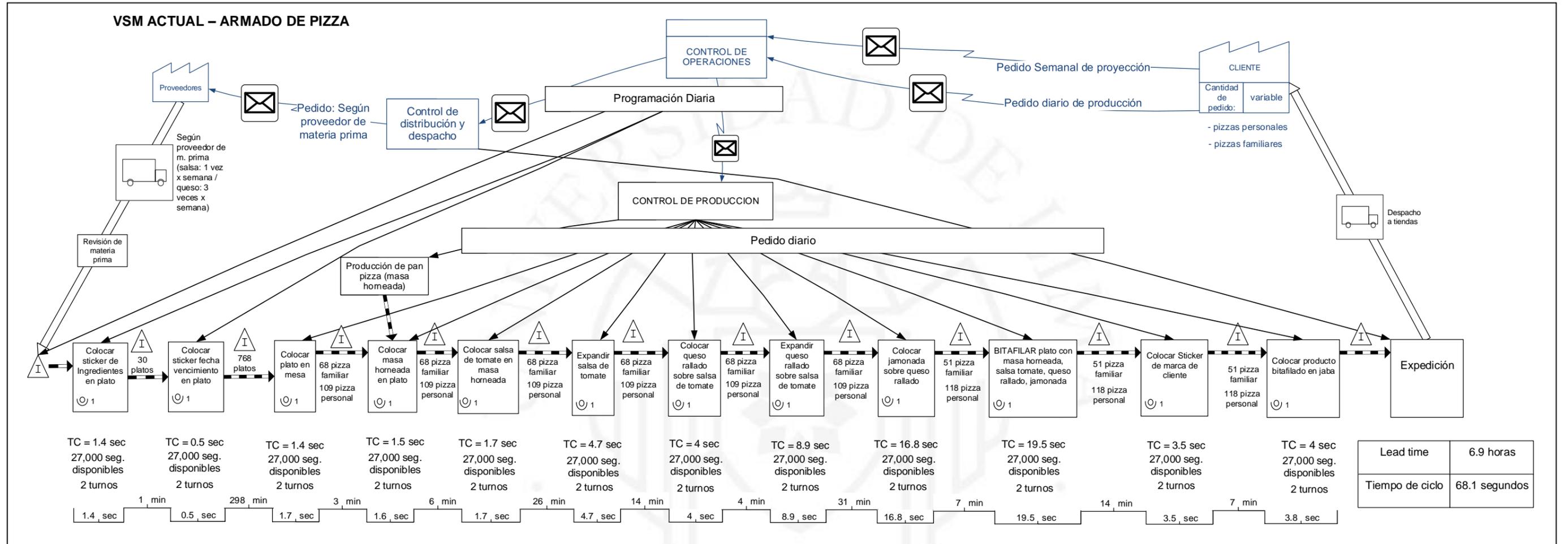
Para obtener los valores totales del lead time mostrados en el VSM actual del proceso “armado de pizza” se realizó el seguimiento a una unidad producida, es decir, se siguió el trayecto para producir una unidad, comenzando desde que se colocan los stickers hasta la puesta en jaba de producto final, considerándose el promedio de treintiocho (38) valores correspondientes a pizza tamaño familiar.

La forma de producción en la situación inicial era la misma para las pizzas tamaño familiar y personal, por ello, sólo se registraron el valor de lead time de pizza tamaño familiar.

Se registraron diez (10) valores por cada tipo (tamaño familiar y tamaño personal) de los inventarios en proceso y tiempos de espera entre cada actividad en diferentes días, registrándose en el VSM el valor promedio de los mismos.

En el VSM actual se observa diferentes valores en los inventarios en proceso antes y después de la actividad “colocar jamonada sobre queso rallado”, esto debido al diferente orden en que el operario de producción selecciona el producto al que se realizaba el seguimiento hasta la realización de la siguiente actividad (bitafilar).

Figura 4.1.
VSM Actual



Elaboración propia

4.3 Análisis del proceso “Armado de pizzas”

4.3.1 Identificación de actividades que no agregan valor

Mientras más se elimine Muda, más los procesos se aproximan al estado ideal: solamente actividades que agregan valor para el cliente. A continuación, se describen cada uno de los desperdicios encontrados en el proceso armado de pizzas.

El desperdicio de la Sobreproducción. Es el desperdicio que ayuda a generar todos los demás desperdicios.

Ohno creía que el desperdicio de la sobreproducción era el más serio de todos los desperdicios porque era la raíz de muchos problemas y otros desperdicios. El objetivo debe ser hacer o servir exactamente lo que se requiere, ni más ni menos. La sobreproducción conduce directamente a un lead time excesivo.
(Bicheno y Holweg, 2009, p.22)

En la figura 4.2 se observa a secretaria de Gerencia General colocar los stickers que llevarán los platos o bandejas con pizzas, realizada en oficina administrativa.

Figura 4.2.

Colocar sticker en platos/bandejas



Elaboración propia

Asimismo, en la figura 4.3 se observa los platos/bandejas colocados sobre las mesas, actividad siguiente a la de colocar los stickers en el área administrativa.

Figura 4.3.

Colocar platos en mesa



Elaboración propia

En la figura N° 4.4 se observa las masas horneadas con insumos sobre los platos dispuestos en las mesas de trabajo.

Figura 4.4.

Masas horneadas con insumos dispuestas en mesas



Elaboración propia

El desperdicio de la Espera. Es un tiempo ocioso que se genera por esperar personal, materiales información entre actividades o durante una actividad.

El desperdicio de la Espera es probablemente el segundo más importante desperdicio. Es directamente relevante para el flujo. Esperar es el enemigo del flujo. Aunque puede ser muy difícil reducirlo a cero, el objetivo permanece. (Bicheno y Holweg, 2009, p.22).

Los tiempos de Espera identificados se encuentran entre:

- Colocar los stickers a los platos/bandejas y disponer las bandejas/platos en las mesas de trabajo,
- Colocar platos/bandejas en las mesas y colocar las masas horneadas sobre estos platos en las mesas,
- Colocar masas horneadas sobre las bandejas y añadir salsa de tomate sobre estas masas horneadas,
- Añadir salsa de tomate y expandir ésta sobre sobre las masas horneadas (figura 4.5).

- Expandir la salsa de tomate en las masas horneadas y añadir queso rallado,
- Añadir queso rallado y expandirlo,
- Expandir queso rallado y añadir jamonada,
- Añadir jamonada y Bitafilar (envolver con film transparente el producto),
- Bitafilar y colocar sticker de marca de cliente,
- Colocar sticker de marca de cliente y colocar producto final en jaba.

Figura 4.5.

Tiempos de espera hasta realizar siguiente actividad



Elaboración propia

El desperdicio de movimiento. Se considera desperdicio cualquier movimiento que va más allá de lo necesario para realizar una actividad que agregue valor.

El siguiente en importancia es probablemente el desperdicio de movimiento. Movimientos innecesarios se refieren a personas y Layout. la dimensión del Layout involucra una distribución deficiente del lugar de trabajo, lo que genera micro desperdicios de movimiento. Estos desperdicios a menudo se repiten muchas, muchas veces al día, a veces sin que nadie lo note. En este sentido, 5S puede ser el camino de atacar el desperdicio de movimiento.

(Bicheno y Holweg,2009, p.23)

El desperdicio del Transporte. Se considera desperdicio trasladar materiales por distancias mayores a lo necesario.

Los clientes no pagan para que los bienes se muevan a menos que hayan contratado un servicio de mudanza. Por lo tanto, cualquier movimiento de materiales es un desperdicio. Es un desperdicio que nunca puede eliminarse por completo, pero también es un desperdicio que con el tiempo debería reducirse continuamente.

(Bicheno y Holweg,2009, p.23)

Se realizan movimientos innecesarios ya que los operarios realizan diferentes rutas para colocar las masas horneadas en platos, transportar recipiente con salsa de tomate para agregar sobre masa, transportar recipiente con queso rallado para agregar sobre masa. Los operarios continúan con los movimientos innecesarios caminando diferentes rutas: para expandir la salsa de tomate, expandir queso rallado, colocar la jamonada. En la figura 4.6 se observa el “transporte” del queso rallado en caja de plástico.

Figura 4.6.

Traslado de queso rallado



Elaboración propia

En la figura 4.7 se observa a operario mover las pizzas que contienen todos los insumos para tener espacio en la mesa, colocar la bitafiladora y realizar la actividad de bitafilar (envolver cada uno de los platos con pizzas con papel film).

Figura 4.7.

Preparando área para bitafilar



Elaboración propia

El desperdicio del Sobre proceso. Es todo esfuerzo que no agrega valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente interno o externo.

El Sobre proceso se refiere al desperdicio de usar un martillo para romper una nuez. “El Sobre proceso conduce a un LAYOUT deficiente, conduce a un transporte adicional y comunicación deficiente” (Bicheno y Holweg,2009, p.23).

Como ejemplo se puede mencionar el retirar productos terminados puestos en jaba y colocarlos en otras jabas, por causa de una disposición incorrecta de los productos.

El desperdicio de Inventario innecesario. Cualquier existencia excesiva de materia prima, materiales en proceso o producto terminado es considerado como desperdicio. Aunque no tener un inventario es un objetivo que nunca se puede alcanzar, el inventario es el enemigo de la calidad y la productividad. Esto es así porque el inventario tiende a aumentar el lead time, evita la identificación rápida

de problemas. Los sistemas de empuje casi invariablemente conducen a este desperdicio.

(Bicheno y Holweg,2009, p.23).

En la figura 4.8 se observa platos/ bandejas que contienen los stickers de los ingredientes de la pizza y su respectiva fecha de vencimiento, los cuales permanecen en áreas administrativas hasta su traslado al área de producción.

Figura 4.8.

Bolsas conteniendo bandejas/platos con stickers colocados



Elaboración propia

Así mismo, se encuentran inventarios en los platos y las masas horneadas dispuestos en las mesas, los productos bitafilados (antes de que se les coloque sticker de marca de cliente).

El desperdicio de Defectos. Producir material con defectos es considerado como desperdicio porque, a su vez, genera retrabajos, inspección.

El último, pero no menos importante, de los desperdicios de Ohno es el desperdicio de defectos. Los defectos cuestan dinero, tanto a corto como a largo

plazo. La filosofía de Toyota es que un defecto debe ser considerado como un desafío, como una oportunidad para mejorar.
(Bicheno y Holweg,2009, p.24).

En la figura 4.9, se observa a operario retirar de la jaba los productos terminados para colocarlos en otra jaba, pudiéndose haberse colocado en orden en la primera vez.

Figura 4.9.

Retiro de producto terminado de jaba para ser colocado en otra jaba



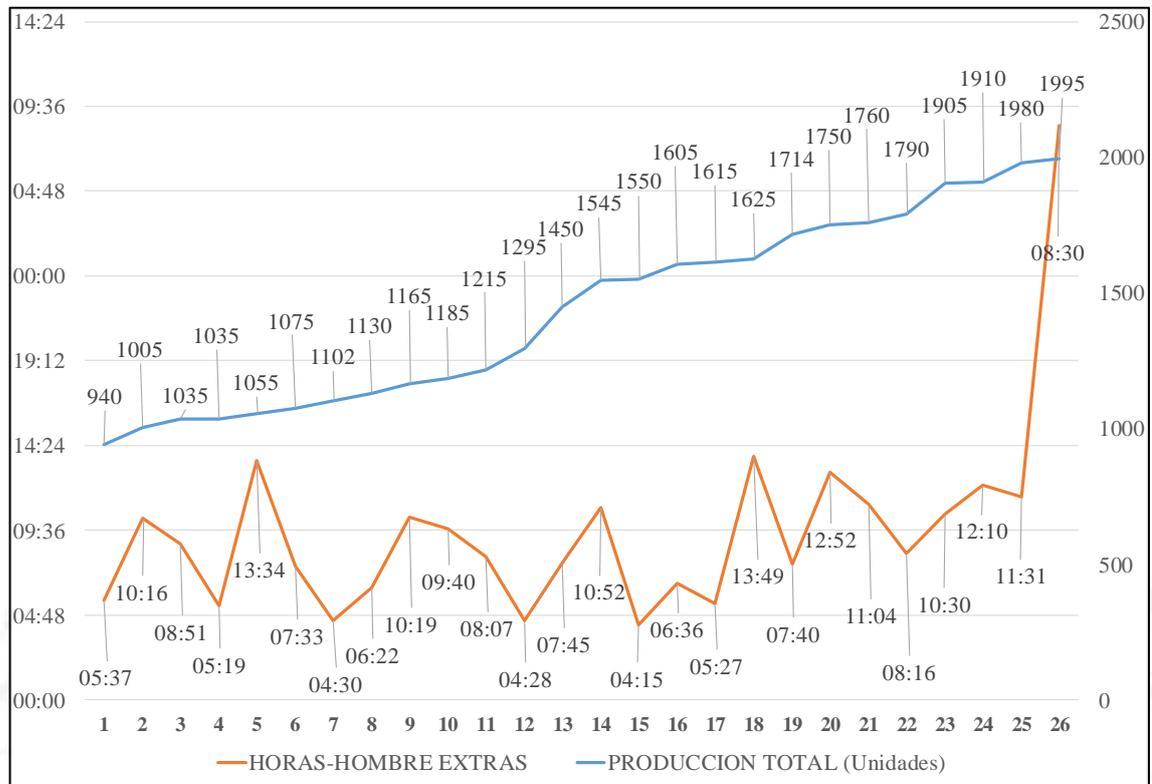
Elaboración propia

4.3.2 Sobrecarga (MURI).

La presencia de actividades que no agregaban valor (desperdicios) mencionadas anteriormente en el proceso armado de pizza requerían la necesidad de trabajar mayor número de horas extras los cuales podían producir estrés en los trabajadores. En la figura 4.10 se observa el número de horas-hombres extras para cada nivel de producción, el cual, ha sido ordenado de manera ascendente para una mejor comprensión de la información.

Figura 4.10.

Producción total y horas-hombre extras



Nota: Datos provienen de anexo N° 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016.

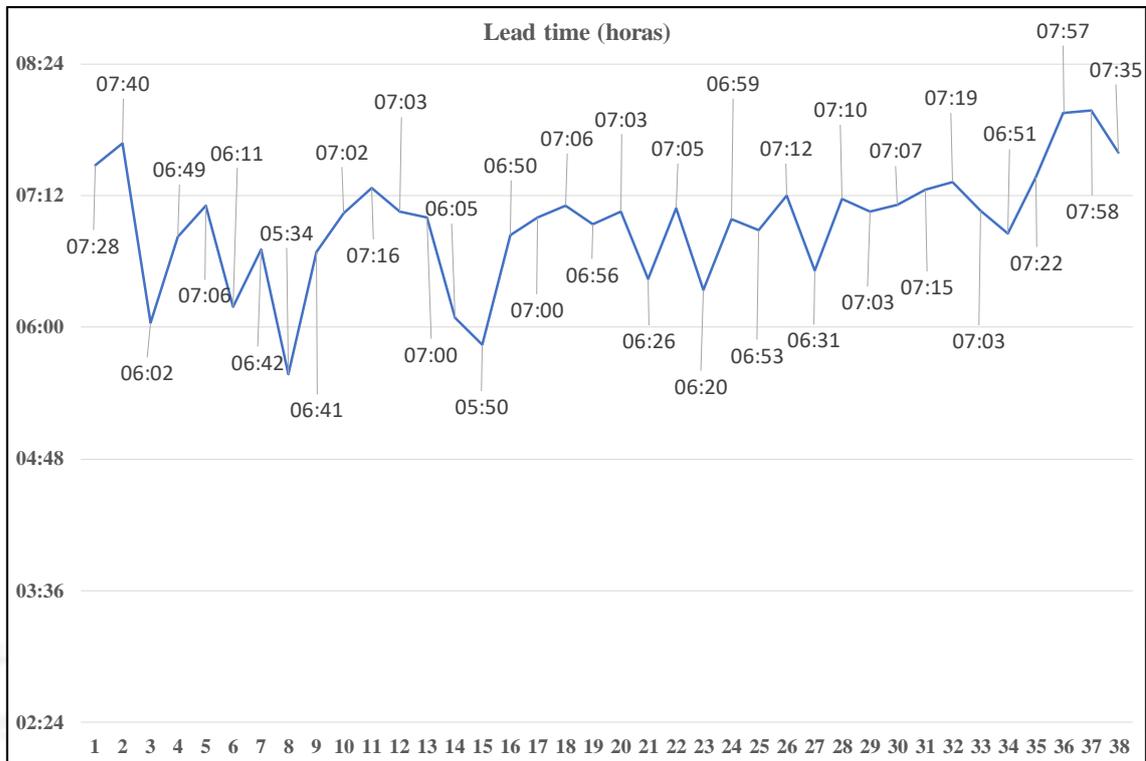
Elaboración propia.

4.3.3 Variabilidad (MURA).

En la figura 4.11 se observa los diferentes leads time con los que se obtenía un producto terminado, desde colocar stickers de ingredientes/vencimiento en bandejas hasta pizza puesta en jaba.

Figura 4.11.

“Lead time” para producir una unidad



Elaboración propia

4.4 AMEF, Situación inicial

El impacto (falla potencial) del desperdicio se medirá a través de la severidad del mismo, el cual, en conjunto a la Ocurrencia y Detección, nos permitirá evaluar y valorar el riesgo, conceptos utilizados por AMEF (Análisis del modo y el efecto de la falla). “El AMEF es una herramienta muy poderosa que permite identificar fallas en productos y procesos y evaluar objetivamente sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención” (Socconini, 2017, p. 223). Para medir la Severidad, Ocurrencia y Detección se consideran la información de las tablas 4.2, 4.3 y 4.4.

Tabla 4.2.

Severidad

CALIFICACION	CATEGORIA	SEVERIDAD (SEV)
1	Muy Baja	El efecto es imperceptible para el cliente
2	Baja	El cliente puede distinguir el fallo pero sólo provoca una ligera molestia
3	Moderada	La falla produce disgusto e insatisfacción en el cliente
4	Alta	La falla es crítica provocando alto grado de insatisfacción en el cliente
5	Muy Alta	La falla implica problemas de salud o de no conformidad con los reglamentos legales

Elaboración propia

Tabla 4.3.

Ocurrencia

CALIFICACION	CATEGORIA	OCURRENCIA (OCUR)
1	Improbable	La falla puede ocurrir sólo en circunstancias excepcionales
2	Baja	La falla puede ocurrir raramente (Ejemplo: anualmente)
3	Moderada	La falla puede aparecer ocasionalmente (Ejemplo: mensual)
4	Alta	Se espera que la falla ocurra en la mayoría de las circunstancias (Ejemplo: semanal)
5	Muy Alta	Falla casi inevitable, es seguro que se producirá casi siempre. (Ejemplo: a diario)

Elaboración propia

Tabla 4.4.

Detección

CALIFICACION	CATEGORIA	DETECCION
1	Muy Alta	La falla es obvia, será siempre detectada.
2	Alta	La falla será frecuentemente detectada antes de que afecte al cliente
3	Moderada	La falla no será detectada frecuentemente antes de que afecte al cliente
4	Baja	La falla raramente será detectada antes de afectar al cliente
5	Improbable	La detección no será posible en ningún punto del proceso.

Elaboración propia

Tabla 4.5.

Valoración del NPR

		OCURRENCIA					
		Remota (1)	Baja (2)	Moderada (3)	Alta (4)	Muy Alta (5)	
SEVERIDAD	Ninguna (1)	1	2	3	4	5	Muy Alta (1)
	Mínima (2)	4	8	12	16	20	Alta (2)
	Moderada (3)	9	18	27	36	45	Moderada (3)
	Mayor (4)	16	32	48	64	80	Baja (4)
	Crítica (5)	25	50	75	100	125	Remota (5)
							DETECCION

Fuente: Metodología AMFE como herramienta de gestión de riesgo en un hospital universitario (2015).

Considerando los valores de la tabla 4.5, a continuación, se detalla en la tabla 4.6 la evaluación de los riesgos a través del NPR (Número de prioridad de riesgo). La metodología empleada se detalla en el procedimiento “gestión de riesgos en procesos” del anexo 4.

Tabla 4.6.

Evaluación de riesgos (página siguiente)



AMEF de proceso: ARMADO DE PIZZA

No.	Función (¿Qué hace?)	Falla potencial (¿Qué puede fallar?)	Efecto (¿Cuál es la consecuencia?)	1		2	3	4		Determinación del riesgo	Acciones correctivas recomendadas	Responsables	Fecha de implementación	RESULTADO DE ACCIONES				
				SEV	OCUR			DET	RPN (SEV x OCUR x DET)					Acciones tomadas	5 SEV	6 OCC	7 DET	8 RPN
1	Colocar sticker de Ingredientes / fecha de vencimiento en plato	No disponer de stickers de ingredientes / fecha de vencimiento	No se inicie proceso "armado de pizza"	2	2	Al pedido solicitado de día, se comunica el incumplimiento de proveedor.	1	4	Aceptable									0
		"Desperdicio" identificado: Sobreproducción.- Colocar stickers en los platos en altas cantidades	lead time excesivo	2	5	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	50	No Aceptable									0
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado de platos con stickers en área administrativa para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	5	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	50	No Aceptable									0
		"Desperdicio" identificado: Inventario de platos con stickers en varias cantidades	lead time excesivo	2	5	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	50	No Aceptable									0
2	Colocar plato en mesa	No disponer de platos para cubrir volumen de producción	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	3	Al pedido solicitado de día, se comunica el incumplimiento de proveedor.	1	6	Aceptable									0
				2	3	Personal de logística no realizó pedido a tiempo	1	6	Aceptable									0
		"Desperdicio identificado": Sobreproducción de platos colocados en varias mesas	lead time excesivo	2	5	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	50	No Aceptable									0

(continua)

(continuación)

2	Colocar plato en mesa	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0	
		"Desperdicio" identificado: Inventario de diferentes cantidades de platos puestos en mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable												0
3	Colocar pan pizza (masa horneada) en plato	No disponer de pan pizza	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Demora en la producción de pan pizza	2	Generación inmediata de produccion de pan pizza faltante	1	4	Aceptable											0	
		pan pizza no cumple especificaciones	Retrazo en el proceso "armado de pizza"	2	operarios no cumple con las características que requiere el producto en el proceso "elaboración de pan pizza"	4	No se realiza control.	3	24	Aceptable												0
		"Desperdicio" identificado: Sobreproducción de masas horneadas colocados sobre platos en mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable												0
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable												0
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para colocar masas horneadas en platos en el área de trabajo	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable												0

(continua)

(continuación)

3	Colocar pan pizza (masa horneada) en plato	"Desperdicio" identificado: Inventario de diferentes cantidades de masas horneadas colocadas en platos en las mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable													0	
4	Colocar salsa de tomate en masa horneada	No disponer de salsa de tomate	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Al pedido solicitado de día, alerta de la falta por no cumplimiento de proveedor.	1	6	Aceptable													0	
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable														0
		"Desperdicios" identificados: Movimientos innecesarios y transporte.- Operarios recorren diferentes rutas transportando (en mesa rodable) recipiente con salsa de tomate a ser añadida sobre las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable														
5	Expandir salsa de tomate	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable														0
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para expandir la salsa de tomate añadidas sobre las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable														
6	Colocar queso topping sobre salsa de tomate	No disponer de queso topping	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Revisión de stock por día: que cubra la mitad de pedido del día.	1	6	Aceptable														0

(continua)

(continuación)

6	Colocar queso topping sobre salsa de tomate	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0
	Colocar queso topping sobre salsa de tomate	"Desperdicios" identificados: Movimientos innecesarios y transporte, Operarios recorren diferentes rutas transportando (en mesa rodable) el recipiente conteniendo el queso topping para ser colocada sobre las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0
7	Expandir queso rallado	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para expandir el queso rallado en las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0
8	Colocar jamonada sobre queso rallado	No disponer de jamonada	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	Revisión de stock por dia: que cubra la mitad de pedido del dia.	3	6	Aceptable											0
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para colocar jamonada sobre las masas horneadas en mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0

(continua)

(continuación)

9	BITAFILAR (cubrir con film pizza)	No disponer de film	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Realizar requerimiento con margen mayor a lo requerido.	1	6	Acceptable									0		
			Se detenga proceso "armado de pizza"	2	El film presente rasgos no permitidos para su uso.	2	Contar con proveedor alternativo	1	4	Acceptable										0	
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado de productos bitafilados para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Acceptable										0	
		"Desperdicio" identificado: Movimiento y Transporte: retirar de la mesa las masas horneadas (con insumos) para tener espacio y ubicar la bitafiladora	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Acceptable											0
		"Desperdicio" identificado: movimiento y transporte de productos bitafilados en ubicación hasta la siguiente actividad	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Acceptable											0
		"Desperdicio" identificado: Inventarios de productos bitafilados hasta realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Acceptable											0
10	Colocar Sticker de marca de cliente	No disponer de stickers	Envío a cliente sin sticker	3	Proveedor no entregue pedido solicitado	2	Comunicación a cliente y el envío inmediato a tienda de los sticker	1	6	Acceptable										0	

(continua)

(continuación)

10	Colocar Sticker de marca de cliente	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera de productos con stickers puestos para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable											0		
		"Desperdicio" identificado: movimiento y transporte de productos con sticker en ubicación hasta la siguiente actividad	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable												0	
		"Desperdicio" identificado: Inventarios de productos con sticker hasta realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable												0	
11	Colocar producto bitafilado en jaba	No disponer de jabas	Retrazo en el proceso "armado de pizza"	1	Incremento de volumen de producción	2	Se realiza conteo de producción de pizzas para la disposición de jabas en el área	2	4	Aceptable											0		
		jaba sucia	contaminación del producto terminado	5	operario de producción no realice la limpieza de la jaba	2	Capacitación en prevención, buenas prácticas de manufactura	4	40	No Aceptable												0	
		"Desperdicio" identificado: Defectos.- No almacenar correctamente el producto	Retirar de jaba y colocar en otra jaba el producto terminado	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	4	40	No Aceptable													0
			Producto con cambios en su apariencia por la manipulación	3		2		2			12	Aceptable											

Elaboración propia

4.5 Identificación de las fuentes de variación

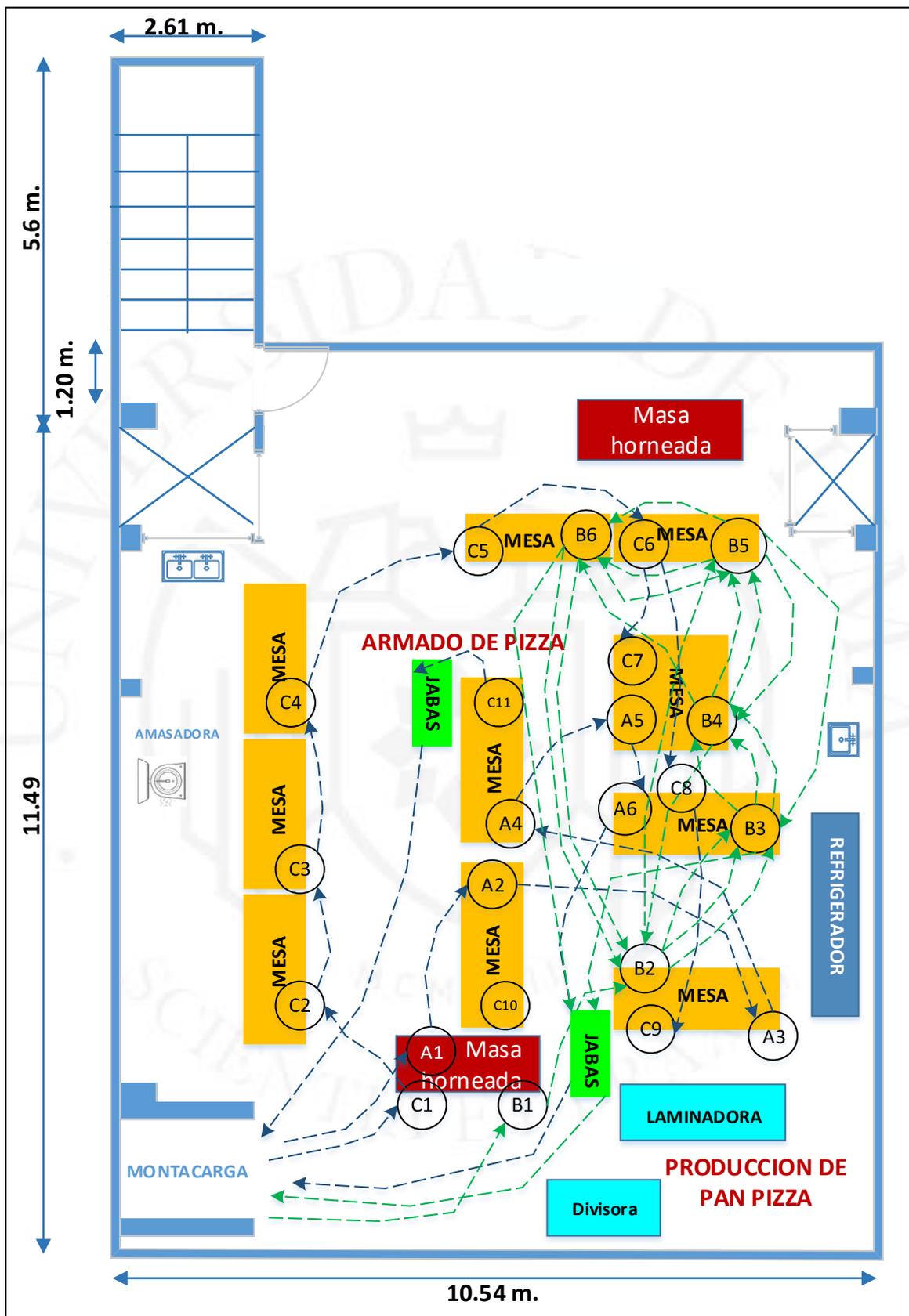
LAYOUT.

En la figura 4.12 se muestra el Layout del área de armado de pizzas indicando sólo tres rutas (A, B, C) de un número variable de pasos que realizan los operarios para el «armado de pizza», Layout que, en conjunto con la ausencia de un método estándar y la sobreproducción representan las fuentes principales de variación presentadas en el proceso.



Figura 4.12.

LAYOUT del área de armado de pizzas



Elaboración propia

4.6 Resumen descriptivo de los datos

Se planificó registrar los siguientes valores promedio en diferentes días y horarios (tabla 4.7):

- Veinte (20) valores registrados para los tiempos de ciclo de cada actividad del proceso “armado de pizzas”, correspondientes a tamaño familiar y tamaño personal,
- Diez (10) valores por cada tipo (tamaño familiar y tamaño personal) de los inventarios en proceso,
- Diez (10) valores de pizza tamaño familiar correspondiente a tiempos de espera entre cada actividad en diferentes días.

Tabla 4.7.

Tiempos de actividades del proceso “armado de pizzas”

ITEM	Unidad	pizza familiar	pizza personal
		Valor promedio	Valor promedio
Colocar stickers - ingredientes	segundos	1.4	1.4
Tiempo de Espera	minutos	1.1	
Inventario platos	unidades	30	
Colocar stickers - fecha de vencimiento	segundos	0.5	0.5
Tiempo de Espera	horas	5.0	
Inventario platos	unidades	768	768
Colocar plato en mesa	segundos	1.7	1.9
Tiempo de Espera	minutos	2.5	
Inventario en proceso	unidades	68	109
Colocar masa horneada en plato	segundos	1.6	1.2
Tiempo de Espera	minutos	5.9	
Inventario en proceso	unidades	68	109
Colocar salsa de tomate	segundos	1.7	1.0
Tiempo de Espera	minutos	26.2	
Inventario en proceso	unidades	68	109
Exparcir Salsa de tomate	segundos	4.7	4.0
Tiempo de Espera	minutos	13.6	
Inventario en proceso	unidades	68	109
Colocar queso rallado	segundos	4.0	3.7
Tiempo de Espera	minutos	4.5	
Inventario en proceso	unidades	68	109

(continúa)

(continuación)

ITEM	Unidad	pizza familiar	pizza personal
		Valor promedio	Valor promedio
Exparcir Queso	segundos	8.9	1.9
Tiempo de Espera	minutos	30.9	
Inventario en proceso	unidades	68	109
Colocar jamonada	segundos	16.8	4.9
Tiempo de Espera	minutos	7.2	
Inventario en proceso	unidades	51	118
Bitafilar	segundos	19.5	10.4
Tiempo de Espera	minutos	14.4	
Inventario en proceso	unidades	51	118
Colocar sticker de marca	segundos	3.5	1.8
Tiempo de Espera	minutos	7.5	
Inventario en proceso	unidades	51	118
Colocar producto terminado en jaba	segundos	3.8	4.0

Elaboración propia

4.7 Análisis de Indicadores operativos

En la tabla 4.8 se muestra indicadores operativos de la situación inicial o línea base que se tiene en cuenta para el proceso analizado.

El valor base de la productividad y horas-hombre extras se obtuvo del promedio de los 26 registros de producción de armado de pizzas tamaño familiar y personal de septiembre del 2016 (anexo 1).

El lead time, tiempo de valor no agregado (VNA), tiempo de valor agregado (VA) se obtuvo del promedio de 38 valores registrados de la observación en la producción del armado de pizzas. El exceso del tiempo total o tiempo VNA con respecto al tiempo VA, para producir una unidad, tiene como causa los “desperdicios” identificados y descritos anteriormente.

El valor base de los inventarios en proceso se obtuvo de 10 valores registrados por cada tipo (familiar y personal) en el área de producción, considerando el mayor valor promedio obtenido.

Tabla 4.8.

Indicadores Operativos

N°	Indicador	Situación inicial
1	Productividad	35.4 unidades hora-hombre
2	Lead time (producción de una unidad)	6.9 horas
2.1	Tiempo de valor no agregado (VNA)	6.9 horas
2.2	Tiempo de valor agregado (VA)	68.1 segundos
3	Inventario en proceso	68 unidades (pizza familiar) 118 unidades (pizza personal)
4	Horas-hombre extras	9:3

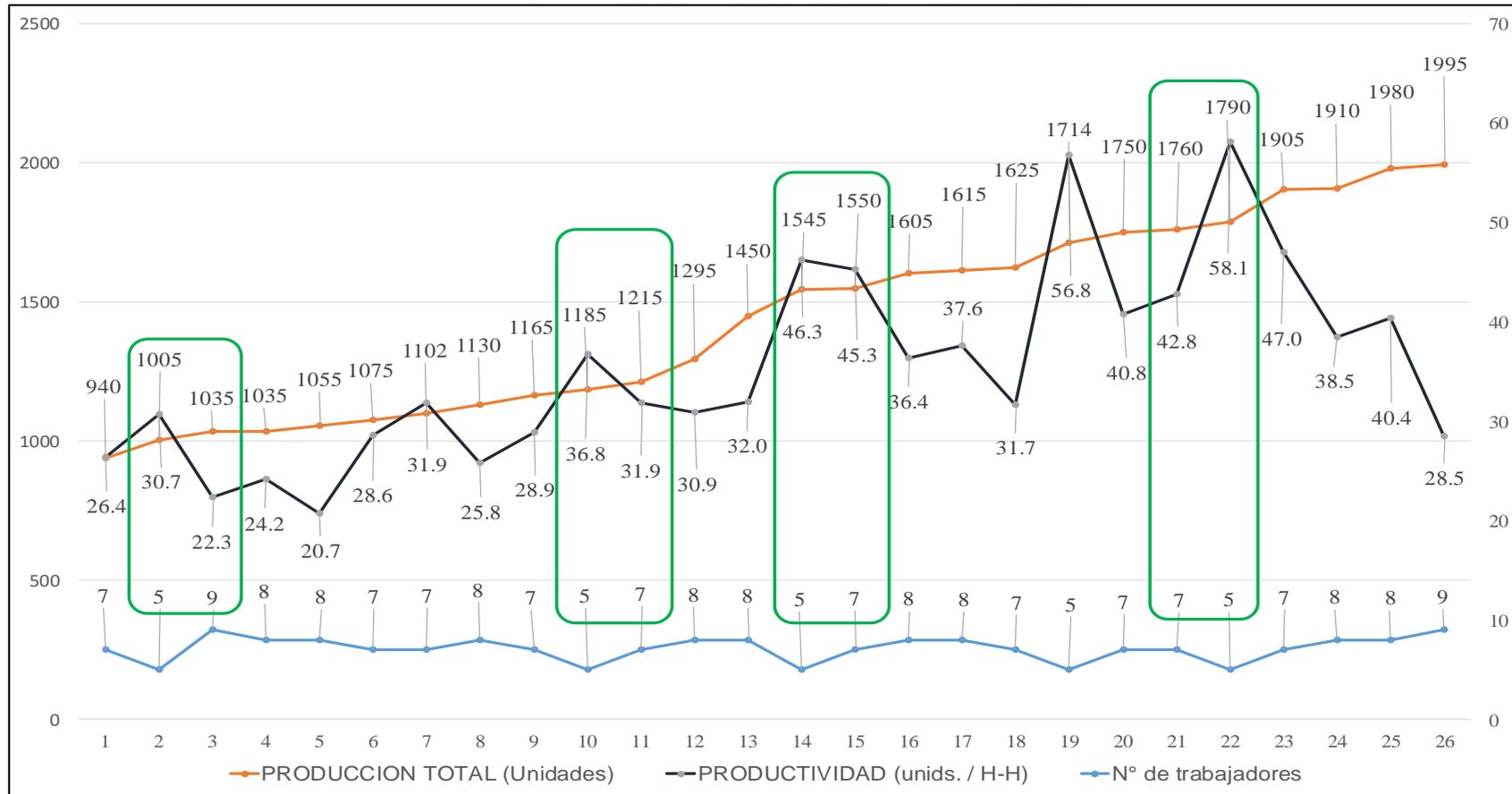
Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 y de figura 4.1 VSM Actual.

Elaboración propia

En la figura 4.13 se muestra las diferencias existentes entre niveles de producción iguales o similares respecto a la productividad total, número de trabajadores. Se evidencia variabilidad en la información por causas descritas anteriormente.

Figura 4.13.

Diferencias en los valores de indicadores para iguales o muy similares niveles de producción



Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016

Elaboración propia

En conclusión, en el presente capítulo se conoció el proceso a través de SIPOC, VSM actual, Layout, identificándose los desperdicios presentes en el proceso (muda, muri, mura), valorándose el riesgo, a través AMEF, de las fallas potenciales en las actividades que forman parte del proceso.

La consecuencia de lo identificado en el proceso es una baja productividad, elevado “lead time” para producir un producto, ineficiencia en el uso de los recursos (materia prima, mano de obra).

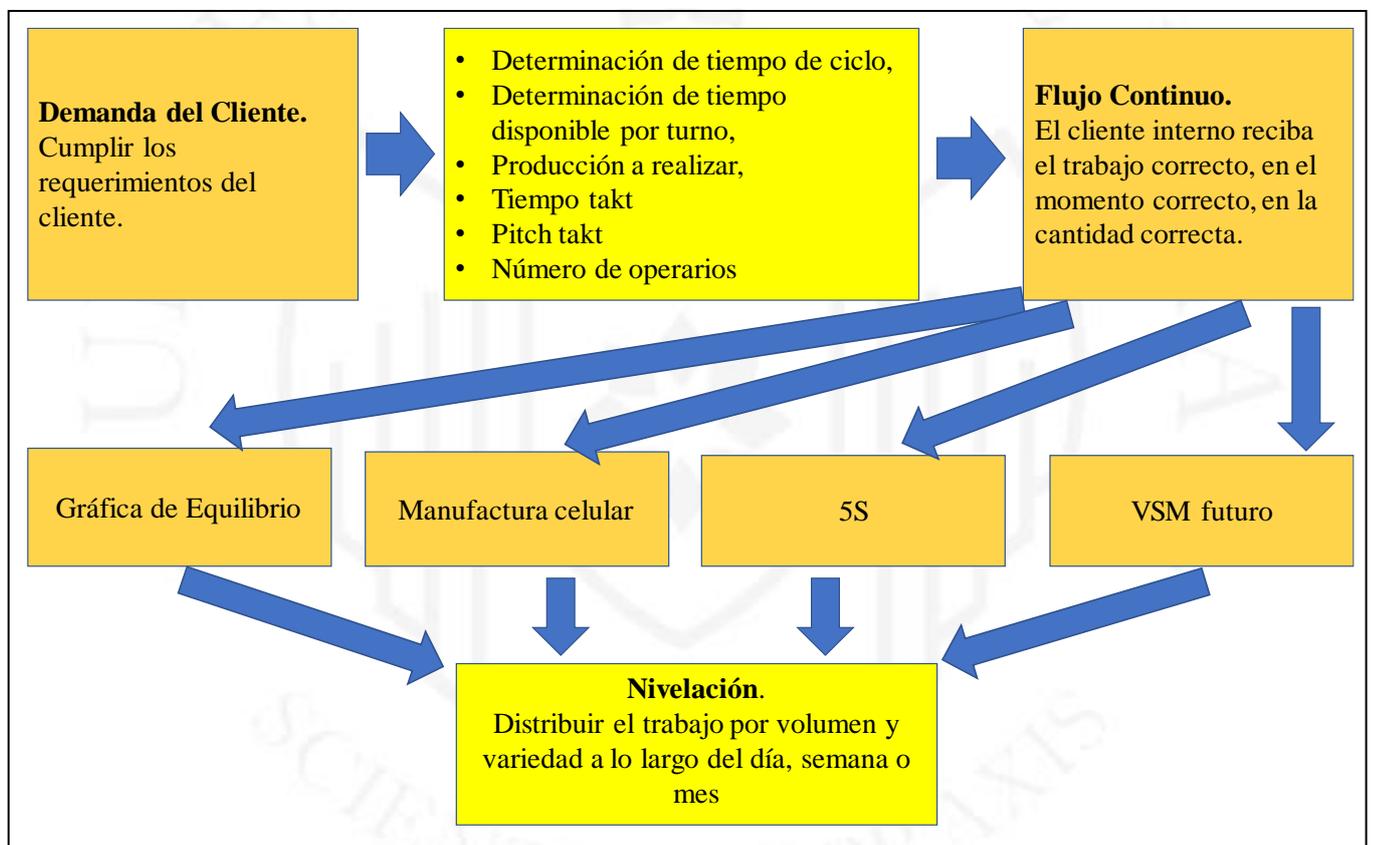


CAPÍTULO V: DEFINICION DE NUEVO METODO DE TRABAJO

La definición del nuevo método de trabajo se sostiene en la aplicación de herramientas de LEAN Manufacturing. Para ello, se siguen tres fases de implementación las cuales son: demanda del cliente, establecimiento de flujo continuo y nivelación. En la figura 5.1 se despliega lo que comprende cada una de dichas etapas.

Figura 5.1.

Fases de implementación de LEAN Manufacturing



Elaboración propia

5.1 Objetivo

Establecer método de trabajo para el proceso “armado de pizzas” que permita eliminar o reducir las actividades que no agregan valor, incrementar la productividad, mejorar el diseño de Layout, reducir el lead time del proceso aplicando herramientas de LEAN Manufacturing.

5.2 Implementación de LEAN

5.2.1 Demanda del Cliente

Conocer la demanda es el punto de partida para aplicar LEAN Manufacturing ya que representa la base para conocer otros conceptos necesarios en el diseño del nuevo método de trabajo. Según Tapping y Shuker (2003), en la etapa de la demanda del cliente primero deben “aplicarse medidas y técnicas específicas para garantizar el cumplimiento constante de los requisitos del cliente, para ello, se debe determinar el takt time¹¹ y establecer el pitch”. (p. 83)

Del takt time se desprende el concepto Pitch time, el cual “es un múltiplo del tiempo takt que permitirá crear y mantener un flujo de trabajo coherente y práctico en todo el flujo de valor” (Tapping y Shuker, 2003, p.85).

Para el diseño del nuevo método, se consideró los tiempos de ciclo de armado de pizza tamaño familiar, los cuales incluyen un porcentaje de 4% como factor de tolerancia básica por fatiga y 2% de factor de tolerancia por estar de pie según la Oficina Internacional del trabajo.

Un turno de 9.5 horas, incluye media horas antes de iniciar producción y media hora antes de culminar el mismo para la limpieza del área de producción, incluye también 1 hora de refrigerio, por tanto, se consideran 7.5 horas de tiempo disponible, lo cual representa 27,000 segundos.

Con los valores del tiempo disponible y una demanda promedio de 700 unidades, se estableció el tiempo takt (tabla 5.2). Dividiendo el *tiempo total de ciclo* entre el *tiempo*

¹¹ El takt time se obtiene de la división del *tiempo disponible por turno* entre la cantidad a producir (demanda).

takt se conocer el número de operarios necesarios entre los cuales se distribuyeron las actividades a realizar.

Tabla 5.1.

Tiempos de ciclo – pizza tamaño familiar

Código	Actividad	Tiempo (segundos)
A	Colocar stickers (ingredientes, fecha de vcto.)	1.9
B	Colocar plato	1.7
C	Colocar masa horneada	1.6
D	Colocar salsa de tomate	1.7
E	Expandir salsa de tomate	4.7
F	Colocar queso rallado	4.0
G	Expandir queso rallado	8.9
H	Colocar jamonada	16.8
I	Bitafilar	19.5
J	Colocar sticker (marca)	3.5
K	Colocar producto en jaba	4.0
Tiempo total de ciclo		68.1

Elaboración propia

Tabla 5.2.

Tiempo TAKT para producción pizza tamaño familiar

TIEMPO TOTAL DE CICLO (sg.)	TIEMPO DISPONIBLE (sg.)	DEMANDA (PRODUCCION)	TIEMPO TAKT (sg.)	NUMERO DE OPERARIOS
68.1	27000	700	38.6	2

Elaboración propia

5.2.2 Flujo Continuo

LEAN Manufacturing promueve un flujo continuo en el proceso, el cual significa culminar un producto o servicio con el menor número de interrupciones causadas por actividades que no agregan valor.

Las ventajas de los procesos de *Flujo Continuo* son las siguientes:

- Lead times más cortos,
 - Reducción drástica del trabajo en proceso,
 - Reducción drástica de los tiempos de espera,
 - Flexibilidad para cumplir con los cambios en la demanda del cliente (takt time),
 - Detección más fácil de problemas,
 - Menos frustración del trabajador,
- (Tapping y Shuker, 2003, p.101).

5.2.2.1 Gráfica de Equilibrio

Se debe establecer un flujo continuo balanceando las actividades a realizar entre los operarios que se consideren en el proceso.

Una tarea importante en la creación de un mapa de estado futuro para el flujo continuo es determinar la distribución óptima de los elementos de trabajo (operaciones) en el flujo de valor para cumplir el *tiempo takt*. El *balance de línea* optimiza la utilización del personal, equilibra las cargas de trabajo para que ningún trabajador haga demasiado o muy poco. La mejor herramienta para realizar el balance de línea es la *Gráfica de Equilibrio* del trabajador, la cual es una visualización de los elementos de trabajo, tiempos y trabajadores en cada ubicación.

(Tapping y Shuker, 2003, p.105).

Los objetivos de la Gráfica de Equilibrio son la de permitir una mejor distribución del trabajo, además de “mostrar oportunidades de mejora visualizando los tiempos de cada operación de trabajo en relación con el *tiempo de ciclo total* y el *tiempo takt*” (Tapping y Shuker, 2003, p.105).

Con un tiempo takt de 38.6 segundos se define la distribución de actividades para cada operario elaborándose el diseño de gráfica de equilibrio con 2 operarios para pizza tamaño familiar (tabla 5.3).

En la tabla 5.3 se observa que para la actividad “A” (colocar stickers) se multiplica el tiempo de ciclo por 5, es decir, el operario Uno debe colocar cinco veces los stickers a los platos para acercarse al tiempo takt y alcanzar un flujo de trabajo práctico, es decir, se aplica el concepto Pitch time.

Tabla 5.3.

Diseño de gráfica de equilibrio con 2 operarios - pizza tamaño familiar

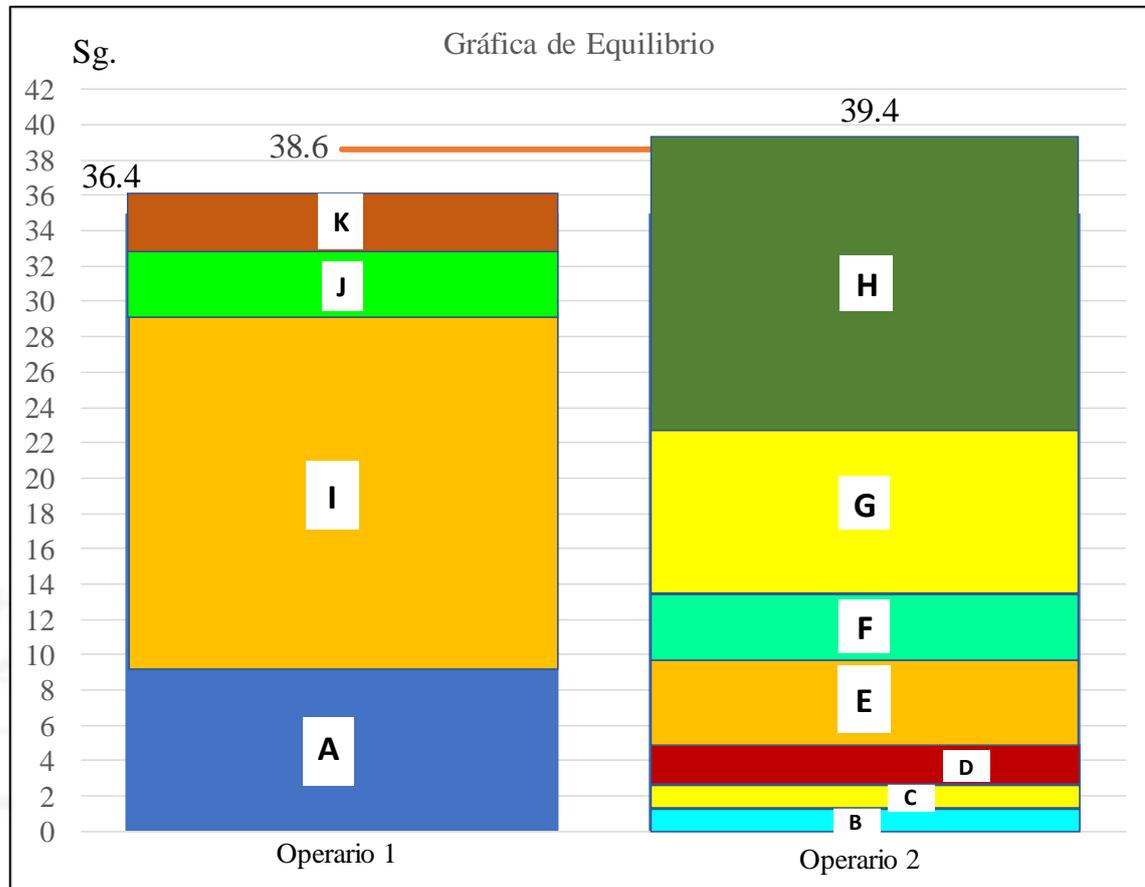
Operario	Actividades	Descripción de trabajo	Tiempos (sg.)	Tiempo de ciclo (sg.)	Takt time (sg.)	Diferencia (sg.)
Uno	5xA+I+J+K	5x Colocar stickers (ingredientes, fecha de vcto.) / Bitafilar / Colocar sticker (marca)/ Colocar producto en jaba	5x1.9 + 19.5 + 3.5 + 4.0	36.4	38.6	2.2
Dos	B+C+D+E+F+G+H	Colocar plato/colocar masa horneada/colocar salsa de tomate/Expandir salsa de tomate/colocar queso rallado/Expandir queso rallado/colocar jamonada	1.7+1.6+1.7+4.7+4.0 +8.9+16.8	39.4	38.6	-0.8

Elaboración propia

Es importante cumplir o acercarse lo más próximo al tiempo takt en la distribución de las actividades como es el caso de las actividades del operario Uno en la Gráfica de Equilibrio de la figura 5.2, aplicando para ello el concepto “pitch time”, sin embargo, se observa sobrepasar el tiempo takt en 0.8 segundos para las actividades del operario Dos, decidiéndose aceptarse ya que representaba la mejor distribución posible de actividades.

Figura 5.2.

Gráfica de Equilibrio con 2 operarios – pizza tamaño familiar



Elaboración propia

La diferencia entre las actividades asignadas al operario Uno y operario Dos es que las actividades del operario Dos involucran la manipulación de los alimentos que contiene la pizza (colocar salsa de tomate, queso rallado, jamonada) mientras que las actividades del operario Uno involucran colocar stickers, envolver la pizza, colocarla en jaba.

5.2.2.2 Manufactura Celular

La manufactura celular tiene sus orígenes en la economía del siglo XVIII, en particular, con el padre de la economía moderna, Adam Smith.

En 1776, Adam Smith, economista y filósofo escocés, demostró que la división del trabajo en labores específicas daría como resultado un incremento en la productividad y que, si cada persona hacía bien su trabajo, el resultado sería un bien común. Este concepto fue apoyado por Frederick Taylor, padre de la administración científica, quien aseguraba que la labor de especialistas dedicados a tareas repetitivas daría como resultado un flujo más productivo.

La manufactura celular es un concepto de fabricación en el que la distribución de la planta se mejora de manera significativa haciendo fluir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal y haciendo que cada empleado realice varias operaciones.

(Socconini, 2017, p. 193)

Una manufactura celular agrupa personas, máquinas para una familia de productos, trayendo beneficios para el proceso en que se aplica.

Las células se han vuelto casi universales, por lo que no es necesario un debate prolongado. En comparación con un taller de trabajo tradicional, las ventajas son la reducción masiva del lead time mediante el flujo de pieza única, grandes reducciones de inventario, control simplificado, identificación temprana de problemas de calidad, mejores posibilidades de rotación de trabajos, identificación con el artículo y flexibilidad de volumen ajustando el número de trabajadores.

(Bicheno y Holweg, 2009, p.123)

Existen beneficios obtenidos al aplicar manufactura celular.

Las siguientes son algunas de las utilidades de aplicar células de manufactura:

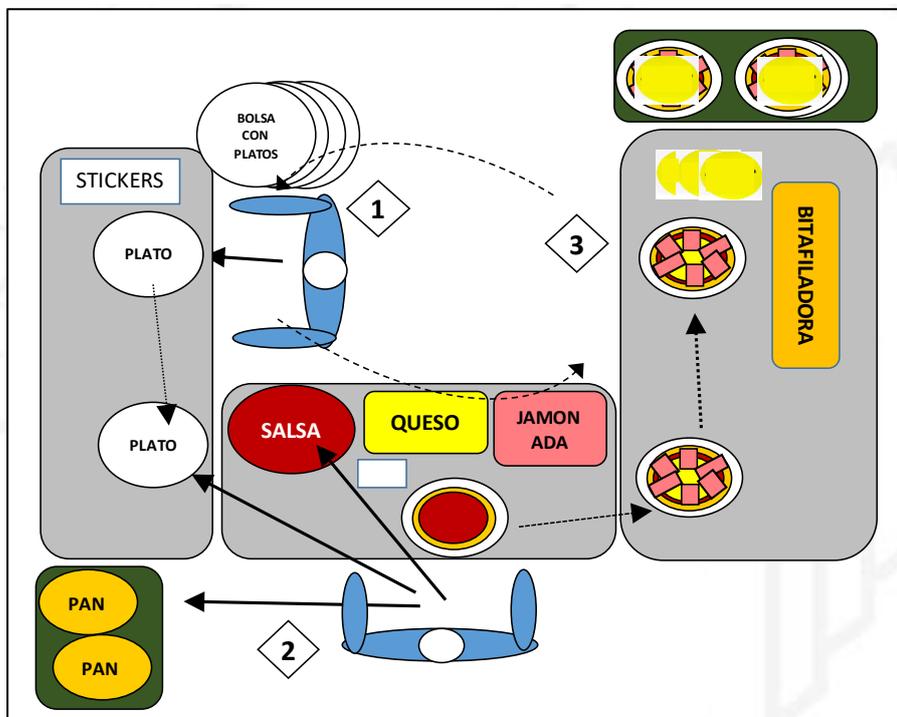
- Da continuidad en las operaciones de la planta.
- Elimina Inventarios en proceso que tienen un costo económico y generan defectos por manipulación.
- Crea procesos flexibles al producir diversos productos en una sola área.
- Aumenta la flexibilidad y eficiencia de las empresas.

- Permite que los operadores sean más eficientes ya que se puede producir lo mismo con menos personas.
 - Conecta directamente las operaciones para evitar transportes, demoras, movimientos de materiales, inventarios en proceso, sobreproducción.
- (Socconini, 2017, p.194)

Considerando la información de la figura 5.2: “Gráfica de Equilibrio con 2 operarios - pizza tamaño familiar”, se elaboró el diseño de célula (figura 5.3).

Figura 5.3.

Diseño de célula para 2 operarios – pizza tamaño familiar



Elaboración propia

5.2.2.3 Las 5's

La implementación de 5's está basado en el trabajo en equipo, ya que permite involucrar al personal en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo.

Las herramientas LEAN constituyen un gran avance para la implementación de las mejoras en los procesos que generan valor en un negocio. Sin embargo, uno de los elementos de gran importancia para esto tiene que ver con la cultura y los hábitos desarrollados a lo largo del tiempo. Por ello, al hablar aquí de orden y

limpieza, consideramos no sólo la aplicación de una herramienta básica sino el desarrollo de buenos hábitos de orden y limpieza. El método de las 5's fue desarrollado por Hiroyuki Hirano y representa una de las piedras que enmarcan el inicio de cualquier herramienta o sistema de mejora. Por ello, se dice que un buen evento de mejora es aquel que se inicia con las 5's.

(Socconini, 2017, p. 147)

Aplicar 5's busca establecer eficiencia en el uso de los recursos que se utilizan en lugar de trabajo.

Las 5's nos ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de nuestras áreas de trabajo. Con eso conseguimos:

- Aprovechar mejor nuestros recursos, en especial nuestro tiempo,
- Hacer visibles y evidentes anomalías y problemas,
- Gozar de un ambiente de trabajo más seguro y placentero,
- Incrementar nuestra capacidad de producir más artículos de mejor calidad,
- Tener un lugar presentable ante nuestros clientes.

Las 5's también resultan útiles cuando deseamos implementar nuevos sistemas en la administración de la cadena de valor (como ISO 9000, control estadístico de procesos, o, como ya lo habrá deducido, Lean Manufacturing), ya que todos éstos dependen en gran medida de la calidad (disciplina) de las personas que participan en ellos.

(Socconini, 2017, p. 150)

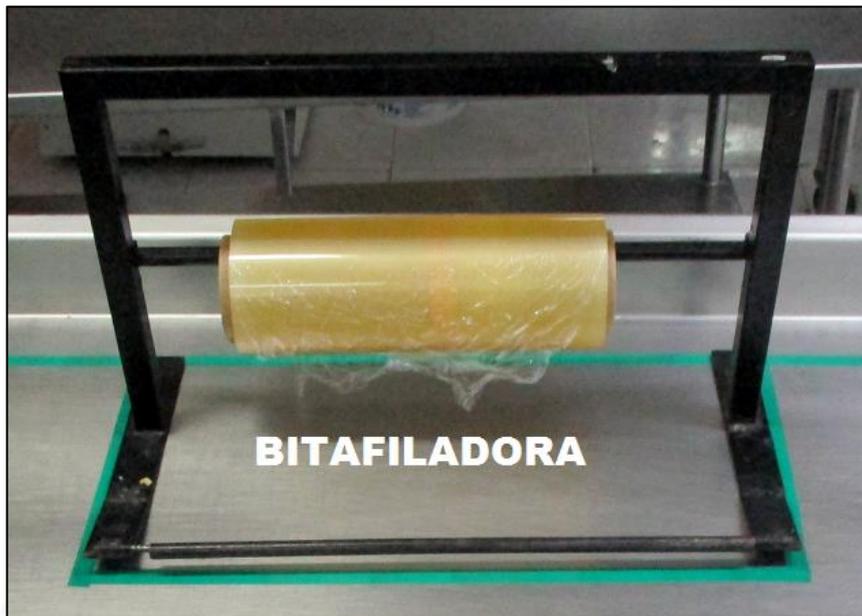
5.2.2.3.1 PRIMERA S (SEIRI).

Seleccionar. Encontrar productos obsoletos, sobrantes, equipos que no funcionan correctamente, es decir, mantener sólo lo necesario, es parte de la primera S. “Implica clasificar los contenidos de un área y eliminar elementos innecesarios como archivos, suministros, herramientas, equipos” (Tapping y Shuker, 2003, p.89).

Se seleccionaron los materiales, insumos necesarios para el armado de pizzas, entre ellos: bitafiladora, recipiente para salsa de tomate, recipiente para queso rallado, recipiente para jamonada, esponja en plato, bolsas con bandejas/platos de tecnopor.

Figura 5.4.

Instrumento para envolver pizza con papel film



Elaboración propia

Figura 5.5.

Insumos requeridos en producción



Elaboración propia

5.2.2.3.2 SEGUNDA S (SEITON).

Ordenar. Tener una ubicación y disposición para cada cosa, que pueda usarse por cualquier persona en el momento que se necesite, es parte de la segunda S. “Implica organizar los elementos necesarios para un acceso fácil y eficiente y mantenerlos de esa manera. Esto incluye estaciones de trabajo individuales, así como áreas de trabajo en equipo” (Tapping y Shuker, 2003, p.89).

Se definió la ubicación que ocupará cada uno de los materiales, insumos necesarios en el área de trabajo, teniéndose en cuenta las actividades que le corresponde a cada operario según la gráfica de Equilibrio (figuras 5.6, 5.7 y 5.8).

Figura 5.6.

Disposición de insumos en área de trabajo



Elaboración propia

Figura 5.7.

Disposición de mesas – vista posterior



Elaboración propia

Figura 5.8.

Disposición de mesas – vista frontal



Elaboración propia

5.2.2.3.3 TERCERA S (SEISO).

Limpiar. Implementar una actitud de compromiso del personal de crear un área de trabajo impecable, limpio, el cual impacta en un trabajo más eficiente es parte de la tercera S. “Implica limpiar todo, mantenerlo limpio y usar la limpieza como una forma de garantizar que su área y equipo se mantengan adecuadamente” (Tapping y Shuker, 2003, p.89).

La limpieza es una actividad que se tiene implementada en la empresa ya que posee certificación en BPM, siendo el tiempo otorgado a dicha actividad de treinta (30) minutos antes de iniciar el proceso armado de pizzas y treinta (30) minutos después de culminada la producción a realizar.

5.2.2.3.4 CUARTA S (SEIKETSU).

Estandarizar. De fácil entendimiento y colocarse en lugar visible es lo que representa un estándar, pudiendo utilizar símbolos, colores que logre explicarse por si solo. “Implica la creación de pautas para mantener el área organizada, ordenada y limpia, y hacer que los estándares sean visuales y obvios” (Tapping y Shuker, 2003, p.89). Se busca estandarizar el nuevo método a través de procedimientos visuales para una mejor comprensión por parte de los trabajadores que inician labores en la empresa buscando mantener lo implementado y/o mejorarlo.

5.2.2.3.5 QUINTA S (SHITSUKE).

Seguimiento. Busca tener un hábito de mantener correctamente los procedimientos establecidos, verificando las mismas a través de auditorías, evaluaciones de rutina, midiéndose el nivel de cumplimiento de los estándares establecidos. “Implica educación y comunicación para garantizar que todos sigan los estándares 5s” (Tapping y Shuker, 2003, p.89).

Tabla 5.4.

Checklist-evaluación de área de trabajo

5 S Checklist - Evaluación de Area de Trabajo		Número de observaciones	Puntaje		
Area:	Armado de pizza	5 o más	0		
		3 a 4	1		
		2	2		
		1	3		
		ninguna	4		
		Fecha:	Dic.2016	Enero. 2017	Febrero. 2017
Etapa	Item	Puntaje			
SEIRI (Selección)	Separar lo necesario de lo innecesario	1.3	3.3	4	
	Los pasillos, zonas de tránsito, esquinas están libres de objetos	3	4	4	
	Mesas de trabajo libres de objetos sin uso	1	3	4	
	Se observan materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	0	3	4	
	Materiales de trabajos clasificados	1	3	4	
SEITON (Organización)	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar	1.6	3.8	3.8	
	Fácil acceso a los documentos importantes de trabajo	3	4	3	
	Las áreas, ubicación de equipos están debidamente identificadas	0	4	4	
	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	4	4	4	
	Los artículos están en los lugares correctos	0	3	4	
	Los objetos son ubicados en su lugar después de usarlos	1	4	4	
SEISO	Limpieza	4.0	4.0	4.0	
	Los pasillos, pisos, paredes, superficies de trabajo se encuentran limpios	4	4	4	
	Los materiales, equipos y artículos se encuentran limpios	4	4	4	
	Un programa de limpieza se conoce, está presente y se lleva a cabo	4	4	4	
	Se cuenta con el equipo de limpieza completo y es fácil de obtener	4	4	4	
SEIKETSU (Estandarizar)	Mantener y monitorear las 3 primeras Ss	1.0	3.7	4.0	
	Anomalías no son detectables de manera fácil	0	4	4	
	Procedimientos no están visibles o son desconocidos	1	3	4	
	Las herramientas no se encuentran en menos de 30 segundos	2	4	4	
SHITSUKE (Seguimiento)	Seguir las reglas	0.0	3.3	3.3	
	Cuántos trabajadores no han recibido entrenamiento en 5S's	0	4	4	
	Cuántas veces se presenció falta de 5S's	0	3	3	
	Número de veces que las inspecciones de 5S's no fue realizada	0	3	3	
TOTAL		7.9	22.1	19.1	

Elaboración propia

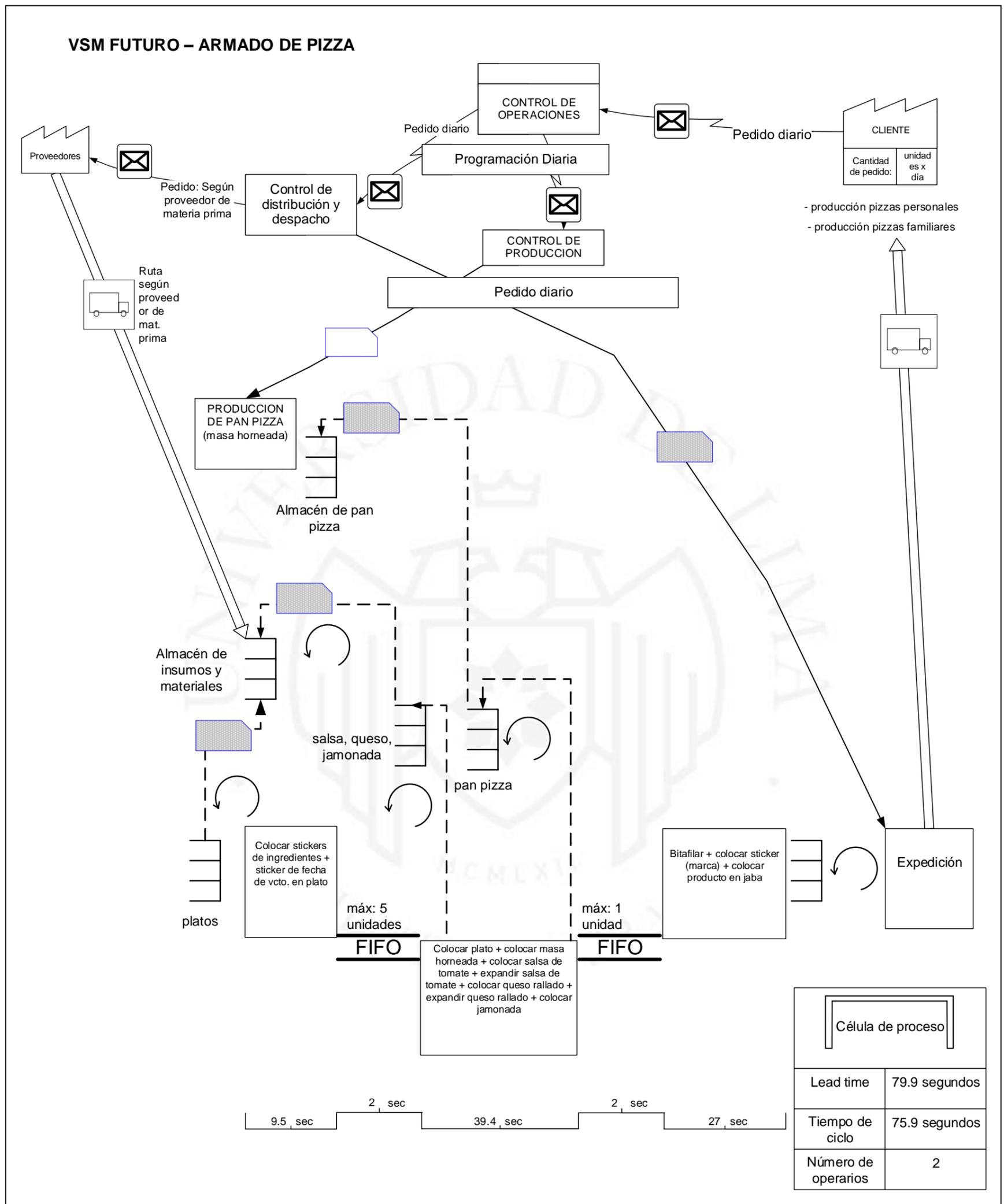
5.2.2.4 VSM Futuro

Los cambios del VSM futuro con respecto al VSM actual son los siguientes:

- Reducción del lead time eliminando actividades que no agregan valor como: sobreproducción, movimientos innecesarios, transporte, defectos.
- Implementación de flujo de movimiento de pieza única,
- Distribución del trabajo de manera uniforme eliminando amplios tiempos de espera, inventarios en proceso.
- Implementación del método de inventario FIFO¹² (First In-First Out), el cual “es un método de control de trabajo utilizado para asegurar que el trabajo más antiguo (primero en entrar) sea el primero en ser procesado (primero en salir)” (Tapping y Shuker, 2003, p.104).
- Implementación de “flujos jalados” (PULL) en lugar de los flujos empujados (PUSH) como “manera eficaz de controlar la producción” (Rother y Shook, 1999, p. 46).

¹² Significado de Primero en entrar, primero en salir

Figura 5.9.
VSM Futuro



Elaboración propia

5.2.3 Nivelación

La fase de Nivelación se consideró para una etapa posterior a la consolidación del nuevo método implementado, el cual consistiría en distribuir por volumen y tipo de pizza la producción a realizar.

En conclusión, se diseña el nuevo método de trabajo utilizando herramientas de LEAN Manufacturing como la gráfica de Equilibrio, manufactura celular, 5's, VSM futuro apoyándose en un flujo continuo, buscando controlar actividades que no agregan valor como los tiempos de espera, inventarios de espera y eliminar sobreproducción, defectos, transporte.



CAPÍTULO VI: DESCRIPCION DEL DESARROLLO

6.1 Objetivo

Describir y analizar la ejecución de la prueba piloto de nuevo método para el proceso “armado de pizzas”, observándose lo acontecido en el área de producción mientras se realizaba la prueba piloto.

6.2 Análisis de resultados obtenidos de piloto

Se realizó la prueba piloto para una producción de pizza tamaño familiar de 700 unidades, considerándose dos (02) operarios (figura 5.3).

Se observa que el operario Uno, termina más temprano la secuencia de actividades asignadas que operario Dos para producir una unidad, permitiéndole al operario Uno realizar actividades complementarias como:

- Mover el queso que se encuentra en recipiente mientras operario Dos coloca jamonada,
- Limpiar queso que ha caído del plato en su área de trabajo,
- Traer jamonada del refrigerador hacia el área de trabajo de operario Dos
- Limpiar jaba.

Se estableció que cada vez que operario Uno observara que una pizza había llegado a su área de trabajo, tenía que detener alguna de las actividades complementarias que estaba realizando para ejecutar la actividad que correspondía (bitafilar).

Así también, se observa que operario Uno sólo coloca stickers a uno o dos platos, manteniendo un inventario promedio de tres platos con stickers antes de volver a su ubicación para bitafilar el producto que operario Dos ha realizado.

Se observa que, de diez masas horneadas, una no tiene las medidas correctas, representando un valor de 10%. Asimismo, el operario Dos, encargado de colocar la masa

horneada en el plato, utiliza un tiempo aproximado de cuatro segundos en revisar que la masa horneada que va a elegir se encuentre con las medidas correctas,

Asimismo, con el transcurrir del tiempo, se observó la reducción en la velocidad de producción del producto, teniendo entre las causas a variables como:

- Tamaño incorrecto de masa horneada (pan pizza) el cual requería cortar los bordes del pan hasta alcanzar el tamaño correcto,
- El cansancio en los operarios por realizar trabajo de pie.

En la tabla 6.1 se muestra la producción por cada media hora de trabajo, resultado de la prueba piloto. Los primeros 15 valores representan una producción correspondiente a 7.5 horas; los últimos 4 valores representan cantidades producidas en 2 horas extras.

Tabla 6.1.

Producción cada media hora de trabajo

Cada 30 minutos	Producción (unidades)
00:30	45
01:00	40
01:30	36
02:00	38
02:30	34
03:00	41
03:30	30
04:00	37
04:30	29
05:00	37
05:30	35
06:00	42
06:30	39
07:00	37
07:30	44
08:00	36
08:30	42
09:00	38
09:30	20
TOTAL	700

Elaboración propia

En conclusión, se evidencia orden y estandarización en las actividades que conforman el proceso “armado de pizzas”, observándose que cada uno de los operarios tienen definidas las actividades a realizar.

La velocidad de producción de cada uno de los operarios involucrados con el transcurrir del tiempo disminuye, esto puede tener como causa principal al cansancio propio de la ejecución de las actividades.

Haciendo una comparación entre la situación inicial y los resultados obtenidos con el nuevo método de trabajo (tabla 6.2) se observa mejora en la aplicación de método propuesto. La productividad de la situación inicial mostrada considera horas-hombre extras de producción total en conjunto de armado de pizzas familiar, personal correspondiente a todos los operarios que trabajan en dicha área de producción porque así se realiza el registro el cual es parte de la información histórica recogida de la empresa.

Tabla 6.2.

Comparativo entre situación inicial y nuevo método de trabajo

	Situación inicial	Nuevo método de trabajo
Cantidad de producción	710 pizza tamaño familiar más 1050 pizza tamaño personal	700 pizza tamaño familiar
Número de horas-hombre extras	11:04	4:00
Número de operarios	7	2

Elaboración propia

CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACION DE MEJORA

7.1 Objetivo

Establecer las gráficas de equilibrio, los diseños de célula para el armado de pizzas tamaño personal con 2, 3 operarios y el armado de pizzas tamaño familiar con 3 operarios, implementarlos en el área de producción, observar y analizar el desarrollo de la implementación de método de trabajo.

7.2 Descripción de desarrollo de implementación

De manera similar a lo realizado en el capítulo V, se procede a diseñar la distribución de las actividades según el número de operarios. Para el armado de pizza tamaño personal con 2 operarios, se considera una demanda de 1100 unidades para calcular el tiempo takt utilizando los tiempos de la tabla 7.1, los cuales, incluyen un porcentaje de 4% como factor de tolerancia básica por fatiga y 2% de factor de tolerancia por estar de pie según la Oficina Internacional de Trabajo.

Tabla 7.1.

Tiempos de actividades para pizza tamaño personal

Código	ACTIVIDAD	Tiempo (segundos)
A	Colocar stickers (ingredientes, fecha de vcto.)	1.9
B	Colocar plato	1.9
C	Colocar masa horneada	1.2
D	Colocar salsa de tomate	1.0
E	Expandir salsa de tomate	4.0
F	Colocar queso rallado	3.7
G	Expandir queso rallado	1.9
H	Colocar jamonada	4.9
I	Bitafilar	10.4
J	Colocar sticker (marca)	1.8
K	Colocar producto en jaba	4.0
Tiempo Total de ciclo		36.7

Elaboración propia

Tabla 7.2.

Tiempo TAKT para producción pizza tamaño personal

TIEMPO TOTAL DE CICLO (sg.)	TIEMPO DISPONIBLE (sg.)	DEMANDA (PRODUCCION)	TIEMPO TAKT (sg.)	NUMERO DE OPERARIOS
36.7	27000	1100	24.5	2

Elaboración propia

Considerando un tiempo takt de 24.5 segundos, se define la distribución de las actividades para cada operario elaborando el diseño de equilibrio con 2 operarios para pizza tamaño personal.

Tabla 7.3.

Diseño de gráfica de equilibrio con 2 operarios - pizza tamaño personal

Operario	Actividades	Descripción de trabajo	Tiempos (sg.)	Tiempo de ciclo (sg.)	Takt time (sg.)	Diferencia (sg.)
Uno	3xA+I+J+K	3x Colocar stickers (ingredientes, fecha de vcto.)/Bitafilar/Colocar sticker (marca)/ colocar producto en jaba	3x1.9+10.4+1.8+4	22.0	24.5	3.0
Dos	B+C+D+E+F+G+H	Colocar plato/ colocar masa horneada/ colocar salsa de tomate/ expandir salsa de tomate / colocar queso rallado/ expandir queso rallado/ colocar jamonada	1.9+1.2+0.9+4+3.7+1.9+4.9	18.5	24.5	6.5

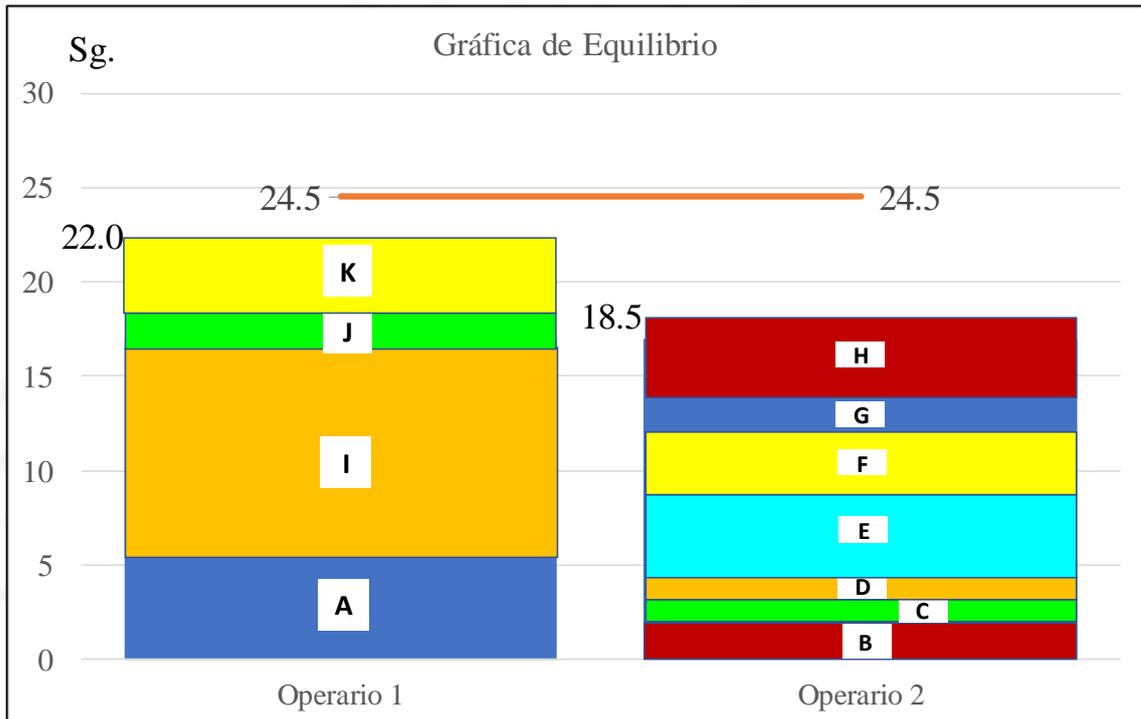
Elaboración propia

En la tabla 7.3 se observa que para la actividad “A” (colocar stickers) se multiplica el tiempo de ciclo por 3 para aproximarse al tiempo takt buscando alcanzar un flujo de trabajo práctico que represente nivelación de actividades para los dos operarios lo más próximo al tiempo takt, esto representa el concepto “Pitch time” mencionado anteriormente.

Considerando la información de las tablas 7.1, 7.2, 7.3, se elabora la Gráfica de equilibrio con 02 operarios para pizza tamaño personal (figura 7.1). El diseño de célula con dos (02) operarios para pizza tamaño personal es el mismo que la figura 5.2.

Figura 7.1.

Gráfica de Equilibrio con 02 operarios – pizza tamaño personal



Elaboración propia

Asimismo, se diseña una distribución de actividades para el armado de pizzas tamaño familiar con 3 operarios.

Tabla 7.4.

Tiempos de actividades para pizza tamaño familiar

Código	Actividad	Tiempo (segundos)
A	Colocar stickers (ingredientes, fecha de vcto.)	4.3
B	Colocar plato	2.0
C	Colocar masa horneada	3.4
D	Colocar salsa de tomate	2.8
E	Expandir salsa de tomate	6.4
F	Colocar queso rallado	4.8
G	Expandir queso rallado	5.9
H	Colocar jamonada	14.9
I	Bitafilar	14.2
J	Colocar sticker (marca)	3.5
K	Colocar producto en jaba	2.2
Tiempo total de ciclo		64.4

Elaboración propia

Tabla 7.5.

Tiempo TAKT para producción pizza tamaño familiar

TIEMPO TOTAL DE CICLO (sg.)	TIEMPO DISPONIBLE (sg.)	DEMANDA (PRODUCCION)	TIEMPO TAKT (sg.)	NUMERO DE OPERARIOS
64.4	27000	1050	25.7	3

Elaboración propia

Posteriormente, con la información de las tablas (7.4 y 7.5) se elabora el diseño de gráfica de Equilibrio con 3 operarios (tabla 7.6), la gráfica de Equilibrio para pizza tamaño familiar con 3 operarios (figura 7.2) y el diseño de célula para pizza tamaño familiar con 3 operarios (figura 7.3). Los tiempos de ciclo son resultado de los tiempos obtenidos de la prueba piloto, valores que incluyen un porcentaje de 4% como factor de tolerancia básica por fatiga y 2% de factor de tolerancia por estar de pie según la Oficina Internacional del trabajo (tabla 7.4).

Tabla 7.6.

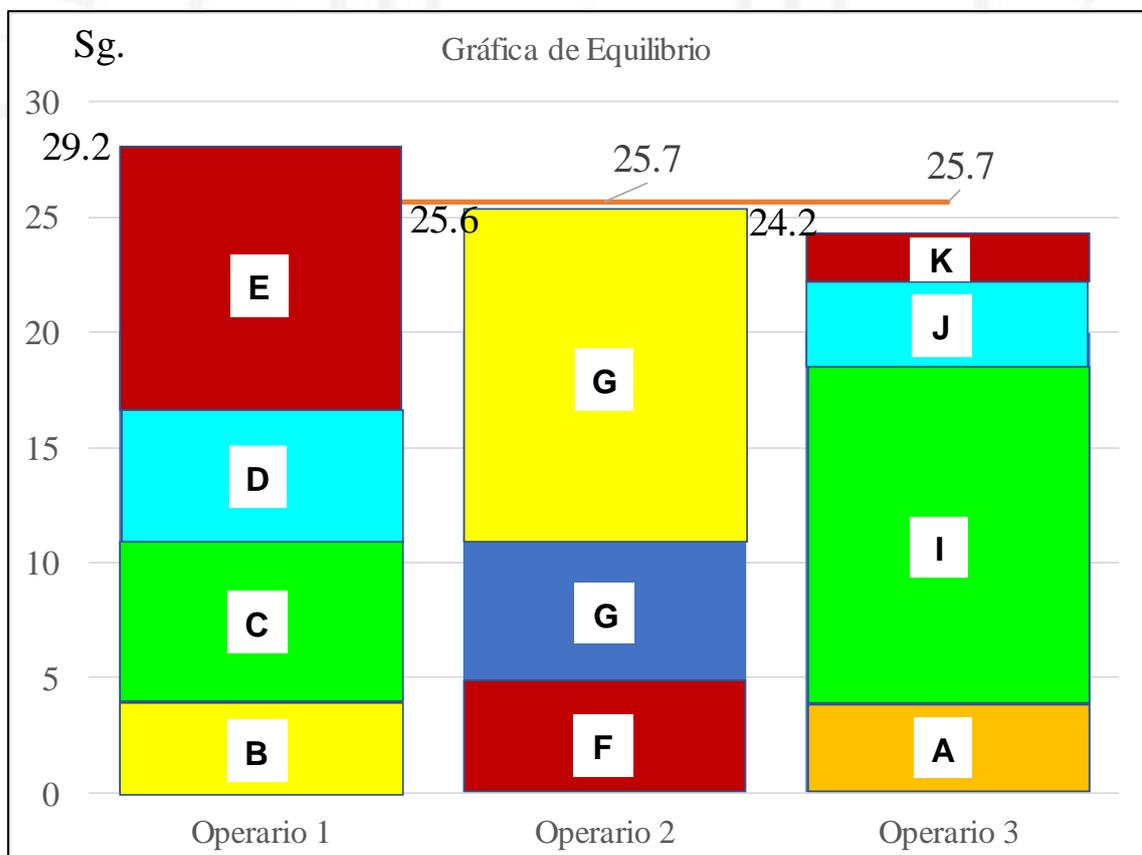
Diseño de gráfica de equilibrio para pizza tamaño familiar con 03 operarios

Operario	Actividades	Descripción de trabajo	Tiempos (sg.)	Tiempo de ciclo (sg.)	Takt time (sg.)	Diferencia (sg.)
Uno	2x(B+C+D+E)	2x (colocar plato/colocar masa horneada/ colocar salsa de tomate/ expandir salsa de tomate)	2 x (2+3.4+2.8+6.4)	29.2	25.7	-3.5
Dos	F+G+H	Colocar queso rallado/ expandir queso rallado/ colocar jamonada	4.8+5.9+14.9	25.6	25.7	0.1
Tres	A+I+J+K	Colocar stickers (ingredientes, fecha vcto.) /Bitafilar/colocar sticker (marca)/colocar producto en jaba	4.3+14.2+3.5+2.2	24.2	25.7	1.5

Elaboración propia

Figura 7.2.

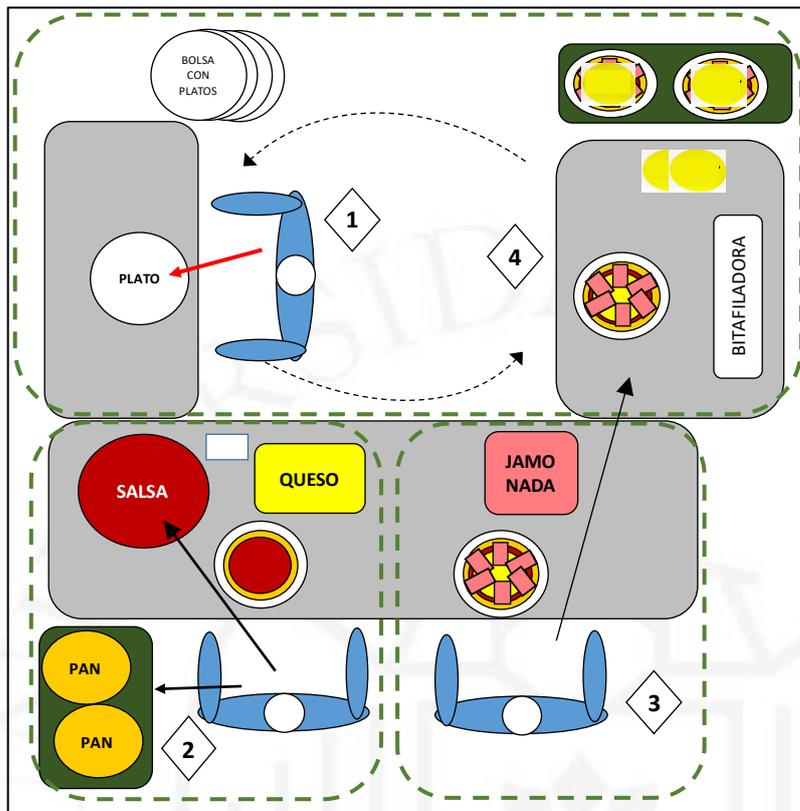
Gráfica de Equilibrio con 03 operarios – pizza tamaño familiar



Elaboración propia

Figura 7.3.

Diseño de célula para 03 operarios – pizza tamaño familiar



Elaboración propia

Luego, con los tiempos de la tabla 7.1, se diseña la distribución de actividades para de armado de pizza tamaño personal con 3 operarios.

Tabla 7.7.

Tiempo TAKT para producción pizza tamaño personal con 03 operarios

TIEMPO TOTAL DE CICLO (sg.)	TIEMPO DISPONIBLE (sg.)	DEMANDA (PRODUCCION)	TIEMPO TAKT (sg.)	NUMERO DE OPERARIOS
36.7	27000	1850	15	3

Elaboración propia

Con la información de las tablas 7.1 y 7.7 se elabora el diseño de gráfica de Equilibrio para pizza tamaño personal con 03 operarios (tabla 7.8) y la gráfica de Equilibrio para pizza tamaño personal con 03 operarios (figura 7.4), el diseño de célula es el mismo que la figura 7.3.

Tabla 7.8.

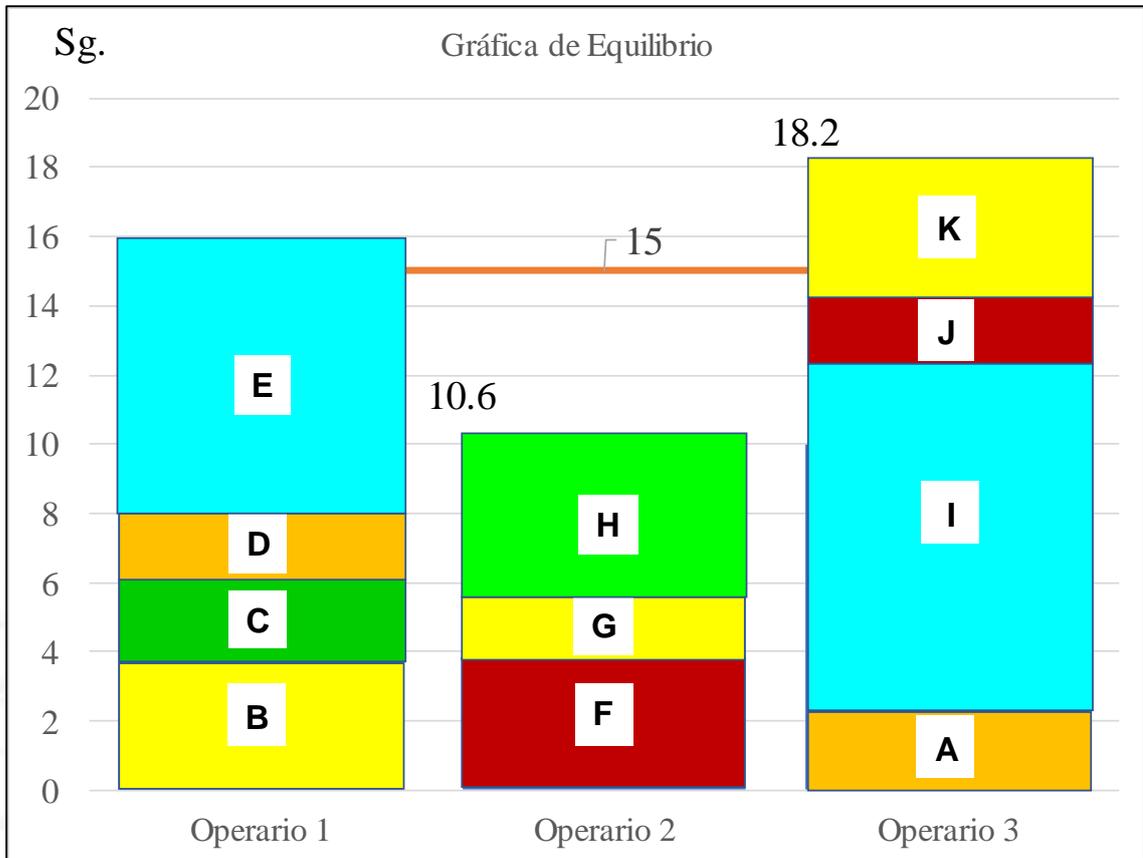
Diseño de gráfica de equilibrio para pizza tamaño personal con 03 operarios

Operario	Actividades	Descripción de trabajo	Tiempos (sg.)	Tiempo de ciclo (sg.)	Takt time (sg.)	Diferencia (sg.)
Uno	2x(B+C+D+E)	2x (Colocar plato/colocar masa horneada/colocar salsa de tomate/Expandir salsa de tomate)	2 x (1.9+1.2+1+4)	16.0	15.0	-1.0
Dos	F+G+H	Colocar queso rallado/expandir queso rallado/ colocar jamonada	3.7+1.9+4.9	10.6	15.0	4.4
Tres	A+I+J+K	Colocar stickers (ingredientes, fecha vcto.) /Bitafilar/colocar sticker (marca)/ colocar producto en jaba	1.9+10.4+1.8+4	18.2	15.0	-3.2

Elaboración propia

Figura 7.4.

Gráfica de Equilibrio con 03 operarios – pizza tamaño personal



Elaboración propia

Los diseños de gráfica de Equilibrio (tablas 7.6 y 7.8) contienen la misma distribución de actividades, siendo la diferencia el tiempo takt, esto debido a las diferencias de los tiempos de ciclo para el armado de pizza familiar y pizza personal, aplicando en ambos el “pitch time”.

La principal diferencia entre las tablas 7.3 y 7.8 es que las actividades que involucran colocar alimentos se dividen para dos operarios, quedándose el tercer operario con las actividades de colocar stickers, bitafilar, colocar producto en jaba.

7.3 Análisis del desarrollo de la implementación

Para los primeros doce (12) días de la implementación, en el armado de pizzas tamaño familiar y personal se consideraron el número de operarios obtenidos de la división del

tiempo de ciclo entre tiempo takt. En los casos en que el número de operarios requerido será uno (1), se consideró dos (2) operarios (Anexo 2), aplicándose los respectivos diseños de gráfica de equilibrio y diseño de célula para 2 operarios en el armado de pizza tamaño familiar y personal.

Posteriormente, para el armado de pizzas tamaño *familiar* con cantidades mayores a ochocientos (800) unidades, se decide disponer de tres (3) operarios (correspondía hacerlo con 2 operarios).

Asimismo, para cantidades superiores a mil cien (1100) unidades de armado de pizza tamaño personal se consideró disponer de 3 operarios (correspondía hacerlo con 2 operarios), decisiones que fueron tomadas porque los niveles de producción crecerían y era necesario que los operarios se vayan preparando en una distribución para una célula con 3 operarios y porque se identificó que requerir número de operarios menor a 3 tenía como consecuencia utilizar mayor número de horas extras (Anexo 2).

Tabla 7.9.

Cuadro Resumen, hasta enero 2017

Tamaño de pizza	Familiar		Personal	
Cantidad de producción	< 800	> 800	< 1100	> 1100
Número de operarios	2	3	2	3

Elaboración propia

Finalmente, a partir del mes de febrero del 2017, se decide realizar el armado de pizzas tamaño familiar y personal con 3 operarios, decisión tomada por los mismos motivos descritos en el párrafo anterior.

El concepto Nivelación, mencionado en el capítulo V, en japonés conocido como Heijunka¹³ sería aplicado luego de consolidar el método implementado para posteriormente, es decir, en una segunda etapa de mejora.

¹³ se refiere a una producción por pequeños lotes para modelos diferentes en una misma línea de producción durante un tiempo determinado

Figura 7.5.

Producción con 03 operarios



Elaboración propia

En conclusión, como se mencionó en el capítulo anterior, en la implementación del nuevo método, también se observaron situaciones que impactan en la productividad como: masas horneadas con dimensiones diferentes a las requeridas, reducción en la velocidad para realizar las actividades que corresponden a cada operario (teniendo como causa probable el cansancio), lo cual a su vez, hacen que se amplíen las horas-hombre extras; por ello, se tomaron las decisiones de trabajar con 3 operarios considerando que la producción está en aumento por requerimiento del cliente.

CAPÍTULO VIII: EVALUACION DE RESULTADOS

8.1 Objetivo

Determinar en qué medida se ha logrado el objetivo previamente establecido: Mejorar el lead time del proceso “armado de pizzas” evaluando valores en Layout, productividad, AMEF obtenidos de la situación inicial y situación posterior, así también, conocer la ganancia obtenida de la inversión realizada en términos monetarios a través de la evaluación económica determinando el VAN, TIR, relación B/C.

8.2 Resumen de situación inicial, posterior y ahorro

La reducción del lead time para producir una unidad es el resultado de aplicar herramientas de LEAN como la gráfica de equilibrio, manufactura celular, 5s, las cuales muestran resultados obtenidos que pueden ser conocidos a través del Layout, AMEF.

8.2.1 AMEF, situación inicial – situación posterior

En la tabla 8.5 se muestra la matriz AMEF para el proceso “armado de pizzas” con las evaluaciones correspondientes a la situación inicial y posterior a la implementación del nuevo método de trabajo.

Tabla 8.1.

Matriz AMEF (siguiente página)

AMEF de proceso: ARMADO DE PIZZA																					
No.	Función (¿Qué hace?)	Falla potencial (¿Qué puede fallar?)	Efecto (¿Cuál es la consecuencia?)	1		2		3		4		Determinación del riesgo	Acciones correctivas recomendadas	Responsables	Fecha de implementación	RESULTADO DE ACCIONES					
				SEV	OCUR	OCUR	DET	DET	RPN (SEV x OCUR x DET)	Acciones tomadas	5 SEV					6 OCUR	7 DET	8 RPN			
1	Colocar sticker de Ingredientes / fecha de vencimiento en plato	No disponer de stickers de ingredientes / fecha de vencimiento	No se inicie proceso "armado de pizza"	2	2	2	1	4	1	4	Aceptable							2	2	1	4
		"Desperdicio" identificado: Sobreproducción.- Colocar stickers en los platos en altas cantidades	lead time excesivo	2	5	5	5	50	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2		
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado de platos con stickers en área administrativa para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	5	5	5	50	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2		
		"Desperdicio" identificado: Inventario de platos con stickers en varias cantidades	lead time excesivo	2	5	5	5	50	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2		
2	Colocar plato en mesa	No disponer de platos para cubrir volumen de producción	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	3	3	1	6	1	6	Aceptable							2	3	1	6
				2	3	3	1	6	1	6	Aceptable								2	3	1
		"Desperdicio identificado": Sobreproducción de platos colocados en varias mesas	lead time excesivo	2	5	5	5	50	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2		

(continua)

(continuación)

2	Colocar plato en mesa	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Inventario de diferentes cantidades de platos puestos en mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
3	Colocar pan pizza (masa horneada) en plato	No disponer de pan pizza	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Demora en la producción de pan pizza	2	Generación inmediata de produccion de pan pizza faltante	1	4	Aceptable					2	2	1	4
		pan pizza no cumple especificaciones	Retrazo en el proceso "armado de pizza"	2	operarios no cumple con las características que requiere el producto en el proceso "elaboración de pan pizza"	4	No se realiza control.	3	24	Aceptable	Realizar análisis y establecer propuestas de mejora en el proceso "elaboración pan pizza"	Gerente de producción	Por definir		2	4	3	24
		"Desperdicio" identificado: Sobreproducción de diferentes cantidades de masas horneadas colocados sobre platos en mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para colocar masas horneadas en platos en el área de trabajo	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2

(continua)

(continuación)

3	Colocar pan pizza (masa horneada) en plato	"Desperdicio" identificado: Inventario de diferentes cantidades de masas horneadas colocadas en platos en las mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
4	Colocar salsa de tomate en masa horneada	No disponer de salsa de tomate	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Al pedido solicitado de día, alerta de la falta por no cumplimiento de proveedor.	1	6	Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	3	1	6
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicios" identificados: Movimientos innecesarios y transporte.- Operarios recorren diferentes rutas transportando (en mesa rodable) recipiente con salsa de tomate a ser añadida sobre las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
5	Expandir salsa de tomate	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para expandir la salsa de tomate añadidas sobre las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
6	Colocar queso topping sobre salsa de tomate	No disponer de queso topping	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Revisión de stock por día: que cubra la mitad de pedido del día.	1	6	Aceptable					2	1	1	2

(continúa)

(continuación)

6	Colocar queso topping sobre salsa de tomate	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicios" identificados: Movimientos innecesarios y transporte, Operarios recorren diferentes rutas transportando (en mesa rodable) el recipiente conteniendo el queso topping para ser colocada sobre las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
7	Expandir queso rallado	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para expandir el queso rallado en las masas horneadas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
8	Colocar jamonada sobre queso rallado	No disponer de jamonada	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Revisión de stock por día: que cubra la mitad de pedido del día.	1	6	Aceptable					2	3	1	6
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Movimientos innecesarios.- Operarios recorren diferentes rutas para colocar jamonada sobre las masas horneadas en mesas	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningún control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2

(continúa)

(continuación)

9	BITAFILAR (cubrir con film pizza)	No disponer de film	Se detenga proceso "armado de pizza"	2	Proveedor no entregue pedido solicitado	3	Realizar requerimiento con margen mayor a lo requerido.	1	6	Aceptable					2	3	1	6
				2	El film presente rasgos no permitidos para su uso.	2	Contar con proveedor alternativo	1	4	Aceptable					2	2	1	4
		"Desperdicio" identificado: tiempo de espera prolongado de productos bitafilados para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Movimiento y Transporte: retirar de la mesa las masas horneadas (con insumos) para tener espacio y ubicar la bitafiladora	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: movimiento y transporte de productos bitafilados en ubicación hasta la siguiente actividad	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Inventarios de productos bitafilados hasta realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
10	Colocar Sticker de marca de cliente	No disponer de stickers	Envío a cliente sin sticker	3	Proveedor no entregue pedido solicitado	2	Comunicación a cliente y el envío inmediato a tienda de los sticker	1	6	Aceptable					3	2	1	6

(continua)

(continuación)

10	Colocar Sticker de marca de cliente	"Desperdicio" identificado: tiempo de espera de productos con stickers puestos para realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: movimiento y transporte de productos con sticker en ubicación hasta la siguiente actividad	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		"Desperdicio" identificado: Inventarios de productos con sticker hasta realizar la actividad siguiente	lead time excesivo	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	5	50	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
11	Colocar producto bitafilado en jaba	No disponer de jabas	Retrazo en el proceso "armado de pizza"	1	Incremento de volumen de producción	2	Se realiza conteo de producción de pizzas para la disposición de jabas en el área	2	4	Aceptable	Comprar jabas	Gerente de producción	22-Dic.-2016.	Compra de jabas	1	2	2	4
		jaba sucia	contaminación del producto terminado	5	operario de producción no realice la limpieza de la jaba	2	Capacitación en prevención, buenas prácticas de manufactura	4	40	No Aceptable	Implementar área de lavado de jabas	Gerente de producción	15-Feb-17	Implementar área de lavado de jabas	5	1	2	10
		"Desperdicio" identificado: Defectos. No almacenar correctamente el producto	Retirar de jaba y colocar en otra jaba el producto terminado	2	Falta de capacitación en métodos para optimizar el proceso de producción	5	No se realiza ningun control respecto a la forma en que se realiza el "armado de pizza"	4	40	No Aceptable	Implementar método que elimine o minimice actividades que no agregan valor al proceso de producción	Gerente de producción	14-dic-2016.	Capacitación a trabajadores en conceptos de Desperdicios según Lean Manufacturing Implementación de: diseño de célula basado en flujo de una pieza, 5S	2	1	1	2
		Producto con cambios en su apariencia por la manipulación		3		2		2	12	Aceptable					3	2	2	12

Elaboración propia

8.2.2 Layout – situación inicial, posterior

En la situación inicial se encontró un número variable de pasos que realizaban los operarios para realizar las actividades del proceso, en la situación posterior a la mejora, dichos pasos son notorios tanto para 2 y 3 operarios en la “célula” de producción.

A continuación, se muestra los valores identificados en la situación inicial y posterior del Layout.

Tabla 8.2.

Número de pasos en Layout

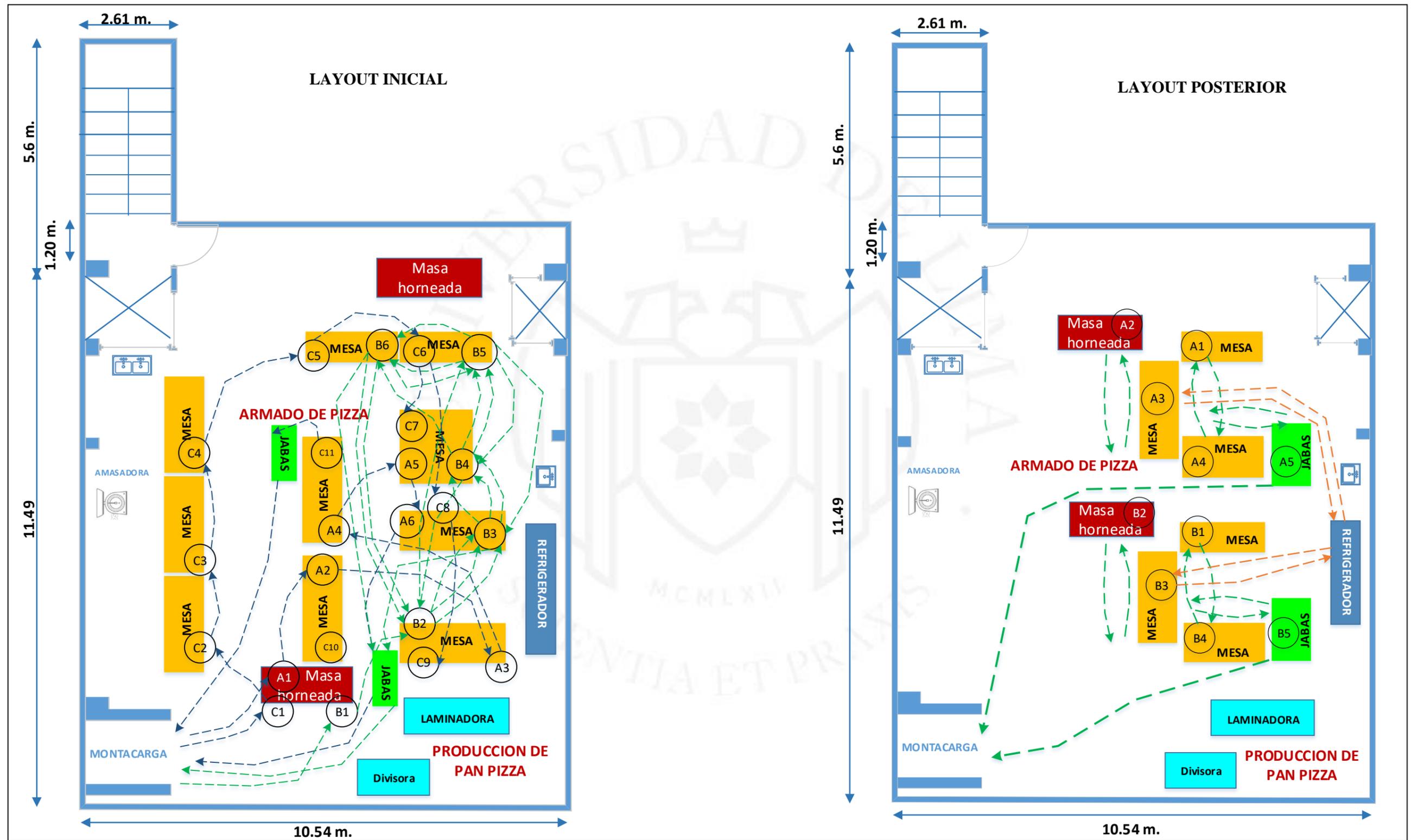
	Situación Inicial	Situación posterior
Número de pasos	Variable	Con 2 operarios: 12 Con 3 operarios: 14

Elaboración propia

En la figura 8.1 se muestra el Layout de la situación inicial y posterior en la que se puede evidenciar la mejora implementada.

Figura 8.1.

LAYOUT Inicial y Posterior a implementación de mejora



Elaboración propia

8.2.3 Indicadores operativos, situación inicial – situación posterior

En la tabla 8.3 se muestra ejemplos que comparan la situación inicial, posterior y de ahorro real para cantidades de producción total iguales o muy similares de pizza tamaño familiar más pizza tamaño personal.



Tabla 8.3.

Ahorro económico obtenido con método implementado

ANTES DE MEJORA					DESPUES DE MEJORA					DIFERENCIA DE PRODUCCIÓN	AHORRO (S/.)
PRODUCCION TOTAL (UNDS.)	HORAS-HOMBRE TOTALES	Nº de operarios	COSTO HORAS EXTRAS	PRODUCTIVIDAD (UNDS. / H-H)	PRODUCCION TOTAL (UNDS.)	HORAS-HOMBRE TOTALES	Nº de operarios	COSTO HORAS EXTRAS	PRODUCTIVIDAD (UNDS. / H-H)		
1450	45:15	8	S/. 48.7	32.0	1444	37:30	5	S/. 0.0	38.5	6	S/. 48.7
1760	41:04	7	S/. 70.1	42.8	1760	40:24	4	S/. 68.2	43.6	0	S/. 1.8
1760	41:04	7	S/. 70.1	42.8	1760	42:54	5	S/. 33.8	41.0	0	S/. 36.3
1905	40:30	7	S/. 66.1	47.0	1900	44:24	5	S/. 43.1	42.8	5	S/. 23.0
1980	49:01	8	S/. 73.5	40.4	1983	46:30	5	S/. 56.3	42.6	3	S/. 17.2
1980	49:01	8	S/. 73.5	40.4	1983	48:00	5	S/. 66.7	41.3	3	S/. 6.8
1545	33:22	5	S/. 70.0	46.3	1536	45:00	6	S/. 0.0	34.1	9	S/. 70.0
1625	51:19	7	S/. 89.8	31.7	1690	47:42	6	S/. 16.9	35.4	65	S/. 72.9
1750	42:52	7	S/. 82.5	40.8	1745	48:00	6	S/. 18.8	36.4	5	S/. 63.7
1905	40:30	7	S/. 66.1	47.0	1875	48:36	6	S/. 22.5	38.6	30	S/. 43.6

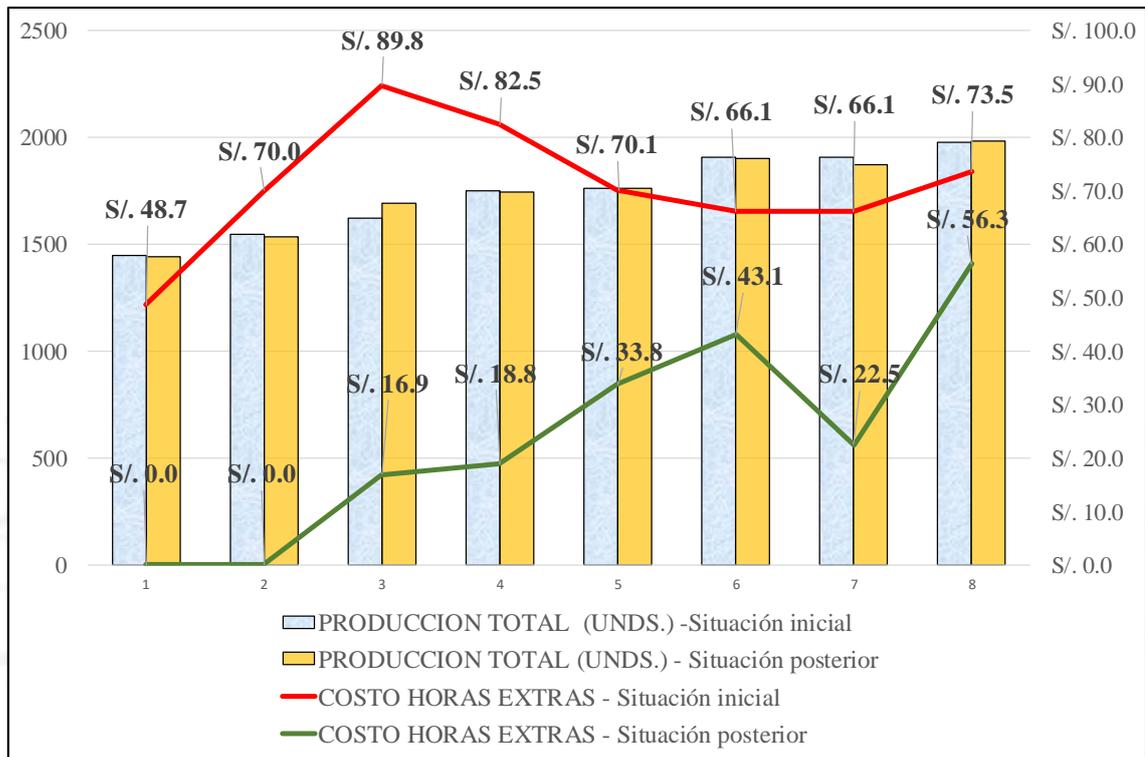
Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 y anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017.

Elaboración propia.

De la información de la tabla 8.3, se elabora la figura 8.2 comparándose los costos de horas-hombre extras de situación inicial y posterior para niveles de producciones iguales o muy similares, siendo evidente la reducción de dichos costos.

Figura 8.2.

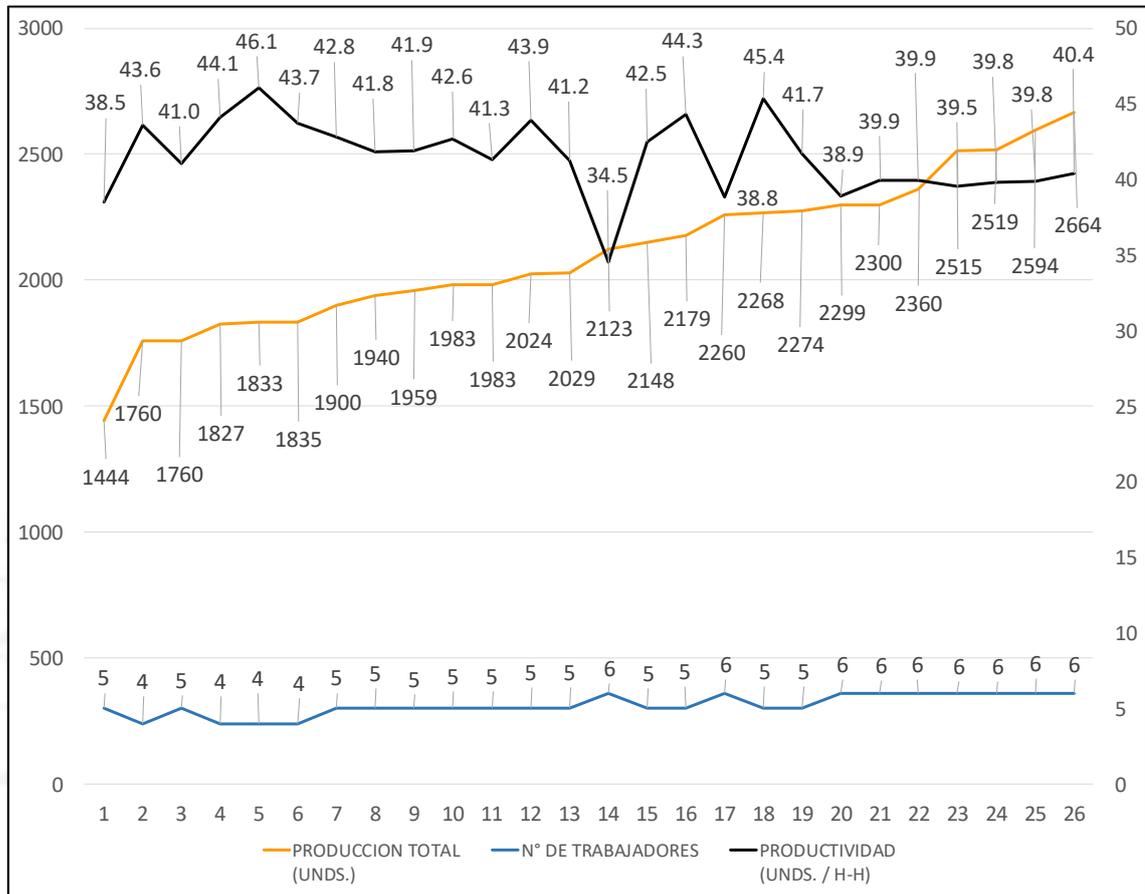
Diferencias en costos de horas-extras entre situaciones inicial y posterior



Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 y anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017. Elaboración propia.

Figura 8.3.

Relación entre producción total, n° de trabajadores, productividad - enero 2017



Nota: Datos provienen de anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017.
Elaboración propia.

De la información de la situación inicial y situación posterior (figuras 4.13 y 8.3 respectivamente) se elabora la tabla 8.4 en donde se comparan tres situaciones para niveles de producción iguales o muy similares, productividad (unidades/h-h) y número de operarios, evidenciándose incremento en la productividad con menos número de operarios para el mes de enero 2017.

Tabla 8.4.

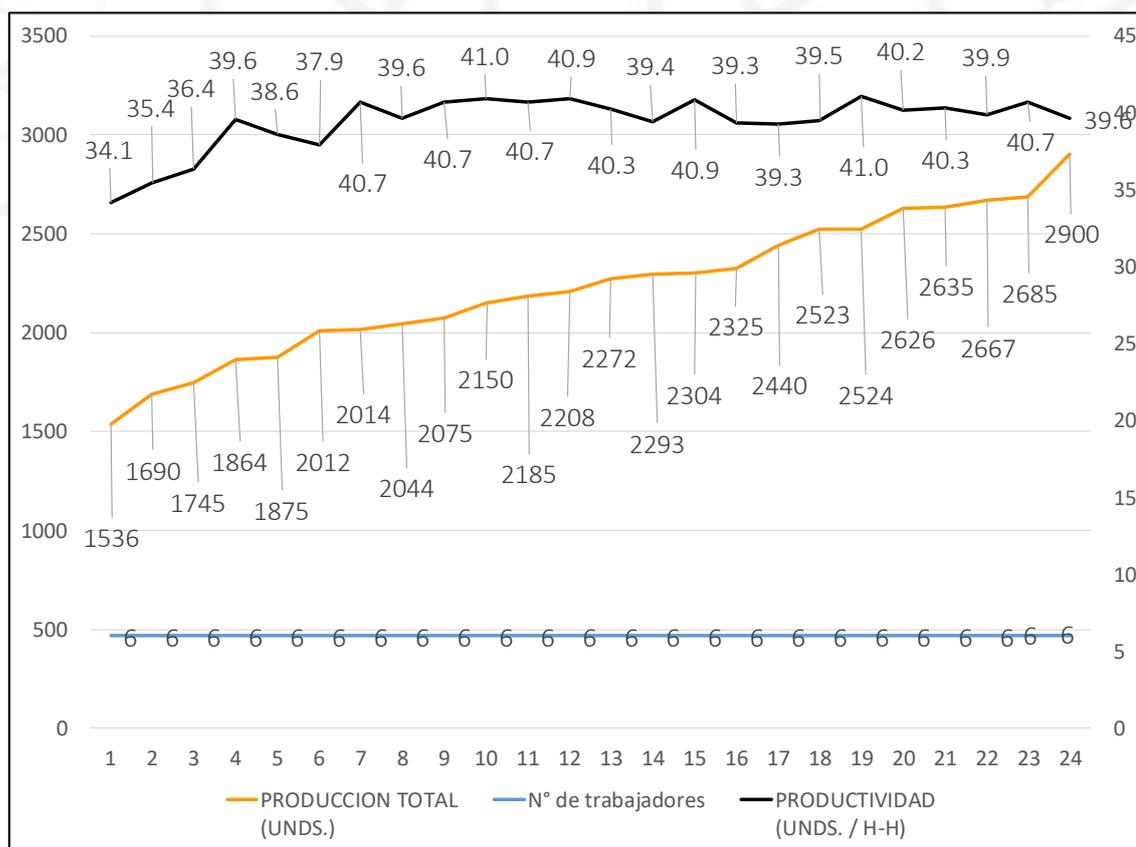
Situación inicial – posterior. Enero 2017

	1		2		3	
	Situación inicial:	Situación posterior:	Situación inicial:	Situación posterior:	Situación inicial:	Situación posterior:
Producción:	1450	1444	1760	1760	1980	1983
Productividad (unidades/h-h)	32.0	38.5	42.8	43.6	40.4	42.6
Número de operarios	8	5	7	4	8	5

Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 y anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017.
Elaboración propia.

Figura 8.4.

Relación producción total, n° de trabajadores, productividad - febrero 2017



Nota: Datos provienen de anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017.
Elaboración propia.

De la información de la situación inicial e información posterior (figuras 4.13 y 8.4 respectivamente), se elabora la tabla 8.5 en donde se comparan dos situaciones para niveles de producción iguales o muy similares, productividad (unidades/h-h) y número de operarios evidenciándose que la productividad en la situación posterior puede ser un poco menor que la productividad que la situación inicial, pero con un menor número de operarios para el mes de febrero 2017.

Tabla 8.5.

Situación inicial – posterior. Febrero 2017

	1		2	
	Situación inicial:	Situación posterior:	Situación inicial:	Situación posterior:
Producción:	1750	1745	1905	1875
Productividad (unidades/h-h)	40.8	36.4	47	38.6
Número de operarios	7	6	7	6

Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 y anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017.
Elaboración propia.

En la tabla 8.6 se muestra y compara información de la situación inicial y situación posterior en el armado de pizzas. Respecto a la productividad y las horas-hombre extras, para cantidades de producción iguales o similares, se comparan valores que hubieran correspondido a la situación inicial (basados en información de producción histórica, septiembre 2016) con valores de la situación posterior (correspondientes a los meses de enero y febrero del 2017).

Tabla 8.6.

Resumen: Situación inicial vs. Situación posterior

N°	Indicador	Situación inicial	Situación posterior	Ahorro
1	Productividad	35.5 <u>unidades</u> con 8 operarios hora-hombre	41.5 <u>unidades</u> con 5 operarios hora-hombre	+17%
		32.9 <u>unidades</u> con 8 operarios hora-hombre	39.4 <u>unidades</u> con 6 operarios hora-hombre	+ 20%
2	Lead time (producción de una unidad)	6.9 horas	2.43 minutos	-99.4%
2.1	Tiempo de valor no agregado (VNA)	6.9 horas	1.18 minutos	-99.7%
2.2	Tiempo de valor agregado (VA)	68.1 segundos	64.4 segundos	-5.5%
3	Inventario en proceso (producción de una unidad)	68 unidades (pizza familiar) 118 unidades (pizza personal)	1 – 3	-98.5%
4	horas-hombre extras	23:04	12:10	- 47%
		27:49	11:30	-59%

Nota: Para realizar la comparación respectiva, los valores promedio de productividad y de horas-hombre extras de la situación inicial son basados en producción histórica igual o similar a los correspondiente de la situación posterior. Los datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 y anexo 2, registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 de febrero del 2017. Elaboración propia.

8.3 Evaluación económica: VAN, TIR, R(B/C)

8.3.1 Identificación del COK

Para obtener el VAN, se debe conocer el costo que se origina al tomar una decisión dejando de lado otra alternativa de inversión. “El costo de oportunidad del capital, COK, es la tasa de rentabilidad que exigen los accionistas por invertir su dinero en el proyecto” (Lira, 2013, p.166).

Según Lira (2013), para determinar el COK del proyecto se utilizará el modelo CAPM¹⁴. Por lo tanto, el COK del proyecto será determinado por la ecuación del modelo:

$$\text{COK}_{\text{proy}} = r_f + \beta_{\text{proy}} \times [r_m - r_f]$$

Donde:

“ r_f = tasa de interés que paga el día de hoy un activo libre de riesgo al plazo más cercano al del proyecto”,

$[r_m - r_f]$: prima por riesgo de mercado, donde r_m “es la rentabilidad promedio anual que entrega el mercado en el plazo más largo posible” (p.167).

Según Lira (2013) el COK obtenido es una tasa de rentabilidad corriente que los accionistas del proyecto quisieran ganar si invirtiesen en EE.UU. Para llevar la tasa de rentabilidad al mercado peruano, hay que realizar un ajuste sumándole el riesgo país, que es el diferencial entre bonos soberanos en dólares americanos Perú/EE.UU. (p.177) Quedando la fórmula de la siguiente forma:

$$\text{COK}_{\text{proy}} = r_f + \beta_{\text{proy}} \times [r_m - r_f] + \text{riesgo país}$$

Según Lira (2013), se pueden obtener los valores de r_f ¹⁵, $[r_m - r_f]$ ¹⁶, β despalancada (β_u ¹⁷) por sector en páginas web que contienen dicha información necesaria para aplicar en la ecuación del COK del proyecto. (p. 178)

Para el cálculo del β_{proy} se consideran los siguientes valores:

β_u : 0.55, correspondiente a firmas del sector de Alimentos que operan en el mercado estadounidense.

Inversión de empresa	: 100%
Préstamo	: 0%
Impuesto a la renta	: 29.5%

¹⁴ Siglas de Capital Asset Pricing Model, herramienta más utilizada en el área de Finanzas para hallar la tasa de retorno

¹⁵<http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yield>

¹⁶ http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

¹⁷ http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html, revisar la sexta columna, Unlevered beta

Reemplazando los valores en la fórmula de la ecuación Hamada, se obtiene el β_{proy} :

$$\beta_{proy} = \left[1 + \frac{0\%}{100\%} \times (1 - 29.5\%) \right] \times 0.55$$
$$\beta_{proy} = 0.55$$

Luego, de la información de los enlaces web mencionados anteriormente, se obtienen los siguientes valores:

$r_f = 0.85\%$, es el valor del rendimiento de un bono del tesoro estadounidense en diciembre del 2016 a doce meses,

$[r_m - r_f]$, la prima por riesgo de mercado asciende a 8.09%

Reemplazando los valores:

$$COK_{proy} = 0.85\% + 0.55 \times 8.09\%$$

$$COK_{proy} = 5.30\%$$

El valor de 5.30% es lo que pedirían los accionistas para ejecutar el proyecto en Estados Unidos, por ello, se ajusta la tasa de rentabilidad añadiendo el riesgo país¹⁸ siendo, para diciembre del 2016, de 170 PBS lo que equivale a 1.70%, entonces:

$$COK_{proy} = 5.30\% + 1.70\%$$

$$COK_{proy} = 7.00\%$$

Los accionistas esperan ganar no menos de 7.00% en dólares americanos corrientes, pero como el flujo de caja está en nuevos soles corrientes, según Lira (2013) se tiene que convertir la tasa hallada en dólares americanos a soles. (p. 182)

Teniendo como dato que la inflación en Perú para el 2017 fue de 1.36% (INEI) y la inflación en USA para el 2017 fue de 2.10% (Departamento de trabajo de Estados Unidos), se reemplaza dichos datos en la siguiente fórmula:

¹⁸ <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04709XD/html>

$$\text{COK}_{\text{en S/.}} = \text{COK}_{\text{en US\$}} \times \frac{(1 + \pi_{\text{Perú}})}{(1 + \pi_{\text{USA}})}$$

En donde:

$$\text{COK}_{\text{en S/.}} = 7.00\% \times \frac{(1 + 1.36\%)}{(1 + 2.10\%)}$$

$$\text{COK}_{\text{en S/.}} = 6.95\%$$

Finalmente, los flujos de caja son mensuales, por tanto, se pasa el COK anual a COK mensual obteniéndose el valor de **0.56 %**.

8.3.2 Escenario pesimista

Para el escenario pesimista, se considerará en el flujo de caja proyectado que no se incrementen las ventas, manteniéndose una misma cantidad de producción de pizzas tamaño familiar y tamaño personal (tabla 8.7), siendo dichas cantidades de producción iguales al mes de diciembre del 2017 las cuales se considerarán en el flujo de caja proyectado para quince meses (tabla 8.12), considerándose solo turno día.

Tabla 8.7.

Proyección de producción mensual de pizzas para flujo de caja proyectado - escenario pesimista

Día	Pizza familiar	Pizza personal	TOTAL									
1	790	660	1450	710	635	1345	865	655	1520	1060	880	1940
2	1110	1175	2285	1230	1295	2525	1300	1245	2545	1290	1270	2560
3	1210	1095	2305	860	915	1775	1025	885	1910	1310	835	2145
4	1075	1130	2205	955	840	1795	1045	1055	2100			
5	1150	915	2065	935	760	1695	895	885	1780			
6	1165	960	2125	1195	1175	2370	1220	1225	2445			

Elaboración propia

8.3.2.1 Ahorro en consumo de energía eléctrica de fluorescentes

Para medir el nivel de ahorro entre la situación inicial y posterior en el consumo de energía eléctrica de fluorescentes en el área de armado de pizzas, para la situación inicial, se considerarán el consumo de los valores reales de producción provenientes del mes base (septiembre 2016) menos el consumo de una producción proyectada igual o similar en la situación posterior. Para la situación posterior no se considera turno noche (tabla 8.9).

Tabla 8.8.

Consumo de energía eléctrica de fluorescentes – situación inicial

Turno	tiempo de uso de energía eléctrica de fluorescentes (horas/día)	tiempo promedio de horas adicionales de energía eléctrica de fluorescentes (horas /día)	consumo promedio de energía eléctrica en fluorescentes (Kwh/día)	consumo promedio de energía eléctrica en fluorescentes (Kwh/mes)	consumo (soles/día)	consumo (soles/mes incluido IGV)
Día	9.5	2.12	6.2	160.8	S/. 2.04	S/. 62.50
Noche	9.5	2.23	6.2	162.3	S/. 3.76	S/. 115.27
TOTAL						S/. 177.77

Nota: Para el cálculo se considera los precios unitarios (soles/kwh) de 0.2 y 1.5 para hora fuera de punta (11:00 pm a 6:00 pm) y hora punta (6:00 pm a 11:00 pm) respectivamente.

Elaboración propia

Tabla 8.9.

Consumo de energía eléctrica de fluorescentes – situación posterior

Turno	tiempo de uso de energía eléctrica de fluorescentes (horas/día)	tiempo promedio de horas adicionales de energía eléctrica de fluorescentes (horas /día)	consumo promedio de energía eléctrica en fluorescentes (Kwh/día)	consumo promedio de energía eléctrica en fluorescentes (Kwh/mes)	consumo (soles/día)	consumo (soles/mes incluido IGV)
Día	9.5	4.0	7.2	186.7	S/. 3.59	S/. 109.99
TOTAL						S/. 109.99

Elaboración propia

De la información de las tablas 8.8 y 8.9, se obtiene un ahorro de S/. 67.78, único valor que se considerará para el horizonte del flujo de caja proyectado.

8.3.2.2 Ahorro en horas-hombre extra

Para medir el nivel de ahorro entre la situación inicial y posterior en horas-hombre extra del proceso de armado de pizzas, para la situación inicial, se considerarán los costos de los valores reales de producción provenientes de mes base (septiembre 2016) menos los costos de una producción proyectada igual o similar en la situación posterior.

Tabla 8.10.

Costo horas-hombre extra en un mes – situación inicial

Días / semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Día 1	S/. 48.7	S/. 28.2	S/. 70.0	S/. 77.6	S/. 73.5
Día 2	S/. 212.4				
Día 3	S/. 212.4	S/. 70.1	S/. 77.6	S/. 212.4	S/. 52.5
Día 4	S/. 212.4	S/. 52.5	S/. 212.4	S/. 212.4	
Día 5	S/. 212.4	S/. 48.8	S/. 70.1	S/. 52.5	
Día 6	S/. 212.4	S/. 212.4	S/. 212.4	S/. 212.4	
TOTAL					S/. 3,907.7

Nota: Datos provienen de anexo 1, registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016.
Elaboración propia.

Tabla 8.11.

Proyección de costo horas-hombre extra en un mes - situación posterior

Días / semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Día 1	S/. 56.1	S/. 56.1	S/. 56.1	S/. 79.0	S/. 103.2
Día 2	S/. 78.9	S/. 103.2	S/. 103.2	S/. 103.2	S/. 98.0
Día 3	S/. 103.2	S/. 72.3	S/. 79.0	S/. 71.9	S/. 189.4
Día 4	S/. 114.8	S/. 68.2	S/. 113.5	S/. 113.5	S/. 80.7
Día 5	S/. 67.9	S/. 68.2	S/. 56.1	S/. 56.1	
Día 6	S/. 67.9	S/. 103.2	S/. 103.2	S/.	
TOTAL					S/. 2,365.6

Elaboración propia.

De la diferencia de los costos totales de las tablas 8.10 y 8.11 se obtiene un ahorro por costo de **hora-hombre extra** de S/. 1542.0, valor que se considerará para cada uno de los meses del horizonte del flujo de caja proyectado.

8.3.2.3 Cálculo del VAN, TIR y R(B/C)

Para el cálculo del VAN, TIR y la relación beneficio/costo se considerará en el flujo de caja proyectado para ocho meses: el COK, la inversión, compuesta por el valor de los servicios de consultoría y los costos de horas-hombre por capacitación a los trabajadores de la empresa (Anexo 3), los ahorros en horas-hombre extras, los ahorros en consumo de energía eléctrica de fluorescentes y costos adicionales de servicio de consultoría.

8.3.2.3.1 Flujo de Caja proyectado para escenario pesimista

Del flujo de caja para el escenario pesimista (tabla 8.12), se obtienen los siguientes valores:

VAN S/.	= 8,252	(mensual)
TIR	= 12.8%	(mensual)
R (B/C)	= 2.92	

De la relación beneficio/costo (B/C) se puede decir que por cada sol invertido se tendrá un beneficio equivalente a S/. 2.92.

Tabla 8.12.

Flujo de Caja proyectado para escenario pesimista

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión inicial	-3,317															
*Costo de consultoría	-2,950															
*Costo Horas-Hombre por capacitación	-367															
Ahorro en Horas-Hombre extras		1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542	1,542
Ahorro en consumo de Energía Eléctrica de fluorescentes		68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Costo de consultoría		-2,360	-1,180	-1,180												
Utilidad antes de Impuestos	-3,317	-750	430	430	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610	1,610
Impuesto a la renta (29.5%)	-979	-221	-127	-127	-475	-475	-475	-475	-475	-475	-475	-475	-475	-475	-475	-475
Utilidad después de impuestos	-4,296	-971	303	303	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135	1,135

Elaboración propia

8.3.3 Escenario más probable

Para el escenario más probable, se considerará en el flujo de caja producciones proyectadas para cada día de la semana, las cuales están basadas en ecuaciones obtenidas de la información de producción histórica de pizza tamaño familiar y tamaño personal, escogiéndose la ecuación que tenga un coeficiente de correlación más cercano al valor de 1.

La producción de pizzas estará limitada por la capacidad instalada en el área de trabajo la cual es de 1274 unidades para pizza tamaño familiar y 1425 unidades para pizza tamaño personal. Asimismo, sólo se considera un solo turno, el cual es el turno día.

En este escenario se considerará necesario el trabajo de un operario adicional a tiempo completo, el cual conlleva, para el flujo de caja proyectado, considerar el costo de mano de obra directa, gratificación y el costo de CTS adicional respectivo.

Tabla 8.13.

Proyección de producción mensual de pizzas tamaño familiar para flujo de caja proyectado - escenario más probable

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	producción														
Día 1	5040	4228	4384	4547	4759	4935	6358	5096	5096	6370	5096	5096	6370	5096	5096
Día 2	5262	4291	4414	4516	5771	4636	4774	6056	4909	6210	5022	5069	6370	5096	5096
Día 3	4371	4544	5719	4598	5775	4636	4650	5828	4676	4685	5869	4705	5891	4722	4729
Día 4	4966	5096	6370	5096	5096	6370	5096	6370	5096	5096	6370	5096	5096	5096	6370
Día 5	4847	5096	6370	5096	5096	6370	5096	5096	6370	5096	5096	6370	5096	5096	6370
Día 6	4073	4140	4136	5170	4132	4132	5161	4128	5086	4066	4064	5076	4059	4056	5069

Elaboración propia

Tabla 8.14.

Proyección de producción mensual de pizzas tamaño personal para flujo de caja proyectado - escenario más probable

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	producción														
Día 1	5229	5462	5700	5700	5700	5700	7125	5700	5700	7125	5700	5700	7125	5700	5700
Día 2	6464	5700	5700	5700	7125	5700	5700	7125	5700	7125	5700	5700	7125	5700	5700
Día 3	3685	3728	4578	3738	4959	4338	4795	6791	5700	5700	7125	5700	7125	5700	5700
Día 4	5310	5700	7125	5700	5700	7125	5700	7125	5700	5700	7125	5700	5700	5700	7125
Día 5	4383	4858	6223	5099	5207	6658	5447	5555	7086	5700	5700	7125	5700	5700	7125
Día 6	3502	4022	5135	7125	5700	5700	7125	5700	7125	5700	5700	7125	5700	5700	7125

Elaboración propia

8.3.3.1 Ahorro en consumo de energía eléctrica de fluorescentes

Para medir el nivel de ahorro entre la situación inicial y posterior en el consumo de energía eléctrica de fluorescentes en el área de armado de pizzas, para la situación inicial, se considerarán el consumo de los valores reales de producción, provenientes de mes base, septiembre 2016, menos el consumo de cada mes de la producción proyectada igual o similar cantidad en la situación posterior. En la tabla 8.15 se observa los ahorros proyectados para cada uno de los meses que conforman el flujo de caja proyectado.

Tabla 8.15.

Consumo de energía eléctrica de fluorescentes – situación posterior

Mes	tiempo de uso de energía eléctrica de fluorescentes (horas/día)	tiempo promedio de horas adicionales de energía eléctrica de fluorescentes (horas /día)	consumo promedio de energía eléctrica en fluorescentes (Kwh/día)	consumo promedio de energía eléctrica en fluorescentes (Kwh/mes)	consumo (soles/día)	consumo (soles/mes incluido IGV)	Ahorro proyectado respecto a la situación inicial
1	9.5	2.8	6.5	169.9	S/2.6	S/79.2	S/99
2	9.5	2.7	6.5	156.4	S/2.6	S/72.3	S/106
3	9.5	2.9	6.6	178.0	S/2.7	S/85.1	S/93
4	9.5	2.8	6.5	163.5	S/2.6	S/76.5	S/101
5	9.5	2.9	6.6	172.0	S/2.7	S/83.0	S/95
6	9.5	3.1	6.7	174.6	S/2.9	S/87.8	S/90
7	9.5	3.2	6.8	175.8	S/2.9	S/90.0	S/88
8	9.5	3.3	6.8	183.4	S/3.0	S/95.1	S/83
9	9.5	3.3	6.8	177.0	S/3.0	S/92.3	S/85
10	9.5	3.4	6.8	178.0	S/3.1	S/93.9	S/84
11	9.5	3.3	6.8	177.5	S/3.0	S/93.2	S/85
12	9.5	3.3	6.8	170.8	S/3.0	S/89.7	S/88
13	9.5	3.4	6.9	178.9	S/3.1	S/95.7	S/82
14	9.5	3.4	6.9	164.9	S/3.1	S/87.9	S/90
15	9.5	3.4	6.8	171.2	S/3.1	S/90.4	S/87

Elaboración propia

8.3.3.2 Ahorro en horas-hombre extra

Para medir el nivel de ahorro entre la situación inicial y posterior en horas-hombre extra del proceso de armado de pizzas, para la situación inicial, se considerarán los costos de los valores reales de producción provenientes de mes base (septiembre 2016) menos los

costos para cada mes de una producción proyectada igual o similar en la situación posterior (tabla 8.13 y tabla 8.14).



Tabla 8.16.

Proyección de Costos en hora-hombre extra para una situación inicial

Día / Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Día 1	S/. 902	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850				
Día 2	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850
Día 3	S/. 707	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850
Día 4	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062
Día 5	S/. 690	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062
Día 6	S/. 262	S/. 711	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062	S/. 850	S/. 850	S/. 1,062
TOTAL	S/. 4,473	S/. 4,958	S/. 5,734	S/. 5,309	S/. 5,522	S/. 5,522	S/. 5,522	S/. 5,734	S/. 5,522	S/. 5,522	S/. 5,522	S/. 5,522	S/. 5,734	S/. 5,097	S/. 5,734

Elaboración propia

Tabla 8.17.

Proyección de Costos en horas-hombre extra para una situación posterior

Día / Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Día 1	S/. 312	S/. 371	S/. 438	S/. 450	S/. 505	S/. 543	S/. 709	S/. 575	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 575
Día 2	S/. 412	S/. 427	S/. 438	S/. 446	S/. 567	S/. 454	S/. 507	S/. 638	S/. 535	S/. 669	S/. 535	S/. 555	S/. 719	S/. 575	S/. 575
Día 3	S/. 283	S/. 237	S/. 297	S/. 231	S/. 289	S/. 261	S/. 356	S/. 531	S/. 470	S/. 470	S/. 588	S/. 470	S/. 588	S/. 470	S/. 454
Día 4	S/. 506	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 575	S/. 575	S/. 719
Día 5	S/. 411	S/. 465	S/. 581	S/. 465	S/. 484	S/. 634	S/. 514	S/. 548	S/. 719	S/. 575	S/. 575	S/. 719	S/. 575	S/. 575	S/. 719
Día 6	S/. 184	S/. 188	S/. 311	S/. 485	S/. 388	S/. 388	S/. 485	S/. 388	S/. 494	S/. 395	S/. 395	S/. 494	S/. 395	S/. 395	S/. 494
TOTAL	S/. 2,107	S/. 2,263	S/. 2,783	S/. 2,652	S/. 2,808	S/. 2,999	S/. 3,146	S/. 3,400	S/. 3,369	S/. 3,404	S/. 3,388	S/. 3,390	S/. 3,572	S/. 3,167	S/. 3,538
AHORRO	S/. 2,366	S/. 2,695	S/. 2,951	S/. 2,657	S/. 2,714	S/. 2,523	S/. 2,376	S/. 2,334	S/. 2,152	S/. 2,118	S/. 2,134	S/. 2,132	S/. 2,162	S/. 1,930	S/. 2,197

Elaboración propia

De la información de la tabla 8.16 y tabla 8.17 se observa en la tabla 8.17 los respectivos ahorros por costo de **hora-hombre extra** para cada mes.

8.3.3.3 Cálculo del VAN, TIR y R(B/C)

Para el cálculo del VAN, TIR y la relación beneficio/costo se considerará en el flujo de caja proyectado para quince meses: la inversión, compuesta por el valor de los servicios de consultoría y los costos de horas-hombre por capacitación a los trabajadores de la empresa (Anexo 3), los ahorros en horas-hombre extras, los ahorros en consumo de energía eléctrica de fluorescentes, costo de mano de obra directa adicional (a partir del mes 2), los costos de compensación por tiempo de servicios (CTS) de mano de obra adicional, gratificación de mano de obra adicional, costos adicionales de servicio de consultoría y el COK.

8.3.3.3.1 Flujo de Caja proyectado para Escenario más probable

Del flujo de caja para el escenario más probable (tabla 8.18), se obtienen los siguientes valores:

VAN S/.	= 663	(mensual)
TIR	= 2.7%	(mensual)
R (B/C)	= 1.15	

De la relación beneficio/costo (B/C) se puede decir que por cada sol invertido se tendrá un beneficio equivalente a S/. 1.15.

Tabla 8.18.

Flujo de Caja proyectado para escenario más probable

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión inicial	-3,317															
*Costo de consultoría	-2,950															
*Costo Horas-Hombre por capacitación	-367															
Ahorro en Horas-Hombre extras		2,366	2,695	2,951	2,657	2,714	2,523	2,376	2,334	2,152	2,118	2,134	2,132	2,162	1,930	2,197
Ahorro en consumo de Energía Eléctrica de fluorescentes		99	106	93	101	95	90	88	83	85	84	85	88	82	90	87
Costo de Mano de Obra directa adicional			-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308	-1,308
CTS correspondiente a mano de obra directa adicional						-438						-1,110				
Gratificación correspondiente a mano de obra directa adicional								-1,569					-1,948			
Costo de consultoría		-2,360	-1,180	-1,180												
Utilidad antes de Impuestos	-3,317	104	313	555	1,451	1,063	1,305	-413	1,109	930	893	-200	-1,036	936	712	976
Impuesto a la renta (29.5%)	-979	-31	-92	-164	-428	-314	-385	-122	-327	-274	-264	-59	-306	-276	-210	-288
Utilidad después de impuestos	-4,296	73	221	391	1,023	749	920	-535	782	656	630	-259	-1,341	660	502	688

Elaboración propia

En conclusión, en ambos escenarios, se puede observar la viabilidad del trabajo realizado por tener un VAN mensual mayor a cero, TIR mensual mayor al COK y una relación beneficio/costo mayor a uno, lo cual indica que es mayor el beneficio que la inversión.



CAPÍTULO IX: METODOS PARA ASEGURAR MEJORA IMPLEMENTADA

9.1 Objetivo

Establecer acciones para asegurar el mantenimiento y/o mejora implementada en el proceso de armado de pizzas.

9.2 Trabajo Estándar

Es importante que en la capacitación de nuevos operarios se muestre los tiempos estándar, los diseños de célula, las gráficas de equilibrio, la ubicación de los insumos para el armado de pizzas tamaño familiar y personal.

Mostrar a los nuevos operarios que inician actividades en la empresa el mejor uso de los recursos que representa el flujo único de pieza en lugar de realizar actividades que involucran sobreproducción, niveles altos de inventario en proceso, tiempos de espera prolongados.

Asimismo, un método de estandarizar el nuevo método es a través de procedimientos visuales, mostrando en las capacitaciones a los nuevos operarios que inicien actividades en el área de producción, videos de la situación inicial y posterior, implementando una “Gestión del Conocimiento” con el objetivo de prevenir la aparición de desperdicios identificados como: Inventarios en proceso, movimientos innecesarios, transporte, correcciones, sobreproducción.

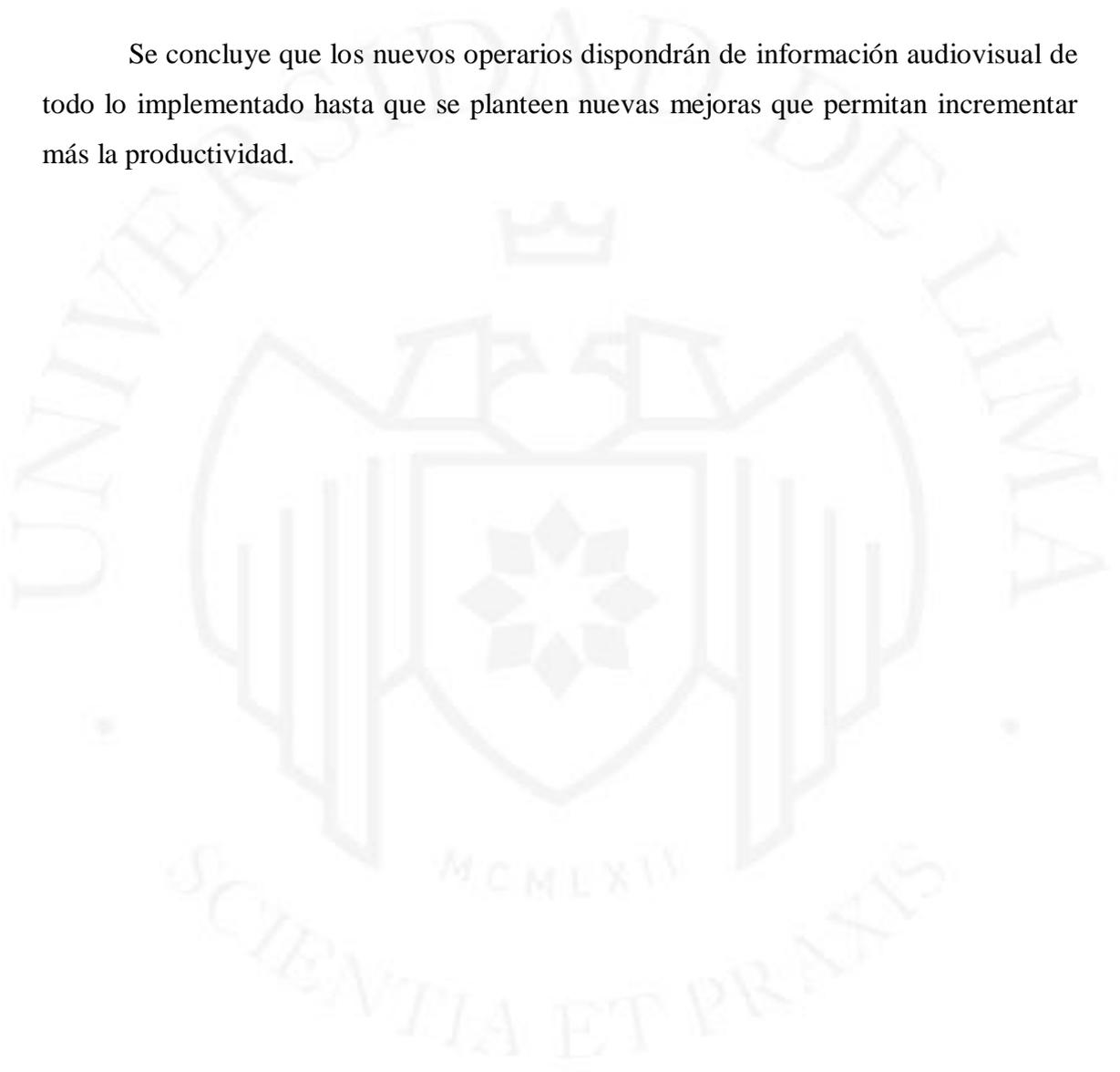
9.3 Mejora Continua

El primer paso para continuar mejorando lo implementado es obtener el compromiso de la gerencia general para luego asignar un coordinador de LEAN management quien se encargue de crear, dirigir un equipo de LEAN Manufacturing.

El siguiente paso será identificar oportunidades de mejora al método de producción implementado, elaborando planes de acción.

Luego de implementar las mejoras respectivas, se debe publicar los resultados alcanzados para finalmente hacer un reconocimiento y premiación a los equipos de trabajo. Lo descrito representa un ciclo que debe realizarse con una frecuencia establecida, ampliándose a todas las áreas de producción de los diferentes productos que se elaboran.

Se concluye que los nuevos operarios dispondrán de información audiovisual de todo lo implementado hasta que se planteen nuevas mejoras que permitan incrementar más la productividad.



CONCLUSIONES

- Se demuestra **eficiencia** en el nuevo método de producción comparando información entre la situación inicial y posterior, por ejemplo: una producción de 1450 unidades, se realizaba con 10 horas de producción, 8 operarios y 45.3 Horas-Hombre, luego, en la situación posterior, una producción de 1444 unidades se pudo realizar con 7.5 horas, 5 operarios y 37.5 Horas-Hombre, obteniéndose un ahorro de 7.8 Horas-Hombre.
- En la situación inicial, para las producciones mencionadas, se obtendría una **productividad** de 32.0 unidades/H-H, mientras que en la situación posterior la productividad fué de 38.5 unidades/H-H.
- Otro ejemplo de **productividad** para una producción de 1625 unidades, con 7 operarios, la productividad es de 31.7 unidades/H-H, luego para una producción de 1690 unidades, con 6 operarios, se obtiene una productividad de 35.4 unidades/H-H lo que representa una mejora del 11.7%
- En el capítulo 5 se detalla los beneficios que se obtienen al implementar la primera y segunda fase de LEAN Manufacturing, apoyándose en el diseño y aplicación de las herramientas “gráfica de Equilibrio”, “manufactura celular” para enfrentar los desperdicios existentes en el proceso; considerando los inventarios como desperdicio, al aplicar esta metodología, se logró **reducir los inventarios en proceso** desde 68 unidades (pizza familiar), 118 unidades (pizza personal) a tener pocas unidades como inventario en proceso en el armado de las pizzas..
- Se logró reducir el **lead time** para producir una unidad desde 6.9 horas a 2.43 min.
- Otro ejemplo de **eficiencia** en el nuevo método de producción: en la situación inicial una producción de 1750 unidades se realizaba con 12:52 Horas-Hombre extras y 7 operarios, luego, en la situación posterior, para una producción de 1745 unidades, se pudo realizar con 3:00 Horas-Hombre extras y 6 operarios, obteniéndose un ahorro de 9:52 Horas-Hombre extras.
- Con la aplicación y consiguientes ahorros del nuevo método empleado, la empresa se prepara de una mejor manera, a través de un mejor uso de sus recursos, para la expansión de tiendas por parte del cliente.

- Al implementar el método se pudieron identificar otras **nuevas oportunidades de mejora** que impactan en la productividad como la reducción de la velocidad de producción por parte de los operarios, la cual puede tener como una de las causas a dolores lumbares, fatiga muscular general, dolor en los pies, hinchazón en las piernas producto del trabajo de pie.
- Se determina la viabilidad del trabajo realizado para los escenarios pesimista y más probable a través de los VAN mensual (S/. 8,252 y S/. 663 respectivamente), las TIR mensual (12.8% y 2.7% respectivamente, los cuales son mayores al COK mensual: 0.56%) y de la relación beneficio/costo (2.92 y 1.15 respectivamente).



RECOMENDACIONES

- Se recomienda avanzar a la siguiente fase de la implementación de este método de producción conocida como Nivelación (en japonés “Heijunka”) el cual significa distribuir por volumen y tipo de producto la producción a realizar, es decir, combinar cantidades pequeñas para pizza tamaño familiar y tamaño pequeño para completar la producción.
- Realizar exámenes ocupacionales a los operarios, según al peligro a que están expuestos, para determinar con exactitud dolores, lesiones que pueden presentar por el trabajo de pie que realizan.
- Evaluar la implementación de elementos de ergonomía para el trabajo de pie de los operarios, por ejemplo, tapetes industriales anti fatiga, hechos especialmente para el personal que trabaja de pie y que reduzcan el cansancio y fatiga.
- Brindar charlas periódicas, a través de servicios externos de profesionales especializados, respecto a ejercicios para aliviar pies, piernas cansadas producto del trabajo de pie.
- Implementar reconocimientos a los trabajadores, siendo elegidos por los mismos trabajadores de manera anónima, estableciendo para ello buzones en las áreas de trabajo en donde se pueda escribir y depositar los nombres de quienes se considere merecedores de reconocimiento, teniendo como objetivo incentivar su desempeño, competencias laborales.
- Identificar propuestas de mejora que permita eliminar o minimizar la producción de masas horneadas que no cumplan las medidas para pizzas tamaño familiar como tamaño personal como por ejemplo delimitar con medidas el área que debe ocupar cada masa horneada en las respectivas fuentes o evaluar los beneficios económicos que significarían comprar masas horneadas a proveedor.
- Ampliar la implementación de LEAN Manufacturing para otros procesos de producción en la empresa identificando, eliminando y/o reduciendo desperdicios en cada uno de ellos.

REFERENCIAS

BCRPData. Banco Central de Reserva del Perú. Gerencia Central de Estudios Económicos. (26 de febrero del 2018). *SPREAD – EMBIG PERU (PBS)*.

Recuperado de

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04709XD/html>

Consuegra Mateus, Oscar. (19 de marzo del 2015). *Metodología AMFE como herramienta de gestión de riesgo en un hospital universitario*. Recuperado de

http://m.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/cuadernos_la_tinoamericanos_administracion/volumenXI_numero20_2015/05_Metodologia_Vol-X-Num-20.pdf

Departamento de Tesorería de los Estados Unidos. (26 de febrero del 2018). *Tasas diarias de curva de rendimiento del Tesoro*. Recuperado de

<https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yield>

Damoradan Online. (5 de enero del 2018). *Devoluciones anuales en Stock, bonos del tesoro y cuentas del tesoro*. Recuperado de

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

Damoradan Online. (enero del 2018). *Betas por sector (Estados Unidos)*. Recuperado de

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

INFOBAE. (12 de enero del 2018). *La inflación de 2017 en Estados Unidos fue de 2.1 por ciento, la más alta desde 2012*. Recuperado de

<https://www.infobae.com/america/eeuu/2018/01/12/la-inflacion-de-2017-en-estados-unidos-cerro-en-torno-al-21-por-ciento-la-mas-alta-desde-2012/>

Perucontable. (12 de octubre del 2016). *Cálculo de CTS (Remuneración variable e imprecisa)*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nveMsdDQKM>

Perucontable (20 de enero del 2017). *Cálculo de Gratificación: trabajador con Remuneración Variable e Imprecisa*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7rSrKagRE00&t=15s>

Reyes Delgado, D.M. y Zambrano Ramos, D.A. (2017). *Mejora del desempeño del área de producción en una empresa agroindustrial* (trabajo de investigación para optar el título profesional, Universidad de Lima, Lima, Perú). Recuperado de <http://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/6309>

RPP Noticias. (01 de enero del 2018). *Inflación de Perú subió 1.36% en 2017, la más baja desde 2009*. Recuperado de <http://rpp.pe/economia/economia/inflacion-de-peru-subio-136-en-2017-la-mas-baja-desde-2009-noticia-1097371>



BIBLIOGRAFÍA

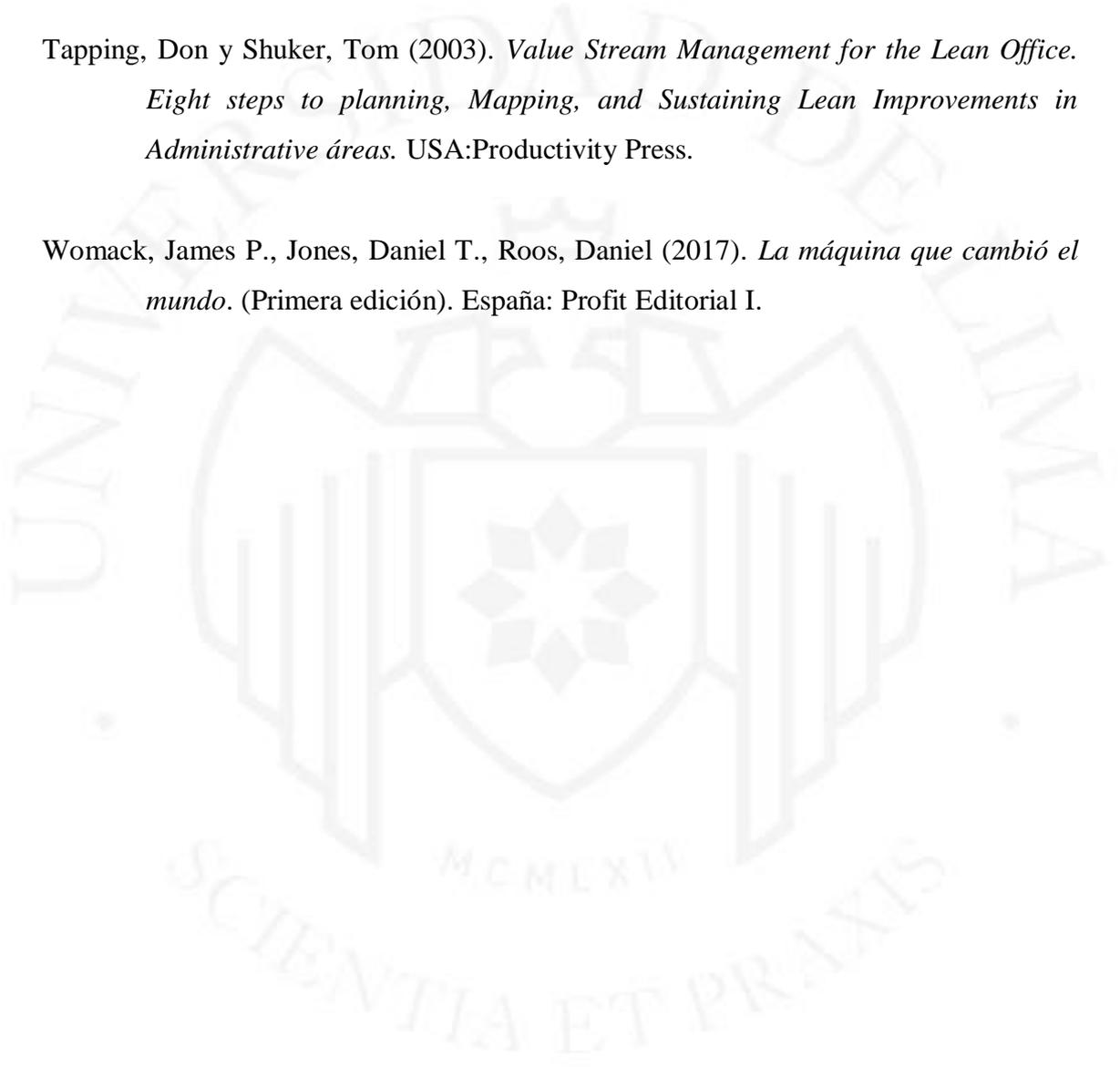
- Arroyo, Pedro y Vásquez, Ruth (2017). *Ingeniería Económica. ¿cómo medir la rentabilidad de un proyecto?* (segunda reimpresión). Perú.
- Bicheno, John and Holweg, Matthias. (2009). *The Lean Toolbox The Essential Guide to Lean Transformation* (Fourth Edition). United Kingdom: PICSIE Books.
- Cruzado, José (2011). Concepto Six Sigma. *Programa Gestión del desarrollo sostenible a través de los Sistemas Integrados: Calidad, Ambiente, Seguridad, Salud Ocupacional y Responsabilidad Social* (IX Programa). Perú.
- Gutiérrez Pulido, Humberto y de la Vara Salazar, Román. (2004). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (Tercera Edición). México D.F. Mc Graw Hill
- Imai, Masaaki (1998). *Cómo implementar el kaizen en el sitio de trabajo (Gemba)* (traducido de la primera edición). Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Lira Briceño, Paúl (2013). *Evaluación de proyectos de inversión. Herramientas financieras para analizar la creación de valor* (primera edición). Perú: UPC.
- Niebel, Benjamin W (1990). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos* (tercera edición). México.
- Norma Técnica Peruana NTP-ISO 31000:2011 (revisada el 2016) *Gestión del riesgo. Principios y directrices* (1ª. Edición). Perú
- Rajadell, Carreras, Manuel y Sánchez García, José Luis (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Rother, Mike y Shook, John. (1999). *Observar para crear valor, Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar “muda”* (versión 1.2). USA: The Lean Enterprise Institute.

Socconini, Luis (2017). *Lean Manufacturing paso a paso* (primera edición). México: Pandora Impresores.

Tapping, Don, Luyster, Tom y Shuker, Tom (2002). *Value Stream Management. Eight Steps to planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements*. USA: Productivity Press

Tapping, Don y Shuker, Tom (2003). *Value Stream Management for the Lean Office. Eight steps to planning, Mapping, and Sustaining Lean Improvements in Administrative áreas*. USA:Productivity Press.

Womack, James P., Jones, Daniel T., Roos, Daniel (2017). *La máquina que cambió el mundo*. (Primera edición). España: Profit Editorial I.





ANEXOS

ANEXO 1 :Registros de producción del 01 al 30 de septiembre del 2016 – situación inicial

FECHA	PRODUCCION PIZZA FAMILIAR (UNDS.)	PRODUCCION PIZZA PERSONAL (UNDS.)	PRODUCCION TOTAL	HORAS-HOMBRE	HORAS-HOMBRE EXTRAS	HORAS-HOMBRE TOTALES	COSTO HORAS EXTRAS	Nº de trabajadores	PRODUCTIVIDAD (UNDS./H-H)
1-Set	450	585	1035	37:30	8:51	46:21	S/. 56.1	9	22.3
2-Set	850	1145	1995	37:30	32:30	70:00	S/. 212.4	9	28.5
3-Set	710	915	1625	37:30	13:49	51:19	S/. 89.8	7	31.7
5-Set	780	1130	1910	37:30	12:10	49:40	S/. 77.6	8	38.5
6-Set	470	585	1055	37:30	13:34	51:04	S/. 87.3	8	20.7
7-Set	650	800	1450	37:30	7:45	45:15	S/. 48.7	8	32.0
8-Set	450	585	1035	37:30	5:19	42:49	S/. 33.4	8	24.2
9-Set	850	1130	1980	37:30	11:31	49:01	S/. 73.5	8	40.4
10-Set	710	905	1615	37:30	5:27	42:57	S/. 34.1	8	37.6
12-Set	530	765	1295	37:30	4:28	41:58	S/. 28.2	8	30.9
13-Set	530	600	1130	37:30	6:22	43:52	S/. 39.9	8	25.8
14-Set	725	880	1605	37:30	6:36	44:06	S/. 41.5	8	36.4
15-Set	380	560	940	30:00	5:37	35:37	S/. 35.1	7	26.4
16-Set	660	890	1550	30:00	4:15	34:15	S/. 26.6	7	45.3
17-Set	507	595	1102	30:00	4:30	34:30	S/. 28.1	7	31.9
19-Set	700	1050	1750	30:00	12:52	42:52	S/. 82.5	7	40.8
20-Set	470	695	1165	30:00	10:19	40:19	S/. 65.5	7	28.9
21-Set	710	1050	1760	30:00	11:04	41:04	S/. 70.1	7	42.8
22-Set	515	700	1215	30:00	8:07	38:07	S/. 50.8	7	31.9
23-Set	920	985	1905	30:00	10:30	40:30	S/. 66.1	7	47.0
24-Set	495	580	1075	30:00	7:33	37:33	S/. 47.3	7	28.6
26-Set	655	890	1545	22:30	10:52	33:22	S/. 70.0	5	46.3
27-Set	415	590	1005	22:30	10:16	32:46	S/. 65.7	5	30.7
28-Set	860	930	1790	22:30	8:16	30:46	S/. 52.5	5	58.1
29-Set	515	670	1185	22:30	9:40	32:10	S/. 61.4	5	36.8
30-Set	795	919	1714	22:30	7:40	30:10	S/. 48.8	5	56.8
TOTAL			37,431				S/. 1,592.8		

ANEXO 2 :Registros de producción del 26 de diciembre del 2016 al 28 febrero del 2017 – situación posterior

FECHA	PRODUCCION PIZZA FAMILIAR (UNDS.)	PRODUCCION PIZZA PERSONAL (UNDS.)	PRODUCCION TOTAL (UNDS.)	HORAS-HOMBRE	HORAS-HOMBRE EXTRAS	HORAS-HOMBRE TOTALES	COSTO HORAS EXTRAS	Nº de trabajadores	PRODUCTIVIDAD (UNDS. / H-H)
26-Dic-16	1045	1055	2100	30:00	17:24	47:24	S/. 113.5	4	44.3
27-Dic-16	895	885	1780	30:00	8:36	38:36	S/. 56.1	4	46.1
28-Dic-16	1205	1210	2415	37:30	16:06	53:36	S/. 103.2	5	45.1
29-Dic-16	1040	940	1980	30:00	15:00	45:00	S/. 98.0	4	44.0
30-Dic-16	1485	1475	2960	37:30	28:48	66:18	S/. 189.4	5	44.6
31-Dic-16	950	850	1800	30:00	12:24	42:24	S/. 80.7	4	42.5
2-Ene-17	963	864	1827	30:00	11:24	41:24	S/. 74.3	4	44.1
3-Ene-17	1124	1144	2268	37:30	12:30	50:00	S/. 78.9	5	45.4
4-Ene-17	985	775	1760	30:00	10:24	40:24	S/. 68.2	4	43.6
5-Ene-17	1144	1035	2179	37:30	11:42	49:12	S/. 74.2	5	44.3
6-Ene-17	1025	810	1835	30:00	12:00	42:00	S/. 79.0	4	43.7
7-Ene-17	968	865	1833	30:00	9:48	39:48	S/. 64.2	4	46.1
9-Ene-17	809	635	1444	37:30	0:00	37:30	S/. 0.0	5	38.5
10-Ene-17	1039	985	2024	37:30	8:36	46:06	S/. 53.8	5	43.9
11-Ene-17	1035	865	1900	37:30	6:54	44:24	S/. 43.1	5	42.8
12-Ene-17	1250	1344	2594	45:00	20:06	65:06	S/. 129.4	6	39.8
13-Ene-17	1189	1110	2299	45:00	14:06	59:06	S/. 90.7	6	38.9
14-Ene-17	1160	1140	2300	45:00	12:36	57:36	S/. 80.6	6	39.9
16-Ene-17	1080	1043	2123	45:00	16:30	61:30	S/. 105.4	6	34.5
17-Ene-17	1249	1270	2519	45:00	18:18	63:18	S/. 117.8	6	39.8
18-Ene-17	1019	940	1959	37:30	9:18	46:48	S/. 58.1	5	41.9
19-Ene-17	1359	1305	2664	45:00	21:00	66:00	S/. 135.9	6	40.4
20-Ene-17	1040	900	1940	37:30	8:54	46:24	S/. 55.6	5	41.8
21-Ene-17	1305	1210	2515	45:00	18:36	63:36	S/. 120.3	6	39.5
23-Ene-17	930	830	1760	37:30	5:24	42:54	S/. 33.8	5	41.0
24-Ene-17	1150	1110	2260	45:00	13:12	58:12	S/. 84.6	6	38.8
25-Ene-17	1054	975	2029	37:30	11:42	49:12	S/. 74.5	5	41.2
26-Ene-17	1175	1185	2360	45:00	14:06	59:06	S/. 90.4	6	39.9
27-Ene-17	1205	1069	2274	37:30	17:00	54:30	S/. 109.3	5	41.7
28-Ene-17	1093	1055	2148	37:30	13:06	50:36	S/. 82.9	5	42.5
30-Ene-17	1039	944	1983	37:30	9:00	46:30	S/. 56.3	5	42.6
31-Ene-17	1039	944	1983	37:30	10:30	48:00	S/. 66.7	5	41.3
1-Feb-17	1095	1055	2150	45:00	7:30	52:30	S/. 46.9	6	41.0
2-Feb-17	909	955	1864	45:00	2:06	47:06	S/. 13.1	6	39.6
3-Feb-17	811	725	1536	45:00	0:00	45:00	S/. 0.0	6	34.1
4-Feb-17	1155	1138	2293	45:00	13:12	58:12	S/. 84.3	6	39.4
6-Feb-17	1200	1125	2325	45:00	14:06	59:06	S/. 90.4	6	39.3
7-Feb-17	1254	1270	2524	45:00	16:30	61:30	S/. 106.1	6	41.0
8-Feb-17	1149	1059	2208	45:00	9:00	54:00	S/. 57.8	6	40.9
9-Feb-17	1015	1060	2075	45:00	6:00	51:00	S/. 37.5	6	40.7
10-Feb-17	875	870	1745	45:00	3:00	48:00	S/. 18.8	6	36.4
11-Feb-17	1274	1393	2667	45:00	21:54	66:54	S/. 141.8	6	39.9
13-Feb-17	1355	1330	2685	45:00	21:00	66:00	S/. 135.6	6	40.7
14-Feb-17	1230	1210	2440	45:00	17:06	62:06	S/. 110.2	6	39.3
15-Feb-17	1045	999	2044	45:00	6:36	51:36	S/. 41.3	6	39.6
16-Feb-17	950	1064	2014	45:00	4:30	49:30	S/. 28.1	6	40.7
17-Feb-17	875	815	1690	45:00	2:42	47:42	S/. 16.9	6	35.4
18-Feb-17	1413	1110	2523	45:00	18:54	63:54	S/. 123.4	6	39.5
20-Feb-17	1093	919	2012	45:00	8:06	53:06	S/. 51.7	6	37.9
21-Feb-17	1275	1360	2635	45:00	20:24	65:24	S/. 131.3	6	40.3
22-Feb-17	1336	1290	2626	45:00	20:24	65:24	S/. 131.7	6	40.2
23-Feb-17	1082	1190	2272	45:00	11:24	56:24	S/. 71.3	6	40.3
24-Feb-17	950	925	1875	45:00	3:36	48:36	S/. 22.5	6	38.6
25-Feb-17	1105	1199	2304	45:00	11:24	56:24	S/. 71.3	6	40.9
27-Feb-17	1120	1065	2185	45:00	8:42	53:42	S/. 55.7	6	40.7
28-Feb-17	1475	1425	2900	45:00	28:12	73:12	S/. 184.4	6	39.6

ANEXO 3 : Costo total de Inversión Inicial

Costo de Consultoría - Monto Inicial		S/. 2,950
Costo de Capacitación		
CARGO	Número de personas	Salario (soles x H-H)
Gerente de producción	1	S/. 11.8
Asistente Contable	1	S/. 5.1
Gerente de Administración	1	S/. 19.6
Secretaria	1	S/. 5.9
Responsable de Sistemas /Asistente de facturación	1	S/. 4.7
Jefe de Almacén	1	S/. 5.5
Supervisor de producción	1	S/. 7.1
Contador	1	S/. 17.6
Asistente de Reparto	8	S/. 37.6
Asistente de Almacén	1	S/. 3.7
Jefe de operaciones	1	S/. 18.6
Responsable de mantenimiento	1	S/. 5.5
Personal de limpieza	1	S/. 3.3
Operarios de producción	8	S/. 37.6
Total		S/. 183.7
Número de horas de capacitación:	2	
Costo de Capacitación		S/. 367

ANEXO 4 : Procedimiento Gestión de Riesgos en procesos

PROCEDIMIENTO GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:			
Nombre:			
Cargo:			

Todo documento impreso que no tenga sello de COPIA CONTROLADA será considerado documento No Controlado

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 2 de 10

CONTROL DE CAMBIOS:

Versión	Puntos revisados	Comentarios
01	-----	Emisión nueva

1. OBJETIVO

Establecer la metodología AMEF para la gestión de riesgos en procesos, identificando potenciales fallas, sus efectos, causas en las actividades y/o procesos de la empresa, evaluando sus riesgos y determinando aquellos No Aceptables para establecer controles aplicables, acciones correctivas requeridas.

2. ALCANCE

Aplica a los procesos que se desarrollan en la empresa.

3. DEFINICIONES

- 3.1 Riesgo:** Es el efecto de la incertidumbre sobre el logro de los objetivos.
- 3.2 Nivel de prioridad de riesgo (NPR):** Es la multiplicación de la severidad de la falla, la ocurrencia de la falla y su posible detección.
- 3.3 AMEF:** Método analítico y preventivo para reconocer y evaluar fallas potenciales de productos, procesos y los efectos de dichas fallas, sirve también para identificar acciones para reducir la probabilidad de que ocurran fallas potenciales. El registro generado se denominará Matriz AMEF.
- 3.4 Equipo:** Equipo de trabajadores que realizan la identificación de las potenciales fallas, sus efectos, causas, evalúa los riesgos y propone medidas de control, acciones correctivas, está compuesto de jefe de producción, trabajadores del área. Se puede recurrir a personal externo de apoyo.
- 3.5 Severidad (SEV):** Efecto de la falla de una actividad, proceso en el cliente.
- 3.6 Ocurrencia (OCUR):** Frecuencia en la que puede ocurrir una falla.
- 3.7 Detección (DET):** Posibilidad de identificar la falla.

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 3 de 10

4. DOCUMENTOS A CONSULTAR

- Norma Técnica Peruana NTP-ISO 31000:2011 (revisada el 2016) Gestión del riesgo. Principios y directrices (1ª. Edición).

5. RESPONSABILIDADES

5.1 El Gerente de Producción es responsable de:

- ✓ Asegurar el cumplimiento del presente procedimiento.

5.2 El Supervisor de Producción es responsable de:

- ✓ Establecer el Equipo de trabajadores quienes identificarán las potenciales fallas, sus efectos, causas, evaluarán los riesgos asociados a sus procesos y proponer medidas de control / acciones correctivas.
- ✓ Asegurar que se cumpla la gestión de cambios de acuerdo al punto 6.6.
- ✓ Responsable de brindar la capacitación en este procedimiento y revisar la matriz AMEF de proceso.

6. CONDICIONES GENERALES

6.1 La identificación de potenciales fallas, sus efectos, causas, evaluación de riesgos asociados (NPR) y propuestas de medidas de control/acciones correctivas para los procesos y/o actividades debe realizarse con una frecuencia semestral, o en caso en que el Gerente de Operaciones lo decida, considerando cambios que se puedan presentar (punto 6.6).

6.2 Consideraciones para la evaluación NPR.

El Equipo deberá tomar en cuenta la siguiente información:

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 4 de 10

6.2.1 Historial de fallas asociadas a procesos con tiempos de espera altos, correcciones.

6.2.2 Condiciones de la infraestructura, equipamiento, materiales en el lugar de trabajo y/o servicios existentes.

6.3 Se considerará realizar una gestión de riesgos, a través de la matriz AMEF, cuando el proceso se considere crítico, para ello, tener en cuenta como criterio si dicho proceso impacta directamente en la satisfacción del cliente y si se requiere un control normativo para la realización de dicho proceso.

6.4 Metodología para la evaluación de riesgos (NPR)

La determinación del NPR se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{NPR} = \text{SEV} \times \text{OCUR} \times \text{DET}$$

Siendo:

NPR : Número de prioridad de riesgo
SEV : La Severidad de la falla
OCUR : La Ocurrencia de la falla
DET : La posibilidad de la falla

La Severidad (SEV) puede tomar uno de los siguientes valores:

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 5 de 10

TABLA 1

CALIFICACION	CATEGORIA	SEVERIDAD (SEV)
1	Muy Baja	El efecto es imperceptible para el cliente
2	Baja	El cliente puede distinguir el fallo pero sólo provoca una ligera molestia
3	Moderada	La falla produce disgusto e insatisfacción en el cliente
4	Alta	La falla es crítica provocando alto grado de insatisfacción en el cliente
5	Muy Alta	La falla implica problemas de salud o de no conformidad con los reglamentos legales

La Ocurrencia (OCUR) puede tomar los siguientes valores:

TABLA 2

CALIFICACION	CATEGORIA	OCURRENCIA (OCUR)
1	Improbable	La falla puede ocurrir sólo en circunstancias excepcionales
2	Baja	La falla puede ocurrir raramente (Ejemplo: anualmente)
3	Moderada	La falla puede aparecer ocasionalmente (Ejemplo: mensual)
4	Alta	Se espera que la falla ocurra en la mayoría de las circunstancias (Ejemplo: semanal)
5	Muy Alta	Falla casi inevitable, es seguro que se producirá casi siempre. (Ejemplo: a diario)

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 6 de 10

La detección (DET) puede tomar uno de los siguientes valores:

TABLA 3

CALIFICACION	CATEGORIA	DETECCION
1	Muy Alta	La falla es obvia, será siempre detectada.
2	Alta	La falla será frecuentemente detectada antes de que afecte al cliente
3	Moderada	La falla no será detectada frecuentemente antes de que afecte al cliente
4	Baja	La falla raramente será detectada antes de afectar al cliente
5	Improbable	La detección no será posible en ningún punto del proceso.

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 7 de 10

Los valores que puede tomar el NPR son:

TABLA 4

		OCURRENCIA					
		Remota (1)	Baja (2)	Moderada (3)	Alta (4)	Muy Alta (5)	
SEVERIDAD	Ninguna (1)	1	2	3	4	5	Muy Alta (1)
	Mínima (2)	4	8	12	16	20	Alta (2)
	Moderada (3)	9	18	27	36	45	Moderada (3)
	Mayor (4)	16	32	48	64	80	Baja (4)
	Crítica (5)	25	50	75	100	125	Remota (5)
							DETECCION

TABLA 5

NPR	Nivel	Plan de tratamiento (Acciones)
Entre 36 y 125	Muy Alto	Requiere acciones para reducir NPR
Entre 16 y 32	Moderado	Considerar recibir atención para reducir NPR, se puede convivir con el NPR
Entre 1 y 12	Bajo	Los controles minimizan el NPR, se puede convivir con el NPR.

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 8 de 10

6.5 Determinación de los Riesgos Aceptables y No Aceptables

- ✓ Se considera como Riesgo No Aceptable aquel cuyo valor NPR es igual o mayor a 36.
- ✓ Para los valores entre 16 y 32, se tomará la decisión de ser Aceptable o No Aceptable.
- ✓ Se considera como Riesgo Aceptable aquel cuyo valor NPR es igual o menor a 12.

6.6 Gestión de Cambios

Se considera Cambio cuando se presentan algunas de las siguientes condiciones:

- ✓ Cambien las condiciones de trabajo
- ✓ Existan modificaciones físicas en infraestructura
- ✓ Se realicen cambios en los procesos
- ✓ Se adquiera nuevo equipamiento y/o materiales

El Responsable de Producción debe asegurar que se revise la matriz AMEF y se implemente las medidas de control/acciones correctivas asociadas a los riesgos No aceptables.

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 9 de 10

7. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Descripción	Responsable
7.1 Preparación	
7.1.1 Designar al equipo que elaborará la matriz AMEF.	Supervisor de Producción
7.1.2 Registrar el encabezado de la matriz AMEF.	Equipo
7.2 Identificación de Riesgos	
7.2.1 Registrar para cada proceso o área de trabajo las actividades que se realizan.	Equipo
7.2.2 Identificar las potenciales fallas de las actividades que se realizan.	
7.3 Análisis de Riesgos	
7.3.1 Identificar los efectos, las causas de las potenciales fallas	Equipo
7.4 Identificación de Controles Actuales (existentes)	
7.4.1 Listar las medidas de control específicas actuales que existen para reducir o controlar las potenciales fallas.	Equipo
7.5 Evaluación de Riesgos	
7.5.1 Evaluar los riesgos (NPR) asociados a cada uno de las potenciales fallas, sus efectos y causas identificadas según lo establecido en el punto 6.4.	Equipo
7.5.2 Seleccionar como “Riesgo No Aceptable”, “Riesgo Aceptable” considerando lo descrito en el punto 6.5.	
7.6 Tratamiento a través de medidas de control adicionales / acciones correctivas recomendadas	
7.6.1 Establecer las medidas de control / acciones correctivas considerando (respecto a las potenciales fallas) su eliminación, control, minimización.	Equipo
7.6.2 Designar al responsable(s) de la implementación de la medida de control.	

La empresa	PROCEDIMIENTO	Código:	
	GESTION DE RIESGOS EN PROCESOS	Versión:	01
		Fecha de aprobación:	
		Página:	Página 10 de 10

7.6.3 Indicar fecha en que se implementará la medida de control / acción correctiva.	Equipo
7.7 Reevaluación de Riesgos	
7.7.1 Reevaluar los riesgos (NPR) considerando las medidas de control propuestas / acciones correctivas y su cumplimiento según los criterios del punto 6.4.	Supervisor de Producción/ Jefe de Operaciones
7.8 Revisión de matriz AMEF	
7.8.1 Revisar la matriz AMEF	Supervisor de Producción
7.9 Comunicación de los resultados	
7.9.1 Comunicar y publicar los resultados de las matrices AMEF a los trabajadores.	Gerente General
7.10 Aprobación de matriz	
7.10.1 Aprobar la matriz AMEF	Supervisor de Producción
7.11 Seguimiento y Control	
7.11.1 Asegurar el cumplimiento de los controles / acciones correctivas implementadas.	

8. REGISTROS Y ANEXOS

CODIGO	NOMBRE	RESPONSABLE DE CONTROL
	Matriz AMEF	Supervisor de Producción

ANEXO 5: Procedimiento Gestión de Riesgos en procesos

