

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



**Sistema de optimización de la producción basado en BPM y
modelos lineales de la industria de panificación FSRL**

Por:
Jefryn Ivan Giacomotti Rosales

Asesor:
Dra. Erika Inés Acuña Salinas

Lima, diciembre de 2018

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Dra. Erika Inés Acuña Salinas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "**SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN BASADO EN BPM Y MODELOS LINEALES DE LA INDUSTRIA DE PANIFICACIÓN FSRL**" constituye la memoria que presenta el Bachiller Jefryn Ivan Giacomotti Rosales para aspirar al título de Profesional de Ingeniero de Sistemas, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 13 días del mes de diciembre del año 2018.



Dra. ERIKA INES ACUÑA SALINAS

Sistema de optimización de la producción basado en BPM y modelos
lineales de la Industria de Panificación FSRL

TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

JURADO CALIFICADOR



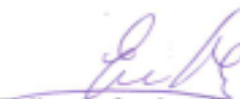
Mg. Sergio Omar Valladares Castillo
Presidente



Ing. María Antonieta Vidalón Aliaga
Secretaria



Mg. Omar Leonel Loaiza Jara
Vocal



Dra. Erika Inés Acuña Salinas
Asesora

Lima, 25 de junio de 2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi familia por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo establecer el impacto del sistema de optimización de la producción basado en Business Process Management y modelos lineales en la entrega de pedidos de la Industria de Panificación FSRL.

El estudio es descriptivo, evaluativo y tecnológico. Es descriptivo porque hace un diagnóstico de las variables de estudio, es evaluativo porque analiza los conceptos de BPM (Business Process Management) y programación lineal y es tecnológico porque es de carácter ejecutivo.

Para la contratación de la hipótesis se ha aplicado el modelo estadístico de t-student para muestras no relacionadas, para el cual se realizó un pre test y un post test de la entrega de pedidos. La muestra fue intencional y está conformada por todos los pedidos asociados al proceso de producción que se han realizado en los meses en que se hacen el seguimiento del proceso de fabricación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el sistema de optimización de la producción basado en BPM y modelos lineales tiene un impacto positivo en la entrega de pedidos de la Industria de Panificación FSRL.

Palabras clave: Optimización, BPM, modelo lineal, variable, programación, t-student, muestra, proceso y producción.

ABSTRACT

This research aims to establish the impact of the system of production optimization based on Business Process Management and linear models in delivering orders FSRL bakery industry.

The study is descriptive, evaluative and technology. It is descriptive because it makes a diagnosis of the study variables is evaluative because it analyzes the concepts of BPM (Business Process Management) and linear programming and technology because it is enforceable.

Constrastación for the hipoetsis has been applied statistical t-student model for unrelated samples, for which a pretest and a post test delivery order was made. The sample was intentional and is comprised of all orders associated with the production process that have been made in the months that follow the manufacturing process are made.

According to the results, it is concluded that the system of production optimization and BPM based on linear models have a positive impact on the delivery of orders FSRL bakery industry.

Keywords: Optimization, BPM, linear model, variable, programming, t-student, sample, process and production.

INDICE

DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE DE FIGURA.....	x
INDICE DE TABLA	xi
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO I.....	15
PLANTENIMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1. Antecedentes.....	15
2. Descripción del Problema	20
3. Problema de Investigación.....	23
4. Objetivos del Problema.....	24
5. Justificación del Problema	25
5.1 Justificación teórica.....	25
5.2 Justificación Práctica	26
5.3 Justificación Metodológica.....	26
6. Alcances y Limitaciones.....	27
7. Definición de Variables	27
CAPITULO II.....	29
MARCO TEORICO	29
2.1 Antecedentes.....	29
2.2 Marco Teórico.....	33
2.1.1 Administración de los Procesos de Negocios	33
2.1.2 Teoría de las Restricciones.....	41

2.1.3 Enfoque a Cuellos de Botella.....	44
2.1.4 Estudio de Movimientos.....	48
2.1.5 Programación Lineal	57
2.3 Marco Conceptual	62
CAPITULO III.....	64
MATERIALES Y METODOS.....	64
3.1 Diseño de Investigación	64
3.2 Método de intervención	65
3.2 Diagrama de gantt.....	66
3.3 Hipótesis de Investigación	68
3.4 Prueba de Hipótesis	68
3.5 Variables.....	68
3.6 Población.....	68
3.7 Muestra.....	69
3.8 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	69
3.9 Materiales	70
CAPITULO IV	71
DESARROLLO DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN BASADO EN BPM Y MODELOS LINEALES	71
4.1 Diagnóstico Situacional.....	71
4.2 Diseño del sistema de trabajo.....	72
4.2.1 Construcción del mapa de procesos de negocio.....	72
4.2.2 Caracterización de los procesos de negocio.....	75
4.2.3 Modelamiento del proceso con BPMN	80
4.3 Despliegue y formalización.....	83
4.4 Monitoreo y control	89
4.4.1 Estudio de tiempos de las operaciones de transformación	89
4.4.2 Análisis del balance de línea	104
4.5 Optimización de la producción con programación lineal	119
CAPITULO V	123
PRESENTACION DE RESULTADOS.....	123
5.1 Optimización de los procesos operacionales	123

5.2 Análisis de la solución óptima de producción.....	124
5.3 Validación del sistema de optimización.....	128
CAPITULO VI	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
6.1 Conclusiones	130
6.2 Recomendaciones	132
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	133
ANEXOS	137

INDICE DE FIGURA

Figura 1: Factores productivos de una empresa	47
Figura 2: Mapa de procesos de la empresa panificadora.....	74
Figura 3: Relación entre áreas, actividades y ficha de orden de producción	76
Figura 4: Registro del peso real de los insumos.....	77
Figura 5: Registro de productos defectuosos y malogrados.....	78
Figura 6: Registro de productos defectuosos y malogrados.....	79
Figura 7: Registro de productos defectuosos y malogrados.....	80
Figura 8: Diagrama del proceso de transformación de recetas	81
Figura 9: Diagrama del proceso de empaquetado de productos.....	82
Figura 10: Funciones del Jefe de Producción	84
Figura 11: Deberes del Jefe de Producción	85
Figura 12: Funciones del Jefe de Empaquetado	87
Figura 13: Deberes del Jefe de Empaquetado	88
Figura 14: Mapa de procesos de producción de Cakes	89
Figura 15: Flujo unitario de producción de Cake x 1	117
Figura 16: Diagrama de recorrido de la línea de producción de Cakes.....	118
Figura 17: Solución del programa lineal	125
Figura 18: Variables de holgura del programa lineal de producción.....	126

INDICE DE TABLA

Tabla 1: Clasificación therbligs	51
Tabla 2: Información básica de la Línea de producción de Cakes	90
Tabla 3: Información básica de Cake x 1	90
Tabla 4: Tiempo estándar de limpieza de molde	91
Tabla 5: Tiempo estándar de engrasado de moldes de Cake x 1	92
Tabla 6: Tiempo estándar de echar harina y colocar papel en moldes de Cake x 1	92
Tabla 7: Tiempo estándar pesado de masa de vainilla de Cake x 1	93
Tabla 8: Tiempo estándar pesado de masa de chocolate de Cake x 1	94
Tabla 9: Tiempo estándar pesado de masa de Cake x 1 de vainilla	94
Tabla 10: Tiempo estándar coger moldes, nivelar y apilar de Cake x 1	95
Tabla 11: Tiempo estándar de transportar moldes al coche de Cake x 1	96
Tabla 12: Tiempo estándar de transportar moldes al horno de Cake x 1	96
Tabla 13: Tiempo estándar de descargar del horno los moldes de Cake x 1	97
Tabla 14: tiempo estándar de descargar moldes con Cake a bandejas	98
Tabla 15: tiempo estándar de trasladar bandejas con 6 moldes al segundo piso	98
Tabla 16: Acondicionamiento de cake para cortado	99
Tabla 17: Fechado de 200 bolsas	100
Tabla 18: Trasladar cake a la máquina para el cortado	100
Tabla 19: Cortado de Cake x 1	101
Tabla 20: Envasado de Cake x 1	102
Tabla 21: Sellar de bolsa con calor	103
Tabla 22: Etiquetado de Cake	104

Tabla 23: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 1	105
Tabla 24: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 1 integral	106
Tabla 25: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 11	107
Tabla 26: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 15	108
Tabla 27: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 2	108
Tabla 28: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 8	109
Tabla 29: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 12	110
Tabla 30: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake integral..	111
Tabla 31: Tablero de optimización de la línea de producción de chiffon	112
Tabla 32: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 1	113
Tabla 33: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 1	113
Tabla 34: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 7	114
Tabla 35: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 10 ..	115
Tabla 36: Tablero de optimización de la línea de producción de tartaleta.....	116
Tabla 37: Definición de las variables y utilidad por receta de producción	119
Tabla 38: Recursos de horas hombre que se utiliza por cada proceso.....	119
Tabla 39: Recursos de horas máquina empleado en cada proceso.....	120
Tabla 40: Definición de variables de decisión	121
Tabla 41: Resumen del análisis del proceso de producción	123
Tabla 42: Diferencia de medias del pedido perfecto	128
Tabla 43: Estadístico de t-student para muestras no relacionadas de pedidos perfecto	129

INTRODUCCION

En el sector de panificación a nivel nacional se hace indispensable lograr la excelencia operacional en especial en los procesos de producción ya que las normas de protección al consumidor exigen que se cumpla con un conjunto de requisitos que permitan la inocuidad de los alimentos.

Uno de los factores críticos de éxito de la industria de panificación es que el producto llegue a su fecha de vencimiento de tal forma que exista una cantidad mínima de devoluciones el cual resta rentabilidad de la empresa. Además, el hecho de entregar los pedidos a tiempo y completos es una consecuencia de una buena planificación y control de los procesos de producción.

Para lograr la entrega de pedidos completos, a tiempo y sin devoluciones se hace indispensable diseñar un sistema que permita mapear las operaciones, identificar los cuellos de botella y maximizar los beneficios de las líneas de producción.

En este contexto, la presente investigación propone al sector de panificación un modelo de sistema de optimización basado en la teoría de BPM y programación lineal que permite optimizar el proceso de producción y así mejorar la entrega de pedidos.

A continuación, se presentan la estructura de la investigación organizada en los siguientes capítulos:

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema que está compuesto por: descripción del problema, antecedentes de la investigación, formulación del problema, y justificación del trabajo de investigación.

En el capítulo II se desarrolla el fundamento teórico de la investigación y está conformado por: planeamiento de la producción, teoría de BPM, estudio del trabajo,

estudio de tiempos y movimientos, fundamentos de optimización, marco conceptual, hipótesis de estudio, variable e indicadores.

En el capítulo III se presenta la metodología de investigación organizado en siete secciones que son: tipo de investigación, diseño de investigación, delimitación, población y muestra.

En el capítulo IV se presenta el desarrollo del sistema de optimización distribuido en dos secciones: modelamiento de los procesos de producción y construcción del modelo lineal.

En el capítulo V se presenta el análisis e interpretación de los resultados organizados en dos secciones que son: análisis de la solución óptima de la producción y validación del sistema de optimización.

Finalmente, en el capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Antecedentes

1.1 Planificación de la producción Industrial con programación lineal

Cualquier unidad de fabricación industrial moderna se enfrenta inevitablemente a problemas de difusos en diversos aspectos tales como la disponibilidad de materias primas, la disponibilidad de recursos humanos, capacidad de procesamiento, y las restricciones y limitaciones impuestas por el departamento de marketing. Este complejo problema difuso y con alta incertidumbre puede ser manejado por la teoría de la programación lineal difusa. En este trabajo el autor presenta, una metodología basada en programación lineal difusa utilizando una función de pertenencia de la curva simoydal el cual se utiliza para resolver el problema de selección de productos de mezcla difusa en Ingeniería Industrial.

En este trabajo, se utilizó la metodología de la función de membresía de la curva S en un problema de la vida real que consiste en selección de productos para una mezcla óptima. Este problema se

presenta en la gestión de planificación de la producción, donde un fabricante juega un papel muy importante en la toma de una decisión en un ambiente difuso. El autor trata de encontrar la mejor solución para la toma de decisiones y así identificar una decisión final para poner en práctica. Por lo tanto, para resolver este problema es indispensable aplicar programación lineal difusa.

Según lo declarado por Rubin y Narasimhan que el corazón de la metodología para los problemas difusos de programación lineal (FLP) radica en la construcción de la función de pertenencia de los coeficientes que acompañan a las variables de recursos de disponibilidad y las variables de decisión.

Finalmente, el autor concluye que para resolver los problemas de planificación de la planta industrial ha sido indispensable utilizar el modelo de programación lineal difuso para optimizar el plan de producción en función a la rentabilidad.

1.2. Programación lineal para la estimación de la capacidad de las líneas de producción automatizadas con tampones finitos.

En este trabajo se considera una línea de manufactura altamente automatizado que consiste en una secuencia de estaciones de trabajo. Relativamente se asignan entre estaciones de trabajo, pequeños amortiguadores con el fin de garantizar un intervalo de fabricación pequeña y rápida retroalimentación en caso de fallo de proceso para hacer un producto aceptable. Estos pequeños

amortiguadores podrían conducir a una pérdida notable de capacidad de la línea debido al fenómeno de bloqueo y la inanición. Al autor muestra a través de ejemplos sencillos de cómo los tamaños de tampones, la secuencia de mezcla y carga de los diferentes tipos de puestos de trabajo podrían afectar de manera significativa la tasa de producción de la línea de producción. En el trabajo se observa el desarrollo de un método basado en la programación lineal para estimar la capacidad de la línea para una configuración dada de máquinas.

Interpretando juiciosamente, la razón de esta información, uno o más de los siguientes pasos puede mejorar la tasa de producción: (a) cambiar la secuencia de carga (b) aumentar el espacio de amortiguación selectiva (c) hacer que los productos se fabriquen en menor o mayor lotes, y (d) añadir nuevas máquinas.

La industria de las telecomunicaciones y la electrónica requiere de una gran variedad de tarjetas de circuitos que constan de componentes electrónicos ensamblados en placas de circuito impreso. La placa de circuito se fabrica en tres etapas. En primer lugar, los componentes se insertan en la placa de circuito impreso. A continuación, se sueldan y, por último, se realizan algunas pruebas para asegurarse de que la placa de circuito funciona según lo previsto.

Es la primera etapa que se enfoca principalmente en este trabajo. En particular, la investigación se centra en las líneas de fabricación donde los componentes se insertan por medio de

máquinas y robots automáticos de alta velocidad. Los componentes vienen en diferentes formas, tamaños y máquinas especializadas que están disponibles para cada tipo de componentes.

Se ha desarrollado método basado en la programación lineal, para estimar la capacidad de inserción (o equivalentemente, la tasa de inserción) de la línea para una configuración dada de máquinas y tamaños de búfer y para la mezcla de código dado. Este método también señala la pérdida de capacidad de inserción en cada estación y, más importante, la causa de esta pérdida que podría ser la apertura o el bloqueo.

La complejidad de los problemas reales hace que sea poco práctico utilizar modelos estocásticos para optimización.

Finalmente, el autor concluye que aplicar los modelos lineales de programación lineal tiene efecto en la planificación de la producción logrando optimizar los recursos que se utilizan en el proceso de producción.

Antecedentes del Problema:

TOC MANAGEMENT CONSULTORES SAC es una empresa dedicada a brindar consultoría y capacitación en Teoría de Restricciones (TOC: Theory of Constraints). Su propuesta de mejora basada en la teoría de restricciones a la Empresa financiera Edyficar le produjo mejoras significativas. Freddy Ramírez, Gerente de Organización y Sistemas

comenta: "EDYFICAR pertenece a un negocio donde las economías de escala y la rapidez son fuente inapreciable de ventaja competitiva, sobre esa base y la exploración de Filosofías vigentes de gestión de Negocios encontramos con los mensajes de "Teoría de Restricciones", producto del cual un grupo seleccionado de colaboradores de la empresa recibieron un curso introductorio de TOC que despertó en los participantes varios cuestionamientos a nuestros usos y costumbres de trabajo, ellos son:

1. Son válidos los indicadores de medición de logro de nuestra industria.
2. Porque los óptimos locales o de área no necesariamente contribuyen a la generación de valor para la empresa.

Y muchos otros, creemos que este conocimiento ha sido muy productivo y nos ayudará a abordar la complejidad del negocio de una forma más simple y racional”.

Para Teocé Consultors en un artículo “La Aplicación a Producción (Drum – Buffer – Rope. D.B.R.) de la Teoría de las Limitaciones (Theory Of Constraints. T.O.C.) y sus sinergias con los Sistemas de Mejora Continua.” Recalca que a través de los modelos y metodologías de gestión de la calidad y TOC existe compatibilidad y que además existen sinergias positivas que pueden ayudar a solucionar algunos de los problemas con que se ha enfrentado la continuidad y permanencia de los Sistemas de Mejora Continua. Y que a partir de las bases conceptuales y operativas de la aplicación a Producción de TOC puede incrementar esfuerzos dedicados en generar propuestas de mejora pudieran focalizarse en aquellos aspectos

que tuvieran mayor probabilidad de ser efectivamente implantados existiría un elemento motivacional importante en tanto a todos nos gusta sentir la utilidad de aquello en lo que dedicamos nuestro tiempo y esfuerzo.

2. Descripción del Problema

Descripción de la situación problemática:

El Dr. Ely Goldratt manifiesta que la meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida; esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad considerablemente aceptable por los accionistas o socios es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones. Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero.

Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Las restricciones es lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su meta, son en general criterios de decisión erróneos. La única manera de mejorar es identificar y eliminar restricciones de forma sistemática.

Para lograr la meta fijada es necesario romper con ciertos paradigmas dentro de la empresa entre ellos se encuentran: 1. comprender que dentro de la organización los sistemas que controlan la operación trabajan en forma de eslabones, los cuales forman la cadena que lleva al cumplimiento de la meta global de la empresa, 2.

realizar un análisis de los activos y evaluar según el costo contable y no sobre la contribución de ellos al cumplimiento de nuestra meta, 3. depurar la información, es necesario saber que datos realmente son útiles dentro de los reportes que se analizan día con día y 4. Realizar nuestro propio sistema en base a estudios de causa y efecto, es mejor que copiar el sistema de otra empresa, atacando las áreas de oportunidad específicas que nos competen.

Finalmente, Ely Goldratt menciona que en un programa de optimización de la producción existen dos tipos de recursos productivos: recursos con cuello de botella y recursos sin cuello de botella. El primero es cuando la capacidad productiva es menor o igual a la demanda de nuestro producto o servicio. El segundo es completamente lo contrario, tenemos una gran capacidad productiva sin embargo la demanda es escasa. Estos recursos no son necesariamente negativos o positivos, son recursos que se deben de utilizar para el análisis de nuestras restricciones y que en las labores diarias son recursos que están presentes.

Figueri SRL (FSRL) está ubicada en el km. 19 carretera central-Ñaña. Esta empresa tiene como misión: producir alimentos seguros que velen por la salud del consumidor. En la actualidad se cuenta con dos grandes líneas de producción: panes (integrales y blancos) y pastelería; produciendo en total 42 tipos de productos; con un personal regular de 90 operarios; y 8 unidades propias de distribución.

Una atención a los clientes externos a través de 3 canales de venta: Distribuidores, Venta directa en tienda y Vendedores por rutas.

La empresa afronta una serie de problemas debido a la falta de un sistema que permita optimizar la producción. El problema inicia en los pedidos que hacen los distribuidores el cual muchos de ellos hacen su pedido fuera de tiempo y esto provoca retrasos al hacer la orden de producción. Luego, en el momento de despachar los pedidos, existe más de un 30% de pedidos que no se entregan a tiempo ni completos, pues no se hace una buena planificación debido a la falta de conocimiento de la capacidad de producción por turno. Los distribuidores con frecuencia presentan sus quejas debido a que no se les entrega todo lo que pidieron; es decir, la empresa no puede satisfacer la demanda. Hace dos años la gerencia de producción recomendó comprar dos máquinas (Batidoras y Boleadoras) con el fin de cumplir con los pedidos. Un año después se compró una batidora con financiamiento bancario; cuando llegó la batidora, independientemente de encontrar los indicadores adecuados para producir los productos, no se analizó que, al ingresar esta máquina, se tenía que dejar de utilizar dos máquinas antiguas que eran pequeñas y que aún están en buen funcionamiento. Luego, cuando se utilizó batidora, la producción o productividad no incremento. Esto provocó cierta preocupación a gerencia financiera ya que la compra de las nuevas máquinas no reflejaba el incremento de las ventas y en consecuencia no había mejoras en la utilidad mensual de tal forma

que aporte al cumplimiento del pago de las cuotas de crédito bancario el cual financiaron las máquinas. Luego, para que esta máquina entre en funcionamiento se contrató a un ingeniero para que realice un diagnóstico del proceso actual de producción y encontró que el cuello de botella eran los hornos y no la boleadora ni la batidora.

Frente a estas decisiones erróneas la gerencia está preocupado en cómo gestionar la producción de tal forma que no se vuelva a tomar decisiones erróneas. En consecuencia, existe la urgente necesidad implementar una metodología que identifique las restricciones de tal forma que ayuden a la toma de decisiones y optimice el sistema de producción ya que no se logra cumplir con la demanda de los distribuidores.

3. Problema de Investigación

3.1 Problema general

Por lo expuesto se formula el siguiente problema de investigación:

¿En qué medida impacta del sistema de optimización de la producción basado en Business Process Managment y modelos lineales en la entrega de pedidos de la Industria de Panificación FSRL?

3.2 Problemas específicos

1. ¿Cómo es el flujo de trabajo del proceso de producción de la panificadora FSRL modelado con el método Business Process Managment que permiten estandarizar las operaciones?
2. ¿Cuáles son los tiempos estándares de las operaciones del proceso de producción de las recetas en base a las líneas de producción que permiten realizar un balance de carga?
3. ¿Cómo se construye y analiza el balance de carga de las líneas de producción de tal forma que se pueda identificar los cuellos de botella y optimizar el proceso de producción?
4. ¿Cuál es programa lineal asociado al proceso de producción que permite maximizar las utilidades de la producción de la panificadora FSRL?

4. Objetivos del Problema

4.1 Objetivo General:

Establecer el impacto del sistema de optimización de la producción basado en Business Process Managment y modelos lineales en la entrega de pedidos de la Industria de Panificación FSRL.

4.2 Objetivos Específicos:

1. Describir la situación actual del centro de aplicación para utilizarlos como factores de entrada en el sistema de trabajo.

2. Modelar el sistema de trabajo de producción aplicando BPM para formalizar la forma de trabajo de la organización
3. Desplegar y formalizar el sistema de trabajo en base a los documentos de trabajo desde la perspectiva de BPM para lograr un trabajo estándar.
4. Determinar los tiempos estándares de las operaciones del proceso de producción para monitorear y controlar las operaciones de cada proceso.
5. Construir y analizar el balance de carga de las líneas de producción para identificar los cuellos de botella y optimizar el proceso de producción.
6. Desarrollar un programa lineal y aplicar al proceso de producción para maximizar las utilidades de la producción de la panificadora FSRL.

5. Justificación del Problema

5.1 Justificación teórica

El aporte a la ciencia y tecnología de la presente investigación cobra importancia porque propone un modelo de optimización de la producción basada en la teoría de las restricciones que permite mejorar la productividad y en consecuencia el proceso de la planta de producción que pertenece al sector de panificación.

5.2 Justificación Práctica

La aplicación del modelo de optimización permite que los directivos de la gerencia de producción puedan acertar en que recursos la empresa debe invertir de tal forma que garantice el retorno de la inversión que se vea reflejado en la rentabilidad empresarial. En consecuencia, la implantación del modelo de optimización garantiza el retorno de la inversión ya que al gestionar las restricciones se incrementa tanto la capacidad de producción, así como la productividad de los procesos de producción.

Para los asistentes de producción y los jefes de línea el modelo de optimización les provee operaciones estandarizadas que permiten una mejor dirección y control de los trabajadores de una línea de producción.

Para la gerencia de producción el modelo de optimización le proporciona información de la tasa de producción de las operaciones por producto de tal forma que las decisiones sean más asertivas en la gestión de los recursos con restricciones.

5.3 Justificación Metodológica

El aporte desde la perspectiva metodológica está enfocado en el uso de la metodología de la gestión de los procesos de negocio y la teoría de las restricciones de tal forma que ha permitido identificar los cuellos de botella en base a los flujos de proceso y en base a ello

los directivos tomar decisiones que garantizan la optimización de la producción.

6. Alcances y Limitaciones

Delimitación Espacial y Temporal:

La investigación se realizará en la empresa de panificación FRLS la cual contempla el estudio de los turnos de producción que tienen dos líneas de producción.

El seguimiento de los procesos de fabricación de los lotes de producción se realizará en cinco meses, luego se aplicará el modelo de mejora continua por un periodo de 3 meses y finalmente se realizará un pos test durante un mes de una línea de producción para ver la mejora de la productividad.

7. Definición de Variables

Variable Independiente:

Sistema de optimización de la producción basado en Business Process Managment. El Sistema de optimización está compuesto por elementos que trabajan de manera sincronizada. Este Sistema contempla la teoría de restricciones el cual se resume en un tablero de optimización que permite identificar los cuellos de botella. También considera los modelos lineales para optimizar las decisiones y en efecto la producción.

Variable dependiente.

Pedidos asociados al proceso de los Lotes de Producción de los Productos; esta variable permite validar el sistema de optimización ya que para medir la efectividad de los procesos de los lotes de producción se considera el indicador de pedido perfecto. El pedido perfecto tiene tres sub indicadores que son: pedido entregado a tiempo, pedido completo y pedido con devolución.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

Diaz F. (2008) ha realizado un estudio de la gestión de procesos de negocio BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial. El autor expresa que: la globalización de los mercados, la apertura económica, los tratados de libre comercio y el entorno de competencia exigen empresas y organizaciones que sean capaces de enfrentar su futuro con parámetros de eficiencia y eficacia. Las soluciones tecnológicas solicitadas por los clientes para mantener y aprovechar el crecimiento empresarial de largo plazo en gestión, hacen que soluciones como BPM (Business Process Management) apoyen estas condiciones, convirtiendo la gestión de procesos de negocios en una técnica estratégica, que permite generar y controlar “cambios” de forma ágil, oportuna, confiable y de calidad, con miras al logro de los objetivos estratégicos establecidos por dichas empresas. La gestión empresarial ha evolucionado a tal punto que hoy en día se considera que los procesos son un activo fundamental en el desarrollo de toda organización, razón por la cual las empresas deben

adaptarlos, optimizarlos e integrarlos, apoyándose en soluciones de negocio conformadas por plataformas, sistemas de información y aplicativos que responden ante los cambios que produce el entorno, facilitan una mayor productividad del empleado y una mayor y mejor colaboración con socios comerciales y clientes de valor, evitando así riesgos innecesarios que disminuyen la rentabilidad y los beneficios de las mismas. Es por todo esto que muchas de las empresas interesadas en su perdurabilidad a través del tiempo han adoptado soluciones BPM (Business Process Management), cuyo objetivo es la mejora de la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, los cuales deben ser integrales, automatizados, optimizados, monitoreados y documentados de una forma continua, siendo esta una plataforma de soporte en la toma de decisiones gerenciales relacionadas con ciclos del producto más cortos, inteligencia colectiva en la demanda del mercado y reacciones ágiles frente a las fluctuaciones de los precios.

Ortiz M. (2013) ha realizado un estudio donde aplican la teoría de restricciones y modelación de programas lineales como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de una compañía del sector textil y de confecciones. Ortiz manifiesta que: las empresas buscan aumentar los niveles de productividad de sus procesos y, por ende, la consecución de mejores dividendos en proyección con el tiempo. Para ello, resulta fundamental, la efectiva gestión de las restricciones

presentes en un sistema productivo. Hecho por el cual, se requiere direccionar estos recursos hacia la maximización de los niveles de ganancia de la organización. Cabe resaltar, que los fenómenos presentados en los mercados nacionales e internacionales impactan directamente sobre el sistema productivo de las empresas; por lo cual debe verificarse constantemente las distintas posibilidades de gestión operacional, táctica y estratégica que permitan hacerle frente a tales eventos. Por tal motivo, el estudio de Ortiz se ha enfocado en la aplicación de técnicas de optimización combinatoria como la programación lineal y teoría de restricciones para la gestión efectiva del subproceso de confección, recurso cuello de botella del sistema productivo de una empresa textil y de confecciones colombiana afectada por las relaciones aduaneras de nuestro país con la China. La aplicación del estudio genera como resultado la creación de una alianza con un proveedor de maquila nacional para la confección de las toallas “pequeñas” de la compañía; además de la generación de aportes académicos e investigativos.

Mallar M. (2010) ha realizado un estudio de la gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente. El autor expresa que cada vez más se observan los esfuerzos orientados a adecuar las organizaciones al complejo escenario en que se mueven. Cambios de reglas de juego, incremento de la competencia, apertura al mundo a través de la tecnología, hacen al cliente mucho más exigente, modificando sus demandas y necesidades. El autor manifiesta que la

gestión basada en los procesos, surge como un enfoque que centra la atención sobre las actividades de la organización, para optimizarlas. En la investigación se considerará a la organización como una red de procesos interrelacionados o interconectados, donde la estructura organizativa vertical clásica, eficiente a nivel de funciones, se orienta hacia una concepción horizontal, desplazándose el centro de interés desde las estructuras hacia los procesos, como metodología para mejorar el rendimiento, concentrándose en el diseño disciplinado y cuidadosa ejecución de todos los procesos de una organización. Finalmente, el estudio concluye que la metodología de aplicación de la Gestión basada en Procesos se trata de una herramienta de gestión adecuada para el momento actual, constituyéndose con fuerza como una alternativa exitosa para la obtención de resultados cada vez mejores.

Ortiz V. & Caicedo A. (2012) realizaron un estudio titulado: Plan óptimo de producción en una planta embotelladora de gaseosas. El objetivo de esta investigación fue diseñar un plan óptimo de producción en una planta embotelladora de gaseosas ubicada en la ciudad de San José de Cúcuta (Colombia), donde se identificaron las restricciones del sistema productivo para el desarrollo de un modelo matemático, siguiendo la metodología de la investigación de operaciones, específicamente la técnica de programación lineal, en conjunto con la teoría de restricciones. Como resultado se obtuvieron las cantidades óptimas de fabricación al menor costo para el período

seleccionado. Además, el estudio permitió evidenciar una capacidad productiva no utilizada, a partir de lo cual se identificaron escenarios y oportunidades para el aprovechamiento de sus recursos. El modelo matemático, que representa el plan óptimo de producción, se puede implementar en plantas embotelladoras de gaseosas que presenten las mismas características del caso de estudio considerado en este artículo.

2.2 Marco Teórico

2.1.1 Administración de los Procesos de Negocios

a. Concepto de BPM:

El Business Process Management (BPM) se concentra en la administración de los procesos de negocio. Se entiende como tal a la metodología que orienta los esfuerzos para la optimización de los procesos de la empresa, en busca de mejorar la eficiencia y la eficacia por medio de la gestión sistemática de los mismos. Estos procesos deben ser modelados, automatizados, integrados, monitoreados y optimizados de forma continua.

La filosofía BPM se ve como un sistema completo de información y comunicación, a través de un marco documental que permite publicar, almacenar, crear, modificar y gestionar procesos, así como acceder a ellos en cualquier momento y lugar.

Según Garimella y otros (2008), BPM es:

Un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales. BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso y gobierno. BPM es una colaboración entre personas de negocio y tecnólogos para fomentar procesos de negocio efectivos, ágiles y transparentes. BPM abarca personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios (p 5).

De acuerdo con Laurentiis (2003), BPM se define como:

Un orden específico de actividades de trabajo, que se realizan en el tiempo, en lugares específicos y por personas o sistemas, con un comienzo, un fin, con entradas y salidas claramente definidas. Es decir, una estructura cohesionada coordinada adecuadamente para la acción (p 1)

Por lo anterior, se puede decir que el enfoque de las tecnologías BPM es el análisis de la administración de los procesos de una empresa, desde que comienzan hasta que terminan; es decir, es

la convergencia de plataformas de gestión, tecnologías y aplicativos de colaboración y gestión, y de metodologías de gestión empresarial existentes en la organización, que tiene como objetivo mejorar la productividad y la eficacia de la organización a través de la optimización de sus procesos de negocio.

La tecnología BPM es considerada como una estrategia para la gestión de procesos de negocio y una mejora de la ejecución del negocio a partir de la eficaz y eficiente articulación entre el modelado, ejecución y medición de los mismos. De la misma manera, el BPM también puede ser visto como una filosofía de gestión. Es un conjunto de principios que, tomando como eje los procesos, plantea medir los resultados obtenidos, para controlar las actividades y procedimientos con los cuales se toman las decisiones que correspondan y se mejora el rendimiento del negocio.

b. Dimensiones articuladoras de procesos en la implementación de la tecnología BPM

La implementación de la tecnología BPM en las empresas garantiza la articulación de la estrategia teniendo en cuenta los tres grandes pilares de la gestión de procesos de negocio: a estrategia, los procesos y la tecnología, con el propósito de generar valor. Dicha articulación fluye con base en el desarrollo

de una serie de procesos que alinean, de manera controlada, los aspectos estratégicos del negocio con la asociación de los componentes tecnológicos que permitan flexibilizar los cambios. De acuerdo con Sánchez (2006), pensar en procesos de negocio significa que las acciones de cambio que se ejercen sobre el proceso son evaluadas y planeadas teniendo en cuenta las diferentes dimensiones que interactúan en la dinámica del mismo, de tal forma que permiten la optimización de los recursos y el incremento en los niveles de rendimiento empresarial. Estas dimensiones son: El talento humano: la tecnología BPM permite el desarrollo de las habilidades y competencias necesarias para la operación del proceso. Esto se constituye en uno de los pilares fundamentales al momento de abordar el proceso de mejoramiento empresarial. Las políticas, normas y reglas: cada proceso se evalúa revisando las actividades que se llevan a cabo, buscando eliminar aquellas que no adicionan valor e identificando el cumplimiento de las políticas, normas y reglas de negocio para la toma de decisiones acertadas acerca del proceso. Las condiciones de la infraestructura física: influyen en el desarrollo de los procesos, ya que las condiciones ambientales y geográficas pueden determinar mejoras o reducciones en la generación de valor en determinada actividad del negocio. La infraestructura implementada en tecnologías de información y comunicaciones: facilita la operación de

repositorios de información y de secuencia en el desarrollo de las actividades del proceso modelado bajo BPM, ya que articula todos los sistemas de gestión con que opera la empresa. Adicionalmente, la tecnología permite integrar los trabajos y roles que la empresa destina al desarrollo del proceso, con el fin de gestionar las barreras culturales, paradigmas, conocimientos y competencias requeridas para su realización. Por último, la tecnología analiza la dimensión relacionada con la estructura de la organización, con el propósito de optimizar la coordinación de las diferentes áreas, jerarquías y dependencias que influyen en su desempeño.

c. Etapas de la gestión de procesos con la tecnología BPM

De acuerdo con Smith (2003), los negocios han sido organizados alrededor de sí mismos o de un natural concepto de aplicación de software. Esta afirmación queda desvirtuada una vez que las empresas implementan la tecnología BPM para la gestión de los procesos de negocio, ya que, para el óptimo desarrollo e integración de los mismos, se fundamentan en la definición del ciclo de vida, el cual tiene como principal elemento la innovación implícita, que se manifiesta en el desarrollo de sus etapas; estas son:

Diseño: significa modelar, manipular y rediseñar procesos para luego capacitar y dar a conocer a la organización sobre

los posibles descubrimientos o mejoras sugeridas. Este proceso integra actividades, reglas, participantes y sus interacciones. Sus características son: composición, descomposición, combinación reestructuración y transformación.

Despliegue: consiste en la socialización del conocimiento hacia todos los participantes, incluyendo los conceptos de gente, aplicaciones y otros procesos empresariales.

Interacción: usa los procesos de escritorio y los de portal, en los cuales la gente puede interactuar completamente con los procesos de negocio. Esto incluye la administración entre la interface, el trabajo manual (tradicionalmente llamado workflow) y la automatización. En esta administración el trabajo recae sobre la alocución, administración de tareas y la forma en que los datos son integrados.

Monitoreo y control: integra ambos procesos con el sistema de gestión de procesos sobre el que se está ejecutando. Este incluye las tareas necesarias para mantener el desarrollo óptimo de los procesos, tanto desde una perspectiva técnica como en la utilización de los recursos.

Optimización: combina el proceso de diseño y el de análisis para retroalimentar la ejecución de los procesos con respecto a la situación actual. Análisis: controla la presentación del proceso para proveer la métrica, análisis y

la inteligencia de negocio necesaria para manejar las mejores prácticas y estrategias, y descubrir oportunidades innovadoras.

Ejecución: asegura que el nuevo proceso es desarrollado por todos los participantes (gente, sistemas de información, otras organizaciones y otros procesos). Es responsable del sistema de gestión del proceso.

Muchas características de la tecnología BPM están combinadas, total o parcialmente, para satisfacer el ciclo de vida de BPM, el cual es conducido directamente por metas organizativas. Esta fusión de tecnologías en un transparente entorno de diseño integrado (IDE), proporciona el nivel de abstracción necesario para que tanto el especialista de tecnología como el de negocio “hablen” un mismo idioma.

d. Beneficios y ventajas de la tecnología BPM

La tecnología BPM permite a las empresas el crecimiento empresarial a partir de la habilidad en la modelación, administración y optimización de los procesos de negocio, aumentando significativamente las ganancias o beneficios representados en su ROI, así como manteniendo el control de la organización y tomando las acciones necesarias para el mejoramiento continuo de la misma. Las empresas han identificado que las actividades y procesos de su negocio deben

fluir de manera articulada de principio a fin. Por tal motivo, después de haber realizado inversiones en soluciones parciales que no dieron respuesta eficiente ni efectiva, y que no permitieron la flexibilidad y agilidad requeridas, han identificado que la tecnología BPM es un factor clave y estratégico que no solo garantiza la automatización de sus procesos, sino que articula las actividades entre las personas, la coordinación y la orquestación de los procesos del negocio, optimizando así el uso de los recursos de la organización. Es por esta razón que cada vez más se están imponiendo en las mismas. A continuación, se hará un listado de las ventajas de implementar dicha tecnología:

- Mayor retorno sobre las inversiones realizadas en tecnología e información.
- Mayor sensibilidad a las demandas del mercado a un menor costo.
- Motor de cambio cultural en la organización al combinar la innovación tecnológica con el capital intelectual.
- Integración de personas, procesos y tecnología.
- Agilidad y Flexibilidad en la gestión de los procesos empresariales.
- Mejora el rendimiento y la productividad de todos los involucrados en el desarrollo de los procesos de negocio.

- Reducción en el número de pasos al desarrollar las actividades y los procedimientos.
- Reducción en los ciclos de error, por la automatización de tareas administrativas.
- Reducción de tiempos de respuesta y aumento en la calidad y eficiencia.
- Reducción en el número de trabajadores requeridos.

2.1.2 Teoría de las Restricciones

La base de la teoría de restricciones es su definición de restricción: cualquier cosa que limita un sistema para lograr un desempeño más alto en el cumplimiento de su meta. Las restricciones pueden ser de recursos internos, de mercado y de políticas. TOC se centra en el papel que juegan las restricciones en los sistemas, con el fin de mejorar el desempeño del mismo hacia la meta; la meta de cualquier negocio es hacer más dinero ahora y a futuro (Goldratt & Cox, 2008).

Según Goldratt (2000) argumenta que la única meta de las operaciones en el ambiente de una fábrica es ganar dinero. Si una planta no lo obtiene para la compañía, esta dejara de existir. De acuerdo con Goldratt, con frecuencia, otras medidas de las operaciones, como el mejoramiento en la productividad, la reducción de costos, la utilización de la mano de obra directa, los tiempos de

entrega y la calidad son mal encaminados y de importancia secundaria para la meta de ganar dinero.

Asimismo, Goldratt argumenta que el hecho de ingresar dinero puede dividirse en tres cantidades mensurables: el rendimiento, el inventario y los gastos operativos. El throughput se puntualiza como las ventas de las plantas menos el costo de la materia prima usada para producir esas ventas. No basta con elaborar un producto, debe de venderse al cliente para ganar dinero; por lo tanto, si el área de operaciones tiene un exceso de capacidad, su tarea es ayudar al departamento de ventas a incrementar las ventas (y, en consecuencia, el throughput) haciendo lo que pueda para contribuir a satisfacer las necesidades del cliente. En contraste, si la planta opera a toda su capacidad, debe impulsar más rápido las ordenes a través de la planta para incrementar el rendimiento; ello se consigue al identificar las operaciones sujetas a un cuello de botella en la planta y al aumentar la capacidad de dichos cuellos, a menudo sin tener que comprar más equipos sino por medio de una programación más creativa, horas extra en el trabajo o mejores políticas para la fuerza de trabajo y demás medidas de la misma índole. Goldratt llama a esto teoría de las restricciones (TOC, theory of constraints) ya que la restricción más importante, ya sea las ventas o el cuello de botella de producción, se remedia con el fin de acrecentar el rendimiento.

Además del rendimiento, la planta debe reducir el inventario para ganar dinero. Goldratt precisa al inventario únicamente como el

valor en materia prima de cualesquiera bienes que lleven en el inventario, lo que es una definición poco convencional. El coloca a la totalidad de la mano de obra y a los gastos indirectos en la categoría de gastos operativos y no en el inventario. Los gastos operativos son, entonces, el costo de convertir la materia prima en rendimiento. Su lógica es que los costos verdaderos se distorsionan al poner la mano de obra y los gastos indirectos en el inventario sobre la base de que el inventario se venderá, cuando, de hecho, la compañía no gana dinero alguno sino hasta que el inventario en realidad se vende.

La teoría de restricciones de Goldratt posee muchas implicaciones en la programación de operaciones. Primero, el cuello de botella es el recurso fundamental y la restricción que deberá programarse para lograr una producción máxima. Como ya se mencionó, cada hora de la capacidad que se gana en un cuello de botella es una hora ganada para la totalidad de la planta. Todos los recursos que no tiene cuello de botella deben programarse para garantizar que al cuello de botella no se le prive de materiales y pueda mantenerse ocupado procesando las órdenes necesarias para la venta. También, debe formarse una cola enfrente del recurso sujeto a un cuello de botella para asegurarse de que se permanezca ocupado. Los recursos que no están sujetos a un cuello de botella no requieren operar a la capacidad total siempre y cuando procesen una cantidad suficiente para conservar ocupado al cuello de botella; por lo tanto, algunos de los centros de trabajo no sujetos a cuellos de botella

pueden tener tiempo inactivo en su programa de operaciones. Los recursos no sujetos a un cuello de botella no deben producir inventario precisamente para incrementar la utilización de los recursos. Deben estar inactivos cuando su capacidad no es necesaria para abastecer al cuello de botella.

Pueden llevarse a cabo muchos pasos respecto de un recurso sujeto a un cuello de botella para incrementar la capacidad. Dichos pasos incluyen una reducción del tiempo de preparación de las máquinas de modo que el centro de trabajo pueda cambiar con rapidez de un trabajo al siguiente. Otro paso consiste en asegurarse de que el recurso sujeto a un cuello de botella se emplee 24 horas al día y no se cierre durante los descansos. La hora de la comida o incluso durante los mantenimientos que puedan diferirse. Si ello es posible, deben añadirse recursos a un centro de trabajo sujeto a un cuello de botella a través de mano de obra y máquinas adicionales sobre una base temporal. Cuando esto se hace, la operación progresará hacia la meta de ganar dinero.

2.1.3 Enfoque a Cuellos de Botella

Según Norman G. (2010) algunos sistemas de planeación de la producción se enfocan a los cuellos de botella de la producción: operaciones, máquinas o etapas de la producción que entorpecen la producción, porque tienen una capacidad mejor que las etapas aguas arriba o aguas abajo. En las operaciones en cuello de botella, los lotes de producto llegan más aprisa de lo que pueden terminarse. Por lo

tanto, estas operaciones son restricciones limitantes de la capacidad y controlan la capacidad de toda la fábrica.

Teoría de restricciones. (TOC, por sus siglas en ingles) el procedimiento del control de la producción de la administración de cuellos de botella, es decir, la administración de las restricciones, fue popularizada por el doctor Eliyahu Goldratt, quien se refiere a este procedimiento.

El doctor Goldratt desarrolló los conceptos de TOC en un software conocido como tecnología optimizada de la producción (OPT, por sus siglas en ingles). OPT sigue mejorándose y comercializándose por la Scheduling Technology Group Limited de Londres.

OPT es un sistema completo de información de planeación y control de la producción, dada una mezcla de productos, encuentra los cuellos de botella en los procesos de producción. Si un producto debe pasar a través de una serie de operaciones, independientemente de lo rápidas que sean, la capacidad del cuello de botella determinara la capacidad de toda la serie.

Un aspecto clave de la filosofía de TOC es la mejora continua del desempeño de la producción. En vez de utilizar las medidas contables tradicionales de costos unitarios y uso de trabajadores y equipo para medir el desempeño de la producción, se emplean las nuevas medidas de caudal (velocidad a la cual se genera efectivo mediante la venta de productos), inventarios (dinero invertido en

inventario) y gastos de operaciones (dinero utilizado en la conversión del inventario en caudal). La idea es incrementar el caudal y reducir al mismo tiempo tanto inventarios como gastos de operación.

El sistema de control se basa en los principios de tambor, amortiguador y cuerda. La producción se controla en los puntos de control, es decir en los cuellos de botella, que colectivamente se conocen como tambor, ya que establecen el ritmo de todas las demás operaciones. El tambor proporciona un programa maestro de producción consistente con los cuellos de botella de la producción. Antes de cualquier cuello de botella se mantiene un amortiguador temporal bajo forma de inventario, de forma que siempre se tenga material para trabajar. Estos amortiguadores son la garantía de que es posible ofrecer compromisos de entrega a los clientes con un alto grado de contabilidad. Un acuerdo es algún tipo de comunicación, como una calendarización que se comunica aguas arriba para evitar que se acumulen inventarios y coordina las actividades requeridas para apoyar al programa maestro de producción. La cuerda asegura que todas las etapas de la producción están sincronizadas con dicho programa.

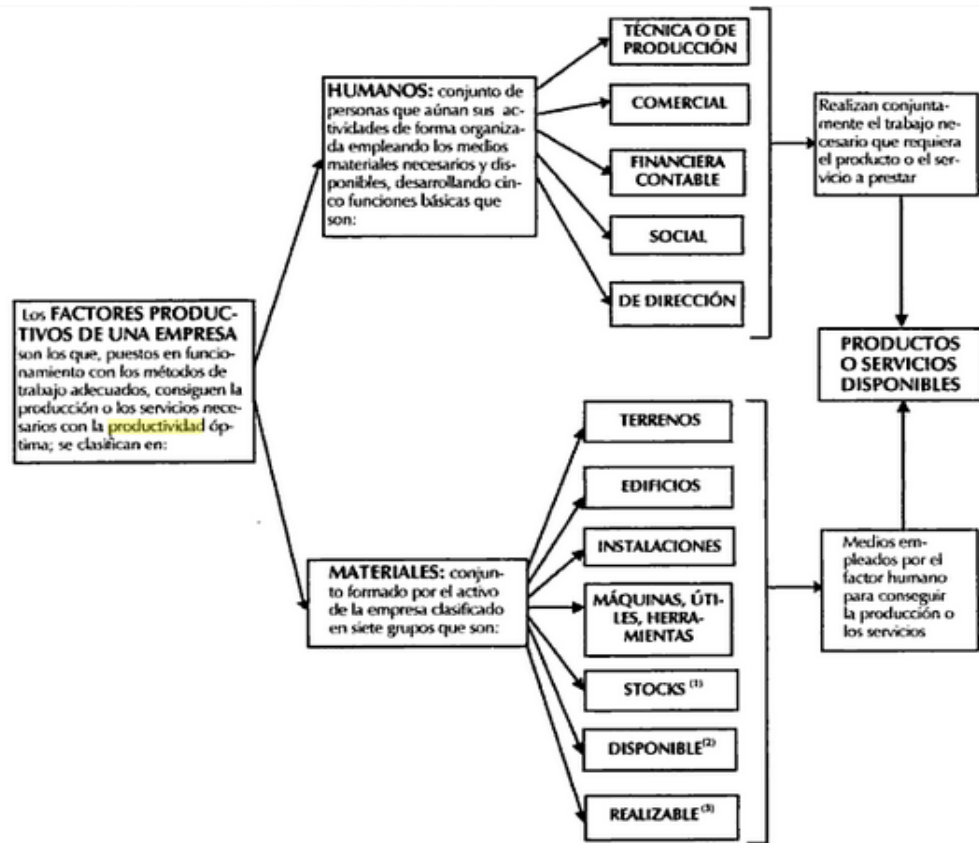


Figura 2: Factores productivos de una empresa

La productividad se calcula considerando solo el factor humano medido en las unidades de tiempo invertido en la producción realizada, de las que se desea obtener su índice de aprovechamiento, se debe llamar productividad de la mano de obra o rendimiento de los trabajadores.

Según B. Tejada (2000) la productividad es una medida de eficiencia que se relaciona con la producción. Conceptualmente, puede definirse como la interrelación entre los ingresos, el proceso de conversión y los egresos.

La productividad se centra en un factor: el uso de los recursos, que se preocupa por el uso eficiente y eficaz de ellos, con el fin de lograr un resultado óptimo.

2.1.4 Estudio de Movimientos

a. Definición de Estudio de Movimientos

Según R. García (1998) el estudio de movimientos comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario considerando la economía de movimientos.

El análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes, aumentando la tasa de producción.

b. Técnicas de Estudio de Movimientos

Las técnicas para la observación de los movimientos en el trabajo pueden ser a través de:

1. Técnica cinematográfica o de micro movimientos.
2. Técnica de proyección lenta cinematográfica para movimientos.
3. Técnica de análisis ciclo-gráfico (medio eléctrico fotográfico continuo).
4. Técnica de análisis crono-ciclo-gráfico (medio eléctrico fotográfico interrumpido).

5. Observación directa.

Las técnicas de movimientos con respecto al propósito de uso, tienen tres categorías principales:

1. Usadas para ayudar a la determinación de la clase de cambio aparentemente más factible: guía de posibilidades preliminar, guía de posibilidades detallada, análisis de la actividad del trabajo, muestreo del trabajo, estudio de memo movimientos.
2. Usadas para delinear las unidades de salida o producto terminado, también tomada como un aspecto preliminar para trabajar en la categoría 1 o para uso en el estudio de tiempos: análisis de la unidad de trabajo, análisis de la actividad del trabajo, análisis de la unidad de trabajo.
3. Usadas para ayudar al examen, en el detalle apropiado, de la manera de realizar el trabajo: análisis de la actividad del trabajo, muestreo del trabajo, carta de proceso- análisis de producto, carta de barras horizontales de tiempo, diagrama de redes, carta de proceso- análisis del hombre, carta de análisis del flujo de información, carta de operación, carta de análisis de actividad múltiple, análisis de micro movimientos, análisis de memo movimientos, diagrama bimanual.

Todas las técnicas tienen flexibilidad de uso, lo cual indica que pueden ser utilizadas según la necesidad y recursos

disponibles: pueden usarse en conjunto para mejores resultados.

c. Movimientos Fundamentales Usando Therbligs

Técnica utilizada por Frank Gilbreth, quien denomina therbligs al conjunto de movimientos fundamentales básicos para el estudio de movimientos, por su apellido deletreado al revés. Luego de varios estudios Gilbreth concluyó que eran 17 divisiones básicas del trabajo en las manos del cuerpo humano, para la ejecución de una operación en cualquier trabajo realizado. A través de este estudio se han desarrollado sistemas de estudio moderno de movimientos, micro movimientos y tiempos de movimientos básicos o predeterminados, que han sido de gran utilidad en la industria. Al realizar un estudio de movimientos con esta técnica deberá estudiarse las definiciones dadas a cada una de las 17 divisiones cuyos términos son: buscar, seleccionar, tomar o asir, alcanzar, mover, sostener, soltar, colocar en posición, pre colocar en posición, inspeccionar, ensamblar, desensamblar, usar, demora inevitable, demora evitable, planear, descansar. Debe reconocerse bien cada uno para no confundir las operaciones creyendo que se está llevando a cabo un movimiento cuando en realidad puede ser otro. Los therbligs pueden clasificarse en eficientes e ineficientes. Los eficientes son los que contribuyen al avance productivo del

trabajo los cuales pueden ser reducidos, pero no eliminados del todo por ser parte esencial del proceso, los therbligs ineficientes no hacen avanzar el trabajo, por lo que deben ser eliminados en lo posible para mejorar la línea de producción. Veremos en la siguiente tabla la clasificación de los movimientos fundamentales.

Clasificación <i>therbligs</i>		
Eficientes o efectivos	De naturaleza física o muscular	De naturaleza objetiva o concreta
	1. Alcanzar	1. Usar
	2. Mover	2. Ensamblar
	3. Tomar	3. Desensamblar
	4. Soltar	
	5. Precolocar en posición	
Ineficientes o inefectivos	Mentales o semimentales	Demoras o dilaciones
	1. Buscar	1. Retraso inevitable
	2. Seleccionar	2. Retraso evitable
	3. Colocar en posición	3. Descansar por fatiga
	4. Inspeccionar	4. Sostener
	5. Planear	

Tabla 2: Clasificación therbligs

Cada división se detalla con su nombre, símbolo en letras, símbolo gráfico, la definición de cada therbligs no se detalla por ser un tema extenso, lo cual se deja criterio del analista de movimientos.

d. Procedimientos de Estudios de Tiempos y el Formulario

Según (Meyers F. E., 2000) Para el procedimiento del estudio de tiempos se reduce a 10 pasos. El formulario respectivo está diseñado para ayudar al especialista para a ejecutar tales pasos en la secuencia adecuada de 10 pasos:

Paso 1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar

Paso 2. Hacer acopio de la información sobre el trabajo.

Paso 3. Dividir el trabajo en elementos.

Paso 4. Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho.

Paso 5. Hacer la extensión del estudio de tiempos.

Paso 6. Determinar el número de ciclos por cronometrar.

Paso 7. Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador.

Paso 8. Aplicar tolerancias.

Paso 9. Verificar la lógica.

Paso 10. Publicar el estándar de tiempos.

e. Técnicas para el Diseño de Métodos

Estas técnicas están destinadas a registrar toda la información requerida para establecer una instalación de manufactura completa con el número adecuado de personas, máquinas y herramientas. Así se realizará las preguntas correctas para

mejorar incluso el plan recién concebido e imponen a la consideración el mejor método de hacer un trabajo.

Diagramas de Flujo: Muestra el camino recorrido por un componente de la recepción, a los almacenes, la fabricación, el sub-ensamblaje, el ensamblaje, el empaque final, el almacén y el embarque. Cada trayectoria se traza sobre la disposición física de la planta.

El procedimiento para la elaboración de un diagrama de flujo es el siguiente:

Paso 1. El diagrama de flujo se inicia con una posición física actual o propuesta a escala.

Paso 2. A partir de la hoja de ruta, se traza cada paso en la fabricación de cada uno de los componentes y se conectan con una línea de color u otro método para distinguirlos.

Paso 3. Una vez fabricados los componentes, se reunirán en una secuencia específica en la línea de ensamblaje. La posición de la línea de ensamble quedara determinada por el sitio de donde provienen los componentes. En la línea de ensamble, todas las líneas de flujo se reúnen y recorren de manera unificada hacia el empaque, el almacén y el embarque.

Diagrama de Operaciones: El diagrama de operaciones tiene un círculo por cada operación requerida para fabricar cada uno

de los componentes, para armar el ensamble final y para empacar el producto terminado. El diagrama de operación ofrece mucha información como las materias primas, las compras, la secuencia de fabricación, la secuencia de ensamble, las necesidades de equipo, los estándares de tiempo, incluso una breve descripción de la disfunción de la planta, de los costos de mano de obra y del programa de planta, todo ellos se pueden deducir del diagrama de operaciones.

Diagrama de Procesos: El diagrama de procesos muestra todo el manejo, inspección, operaciones, almacenaje y retrasos que ocurren con cada componente conforma se mueve por la planta del departamento de recepción al de embarques. Se emplean símbolos convencionales para describir los pasos del proceso. Estos símbolos han sido aceptados por todas las organizaciones profesionales que realizan estudios de tiempos y movimientos. El diagrama de procesos se presta a un formulario estándar. Un formulario correctamente diseñado guiará al diseñador a realizar preguntas.

Diagrama de Proceso de Flujo: El diagrama de procesos de flujo combina el diagrama de operaciones y el de proceso. El diagrama de operaciones utilizaba solo un símbolo: el círculo, es decir el símbolo de operación. El diagrama de procesos de

flujo utiliza los cinco símbolos del diagrama de procesos. Otra diferencia es que los componentes comprados se tratan como si fuera manufacturado. No hay un formulario estándar para el diagrama de proceso de flujo.

Método de Balanceo: El departamento de control de producción, es el que hace el enlace entre la compañía y el cliente, es la ventana por medio de la cual se conocen todos los modelos y las cantidades a producir, además de las fechas de entrega al cliente.

De acuerdo a negociaciones, son establecidos los niveles de capacidad de producción, disponibilidad de línea, de gente, de embarques, y de todo con el fin de llegar a trabajar de manera correcta en la requisición, producción y entrega de un producto.

f. Propósito de la Técnica de Balanceo de Línea de Producción

Según (Meyers F. E., 2000) La técnica de balanceo es una aplicación de los estándares de tiempo elementales para fines de:

1. Igual la carga de trabajo entre personas, celdas y departamentos. No ayuda que un empleado, celda o departamento haga una unidad más si los departamentos que le envían el trabajo o aquellos a los que lo despacha no pueden seguir el ritmo. Es necesario que todos los

empleados, celdas y departamentos estén balanceados. Para que el trabajo sea más equitativo, podemos quitar parte del trabajo a una estación ocupada y dárselo a la que no tenga suficiente.

2. Identificar la operación cuello de botella. El empleado o departamento que tenga más trabajo es la estación cuello de botella y es necesario ponerla en equilibrio con el resto de la planta. Esta estación requiere más ingeniería industrial y asistencia de la supervisión que cualquiera otra. Si tenemos una persona con 10% más de trabajo que las otras 20 de una línea de ensamble, podemos ahorrar el equivalente de una quinta parte de un empleado por cada reducción del 1% en el tiempo de la estación cuello de botella, hasta que la reduzcamos 10%. Con este multiplicador justificamos hasta 20 veces el costo normal de herramental. La técnica de balanceo también es una buena herramienta de reducción de costos.
3. Establecer la velocidad de la línea de producción. Es necesario ajustar las velocidades de las bandas transportadoras para el ritmo de la planta.
4. Determinar el número de estaciones de trabajo. Cuando una tarea tiene más trabajo del que puede realizar el operario para alcanzar las metas de cantidad establecidas por los clientes, deben agregarse estaciones de trabajo. ¿cuantas?

El estándar de tiempo dividido entre el ritmo de la planta nos da esta cifra.

5. Ayuda a determinar el costo de la mano de obra. La suma de los estándares de tiempo en horas por pieza de todas las operaciones no dará las horas totales. Las horas totales multiplicadas por la tasa horaria promedio de salarios nos dará el costo de mano de obra.
6. Establecer el porcentaje de carga de trabajo de cada operador, para saber qué tan ocupados están en comparación con la estación cuello de botella, el tiempo takt o el ritmo de la planta.

2.1.5 Programación Lineal

Existen diversas técnicas de programación de la producción; entre ellas, se encuentran las que buscan optimizar los recursos de la organización y que están relacionadas con la Investigación de Operaciones (Herrera, 2011). La investigación de operaciones es un método que permite encontrar las relaciones óptimas que mejor operen un sistema, dado un objetivo específico (Prawda, 2004). Un elemento principal de la investigación de operaciones es el modelo matemático (Taha, 2004), aunque existen diversas técnicas para la resolución de estos modelos, Taha (2004) y Kaufmann (1978) resaltan la importancia de la técnica de programación lineal. Dentro de los problemas estudiados por la investigación de operaciones se encuentra el problema de la asignación de recursos o programación

de la producción (Moya, 2003). Este problema se presenta cuando se está tratando de distribuir algún recurso limitado o escaso entre actividades en competencia (Buffa & Sarin, 2000). El problema consiste en determinar cuánto fabricar de cada producto (Moya, 2003). Según Eppen et al. (2000) esto constituye la decisión óptima de un modelo de producción, en donde se determina la cantidad óptima que se debe producir de cada producto, para construir el plan óptimo de producción. El plan maestro de producción (MPS) es un plan de entrega para la organización manufacturera. Incluye las cantidades exactas y los tiempos de entrega para cada producto terminado. El MPS debe tomar en cuenta las restricciones de fabricación y el inventario de producto terminado (Sipper & Bulfin, 1998). La programación de la producción, o mejor denominada scheduling, es una respuesta operativa para optimizar la producción de un bien o servicio (Herrera, 2011). La programación determina el lanzamiento de las órdenes de fabricación y la secuencia de operaciones (González, 2010), mientras que en el programa maestro de producción se detalla cuántos elementos finales se producirán dentro de períodos específicos (Krajewski et al., 2008). La teoría de restricciones (TOC) es un método sistemático que se centra en administrar activamente las restricciones que impiden el progreso de la empresa hacia su meta (Krajewski et al., 2008). El método TOC implica aceptar la existencia de una fábrica desequilibrada, en la que algunos de los recursos tienen menor capacidad de producción que

otros; al recurso más limitado se le llama la restricción (Fogarty et al., 1999).

Una de las herramientas más importantes de la optimización y la investigación de operaciones es la programación lineal. Un problema de programación lineal está conformado por una función lineal de varias variables que se busca optimizar respetando una serie de restricciones también lineales. La técnica de programación lineal, como su nombre lo indica, es aplicable a modelos de optimización en los que la función objetivo y las restricciones cumplen con la condición de ser lineales. Esta técnica es empleada en una gran variedad de casos en campos de agricultura, industria, transporte, economía, salud, ciencias sociales y de la conducta, y militar. La programación lineal es la herramienta más importante de la investigación de operaciones. Así lo describe Taha:

“El objeto de la programación lineal es optimizar (minimizar o maximizar) una función lineal de n variables sujeto a restricciones lineales de igualdad o desigualdad. Mas formalmente, se dice que un problema de programación lineal consiste en encontrar el óptimo (máximo o mínimo) de una función lineal en un conjunto que puede expresarse como la intersección de un número finito de hiperplanos y semiespacios en.” (Castillo y otros 2002: 75)

Esta definición que hacen Castillo y Cornejo en su libro señala de manera clara la composición de la estructura de un problema de

programación lineal y se detalla de manera más específica en el siguiente gráfico tomado del mismo libro.

Definición formal de un problema de programación lineal:
forma más general de un problema de programación lineal (PPL) consiste en minimizar o maximizar la función Z sujeto a las restricciones de acuerdo a la naturaleza del problema.

$$Z = f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

sujeto a

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, p-1$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, \quad i = p, \dots, q-1$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = q, \dots, m$$

donde p , q , y m son enteros positivos tales que

$$1 \leq p \leq q \leq m$$

Gráfico 1: Estructura de un problema de programación lineal

Fuente: Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia. Enrique Castillo, Antonio J. Conejo, Pablo Pedregal, Ricardo García y Natalia Alguacil 20 de febrero de 2002

En el gráfico anterior, el replanteamiento matemático señalado se observa una ecuación Z que se denomina Función Objetivo o Función de Coste, y las representaciones que se muestran en la parte inferior se denominan restricciones del sistema. Estas restricciones

son el conjunto de condiciones que debe cumplir una posible solución óptima. Estas condiciones parten de la naturaleza física, económica o de ingeniería que posee un problema. Las restricciones definen el conjunto de soluciones factibles, es decir, las soluciones que cumplen con todas las condiciones establecidas y dentro de las cuales se encuentra la solución óptima.

Existen diversos métodos para hallar la solución al problema de programación lineal. Uno de ellos es el algoritmo llamado método simplex fue desarrollado en 1947 por el matemático George Dantzig para resolver modelos de programación lineal. A través del tiempo, el método simplex original ha sido modificado a fin de llegar a un algoritmo más eficiente para resolver grandes problemas de programación lineal por computadora. La solución óptima de un modelo de programación lineal está asociada a un punto esquina del espacio de soluciones. Este resultado es la clave del método simplex algebraico y en general para dar una solución a cualquier problema de programación lineal. Para hallar este resultado del punto esquina con el método simplex es necesario el uso de procesos computarizados que determinan de manera algebraica los puntos de esquina.

Para cumplir con este objetivo se debe, en primer lugar, convertir las restricciones de desigualdad en ecuaciones para posteriormente poder trabajar con ellas de manera sistemática. Una de las características principales del método simplex es que resuelve

los problemas de programación lineal en iteraciones donde cada iteración aproxima el valor de los puntos de esquina hacia aquel valor que optimiza el valor de la función objetivo. El desarrollo del método simplex implica un gran volumen de tediosos cálculos por lo que los softwares especializados son una gran herramienta para dar soluciones automatizadas a los modelos de programación lineal.

2.3 Marco Conceptual

Business Process Management (BPM): EL concepto se concentra en la administración de los procesos de negocio. Se entiende como tal a la metodología que orienta los esfuerzos para la optimación de los procesos de la empresa, en busca de mejorar la eficiencia y la eficacia por medio de la gestión sistemática de los mismos. Estos procesos deben ser modelados, automatizados, integrados, monitoreados y optimizados de forma continua.

Programación lineal: forma más general de un problema de programación lineal (PPL) consiste en minimizar o maximizar la función Z sujeto a las restricciones de acuerdo a la naturaleza del problema.

Diagrama de flujo. Representación gráfica de la distribución de un proceso, que muestra la localización de todas las actividades que aparecen en el diagrama de flujo del proceso y las trayectorias de viaje del trabajo.

Diagrama de flujo del proceso. Representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento. El diagrama incluye información que se considera deseable para el análisis, como el tiempo requerido y la distancia.

Diagrama de proceso de la operación. Representación gráfica de una operación que muestra todo el método, inspecciones, suplementos y materiales usados en un proceso de manufactura.

Estudio de movimientos. Análisis y estudio de los movimientos que constituyen una operación, para mejorar el patrón de movimiento al eliminar los movimientos no efectivos y disminuir los efectivos.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño de Investigación

Por la naturaleza de la investigación y de acuerdo a Sampieri H. (2016), el diseño de investigación es pre-experimental pues se realizó un pre test inicial para diagnosticar el actual proceso de fabricación asociado a los pedidos de la industria de panificación FRSL, luego de acuerdo al diagnóstico se implementó el sistema de optimización y finalmente se realizó un diagnóstico final para evaluar el impacto del sistema en la entrega de pedidos.

A continuación, se presenta el esquema del diseño investigación:

GE: O₁ ----- X ----- O₂

GE: Grupo Experimental conformado por los Pedidos a producción

O₁: Diagnóstico inicial de los pedidos a producción asociados al proceso de producción

X: Sistema de Optimización de la Producción Basado BPM y modelos lineales.

O₂: Diagnóstico final de los pedidos a producción asociados al proceso de producción

3.2 Método de intervención

Diagnóstico situacional: en esta primera fase se hace una descripción del negocio, se conceptualiza de manera genérica el negocio y se identifican los problemas principales de la organización.

Modelamiento del sistema de trabajo: En esta etapa se ha modelado los procesos, se ha manipulado algunas variables y se ha rediseñado los procesos de producción. En esta fase se integra actividades, reglas, participantes y sus interacciones. Sus características son: composición, descomposición, combinación reestructuración y transformación.

Despliegue y formalización: En esta etapa se formalizó los procesos con sus respectivas funciones con el objetivo de sociabilizar el conocimiento hacia todos los participantes, también se formalizó los documentos de trabajo, así como los flujos que sigue el proceso de producción.

Monitoreo y control: integra ambos procesos con el sistema de gestión de procesos sobre el que se está ejecutando. Este incluye las tareas necesarias para mantener el desarrollo óptimo de los procesos,

tanto desde una perspectiva técnica como en la utilización de los recursos.

Analizar el balance de carga: es esta etapa se construye y analiza el balance de carga de las líneas de producción para identificar los cuellos de botella y optimizar el proceso de producción. Para construir el balance de carga se ha utilizado la técnica de estudios de tiempo.

Optimización con programación lineal: combina el proceso de diseño y el de análisis para retroalimentar la ejecución de los procesos con respecto a la situación actual. Análisis: controla la presentación del proceso para proveer la métrica, análisis y la inteligencia de negocio necesaria para manejar las mejores prácticas y estrategias, y descubrir oportunidades innovadoras.

3.3 Diagrama de Gantt del método de intervención

En función al método de intervención que se ha presentado en la sección anterior se procedió a planificar el proyecto considerando las actividades que se han desarrollado en cada fase del método de intervención.

LINEAS DE ACCIÓN DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	1º Febrero				2º Marzo				3º Abril				4º Mayo				5º Junio				6º Julio				7º Agosto				8º Septiembre				9º Octubre				10º Noviembre				11º Diciembre																															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																
ACTIVIDADES																																																																									
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL																																																																									
Identificación de los problema del centro de aplicación	Lista de problemas	■																																																																							
Análisis de la causas	Informe					■																																																																			
Hito 1: Presentación de Resultados	Sesión de Presentación					■																																																																			
MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE TRABAJO																																																																									
Modelamiento del mapa de procesos	Mapa de Procesos					■																																																																			
Caracterización del procesos	Fichas de Procesos					■				■																																																															
Modelamiento de los procesos con BPMN	Diagramas de Flujo					■				■				■																																																											
Hito 2: Presentación y Aprobación del Mapa de Procesos	Sesión de Presentación					■				■				■																																																											
Inicio de la Sociabilización del mapa de procesos y fichas														■																																																											
DESPLIQUE Y FORMALIZACIÓN																																																																									
Identificación de los puestos, funciones y roles	Banco de Puestos									■																																																															
Elaboración de las funciones	Ficha de Funciones									■				■																																																											
Aprobación oficial de las funciones acorde al proceso	Funciones Vigentes									■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■																			
Hito 3: Entrega oficial de funciones	Sesión de Entrega									■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■																			
ESTUDIOS DE TIEMPO																																																																									
Elaboración de los mapas de operaciones	Mapa de Operaciones																	■				■																																																			
Levantamiento de los tiempo por línea de producción	Fichas de Operaciones																	■				■																																																			
Elaboración del informe de los resultados	Informe																					■				■																																															
Hito 4: Presentación y aprobación de los resultados	Sesión de Presentación																					■				■																																															
Control y Monitoreo de los flujos de producción																						■				■				■				■				■				■				■				■				■				■															
CONSTRUCCIÓN E EJECUCIÓN DEL MODELO LINEAL																																																																									
Construcción de la data para el modelo	Data de Producción																																																																								
Construcción del programa lineal de la producción	Modelo Lineal																																																																								
Hito 5: Ejecución del Programa Lineal	Resultados del Software																																																																								
Toma de decisiones en base a los resultados	Plan de Producción																																																																								
VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN																																																																									
Recopilación de la data de pedidos asociados a los lotes	Data de pedidos																																																																								
Procesamiento estadístico (T-student)	Cuadros de resultados SPSS																																																																								
Hito 6: Presentación de resultados	Sesión de Presentación																																																																								
Redacción final del informe	Informe de investigación																																																																								

Tabla 3. Diagrama de Gantt asociado al método de intervención
Fuente: Elabrado por el autor

3.4 Hipótesis de Investigación

El sistema de optimización de la producción basado en Business Process Managment y modelos lineales tiene un impacto positivo y significativo en la entrega de pedidos de la Industria de Panificación FSRL.

3.5 Prueba de Hipótesis

Por la naturaleza de la investigación la contrastación de la hipótesis se realizó aplicando el modelo estadístico de anova para muestras no relacionadas; es decir se realizó un pre test a la unidad de análisis y luego de la implementación del sistema de optimización se realizó un pos test para ver el impacto del sistema.

3.6 Variables

Variable Dependiente:

Y: Pedidos asociados al Proceso de los Lotes de Producción

Variable Independiente:

X: Sistema de Optimización de la Producción Basado en la BPM y Modelos Lineales.

3.7 Población

De acuerdo Hernández y otros (2016); “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

La población de esta investigación está constituida por todos los pedidos asociados a los lotes de producción y su proceso de fabricación que siguen los diferentes productos.

3.8 Muestra

La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población (Hernández y otros; 2016). En efecto, la muestra es intencional y está conformada por 260 pedidos asociados al proceso de producción de los cuales 103 pedidos corresponden al pre test y 153 pedidos corresponden al postest, que se han realizado en los meses en que se hacen el seguimiento del proceso de fabricación.

3.9 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2016) hay diversas opciones con respecto a la utilización del instrumento de medición. En efecto, en este estudio se han utilizado 5 instrumentos que son:

1. Ficha de Operaciones
2. Diagrama de Operaciones
3. Tablero del Balance de Línea
4. Ficha de Estandarización de Tiempos.
5. Sentencias SQL y base de datos

La técnica que se utilizó son:

Técnica de la observación: para recopilar la información de los tiempos en que se demora cada operación del proceso de producción se ha utilizado la técnica de observación.

Técnica de la entrevista: para elaborar el mapa de procesos y la

caracterización del proceso, se ha utilizado la técnica de la entrevista para recopilar la información que se necesita para documentar y modelar los procesos.

Análisis de base de datos: Para recopilar la información de los pedidos se ha utilizado la técnica del análisis de la base de datos aplicando las sentencias SQL para obtener información de la base de datos del sistema de información de la empresa.

3.10 Materiales

Para la elaboración de la presente investigación se han utilizado tres tipos de recursos: recursos tecnológicos, recursos humanos y recursos bibliográficos. Con respecto a recursos tecnológicos se ha utilizado un paquete estadístico del spss v 20 y software de hoja de cálculo. También se ha necesitado un especialista en análisis de las operaciones para hacer los estudios de tiempos en los flujos de producción. También se ha adquirido referencias bibliográficas especializadas para aplicar los estudios de tiempos.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL SISTEMA DE OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN BASADO EN BPM Y MODELOS LINEALES

4.1 Diagnóstico Situacional

Figueri SRL (FSRL) está ubicada en el km. 19 carretera central-Ñaña. En la actualidad se cuenta con dos grandes líneas de producción: panes (integrales y blancos) y pastelería; produciendo en total 42 tipos de productos; con un personal regular de 120 operarios; y 10 unidades propias de distribución. Una atención a los clientes externos a través de 3 canales de venta: Distribuidores, Venta directa en tienda y Vendedores por rutas.

La empresa afronta una serie de problemas debido a la falta de un sistema que permita optimizar la producción. Uno de los problemas principales ocurre en el momento de despachar los pedidos, existe más de un 30% de pedidos que no se entregan a tiempo ni completos, pues no se hace una buena planificación debido a la falta de conocimiento de la capacidad de producción por turno. Los distribuidores con frecuencia presentan sus quejas debido a que no

se les entrega todo lo que pidieron; es decir, la empresa no puede satisfacer la demanda. Hace dos años la gerencia de producción recomendó comprar dos máquinas (Batidoras y Boleadoras) con el fin de cumplir con los pedidos. Un año después se compró una batidora con financiamiento bancario; cuando llegó la batidora, independientemente de encontrar los indicadores adecuados para producir los productos, no se analizó que, al ingresar esta máquina, se tenía que dejar de utilizar dos máquinas antiguas que eran pequeñas y que aún están en buen funcionamiento. Luego, cuando se utilizó batidora, la producción o productividad no incremento. Esto provocó cierta preocupación a gerencia financiera ya que la compra de las nuevas máquinas no reflejaba el incremento de las ventas y en consecuencia no había mejoras en la utilidad mensual de tal forma que aporte al cumplimiento del pago de las cuotas de crédito bancario el cual financiaron de las máquinas. Luego, para que esta máquina entre en funcionamiento se contrató a un ingeniero de industrias alimentarias para que realice un diagnóstico del proceso actual de producción el cual encontró un conjunto de deficiencias en el flujo de trabajo en diferentes áreas.

4.2 Diseño del sistema de trabajo

4.2.1 Construcción del mapa de procesos de negocio

En esta sección se presenta el modelamiento del negocio basado en base a procesos. En la figura 2 se presenta el mapa de

procesos de la empresa en estudio y está distribuido por tres tipos de procesos de acuerdo a la propuesta de la cadena de valor de Michael Porter que son: procesos estratégicos en la parte superior, procesos fundamentales en la parte intermedia del mapa de procesos y procesos de soporte en la parte inferior.

A nivel de procesos estratégicos se ha considerado tres procesos: gestión estratégica, consultoría externa y gestión financiera. A nivel de procesos fundamentales se cuenta con cinco procesos que son: logística interna, transformación logística externa o distribución, marketing y venta, y servicio post venta. A nivel de procesos de soporte se cuenta con dos procesos que son: gestión del recurso humano y gestión de sistemas.

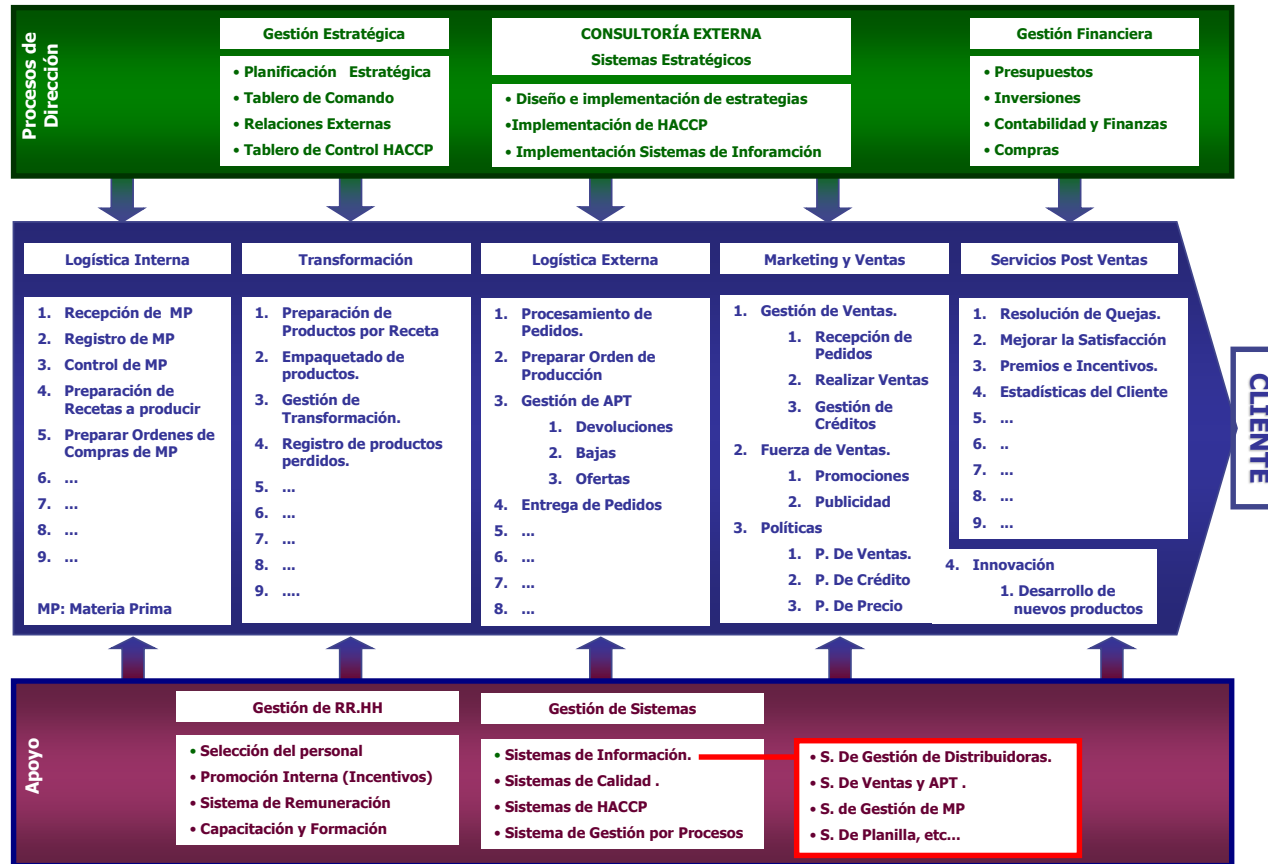


Figura 2: Mapa de procesos de la empresa panificadora
 Fuente: Elaborado por el autor

Puesto que el sistema pretende optimizar la producción es necesario modelar el proceso de transformación que también se muestra como parte del proceso fundamental en el mapa de procesos.

4.2.2 Caracterización de los procesos de negocio

En la figura 3 se presenta el inicio del proceso de transformación. Este proceso inicia con la orden de producción que está a cargo de gerencia de producción. En la figura se presenta los datos que debe tener la ficha de orden de producción y en la parte inferior de la figura se muestra las actividades que se realizan por las áreas.



Figura 3: Relación entre áreas, actividades y ficha de orden de producción
Fuente: elaborado por el autor

Una vez que se genera y autoriza la orden de producción, se envía una copia a AMP (Almacén de Materia Prima), y de acuerdo a la orden de producción ellos pesan los ingredientes de acuerdo a la cantidad de recetas a producir. En la figura 4 se muestra la columna de la ficha de orden de producción que ellos deben registrar para tener un control del inventario del almacén.

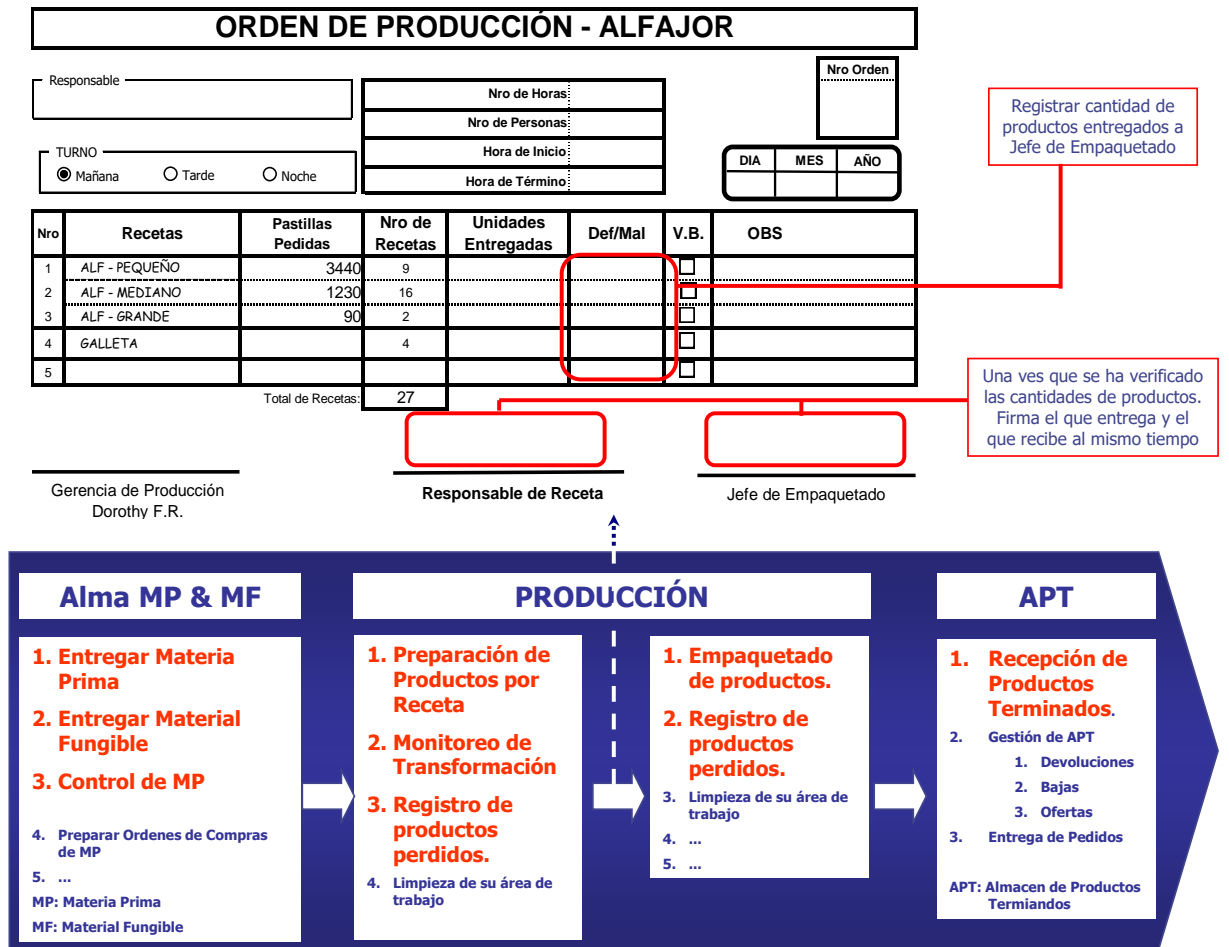
ALFAJOR						
Responsable		Factor 2		Medida	Nro. Prod.	
		Uds X Receta Pequeño:	840	Unidades		
		Uds X Receta Mediano:	276	Unidades		
		Uds X Receta Grande:	150	Unidades		
TURNO		Cant. de Recetas:	10	Fecha:	Cod - Rec	
<input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche		Nro de Lote	1		R001	
Nro	Insumos/Ingredientes	Unidad de medida	Cantidad x Receta.	Cantidad x Lote	Cant. Real x Lote	OBS
1	AZUCAR IMPALPABLE	kg	1	10		
2	HARINA	kg	6	60		
3	MAIZENA	kg	3.5	35		
4	MANTECA	kg	0.06	0.6		
5	SAL	kg	850	8500		
6	AGUA	ml	0.5	5.0		
7	ESENCIA DE VAINILLA	TP	1.6	16.0		
8	CARAMELINA	TP	0.13	1.25		
9	HARINA INTEGRAL(*)	KG	0.5	5.0		Para ALF Integral
10	SALVADO	KG				Sino hay Har. Integral
12						

Registrar el peso real que se le da, ver balanza



Figura 4: Registro del peso real de los insumos
Fuente: Elaborado por el autor

Luego que la receta pasa por el proceso de transformación, para optimizar, es necesario tener la información de la cantidad de productos defectuosos y malogrados. En la figura 5 se presenta la forma como se registra la información de productos defectuosos y malogrados para el cual se utiliza la misma ficha de orden de producción en la cual firman el responsable de la línea de producción y el jefe de empaquetado.



Registrar cantidad de productos entregados a Jefe de Empaquetado

Una vez que se ha verificado las cantidades de productos. Firma el que entrega y el que recibe al mismo tiempo

Figura 5: Registro de productos defectuosos y malogrados
Fuente: Elaborado por el autor

El proceso continuo con el empaquetado de los productos y para ello el Jefe de empaquetado con una ficha de Nota de Pedido y de acuerdo a la producción hace su pedido al Almacén de Materiales Fungibles (AMF) para solicitar los materiales que se necesita para empaquetar los productos. En la figura 6 se presenta la secuencia lógica de la interacción entre las áreas y las actividades que se realiza para solicitar el pedido.

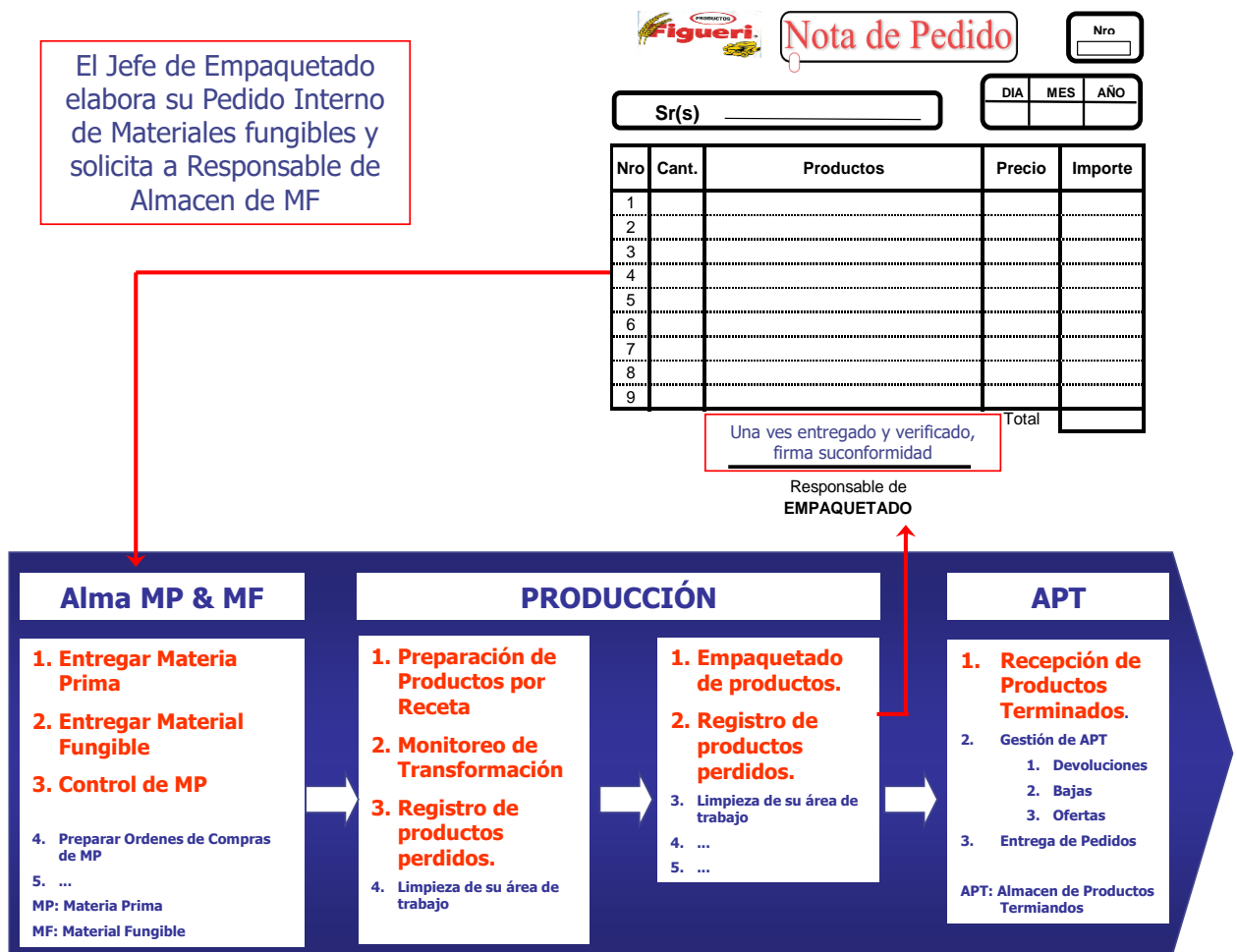


Figura 6: Registro de productos defectuosos y malogrados
Fuente: Elaborado por el autor

Continuando con el proceso, luego de que el área de empaquetado termina de empaquetar los productos, se procede a entregar a APT (Almacén de Productos Terminados) utilizando una ficha de control. En la figura 7 se presenta la ficha y su uso correcto relacionado en la etapa de ejecución; es decir, el área de producción y APT se relacionan a través de la entrega de productos terminados.

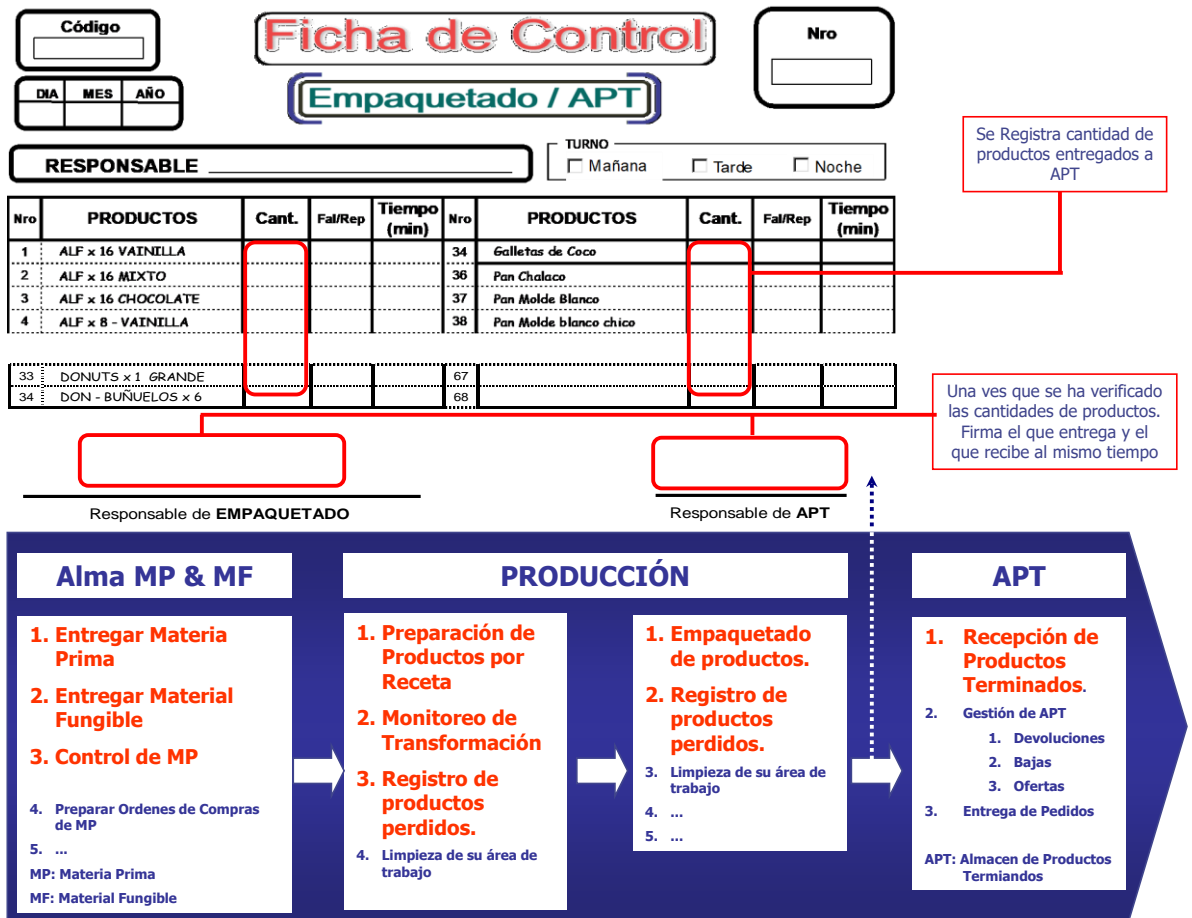


Figura 7: Registro de productos defectuosos y malogrados
Fuente: Elaborado por el autor

4.2.3 Modelamiento del proceso con BPMN

En la figura 8 se presenta transformación de las recetas a producto. En este proceso se tiene tres roles: Almacenero, Jefe de transformación o jefe de línea de producción y jefe de empaquetado.

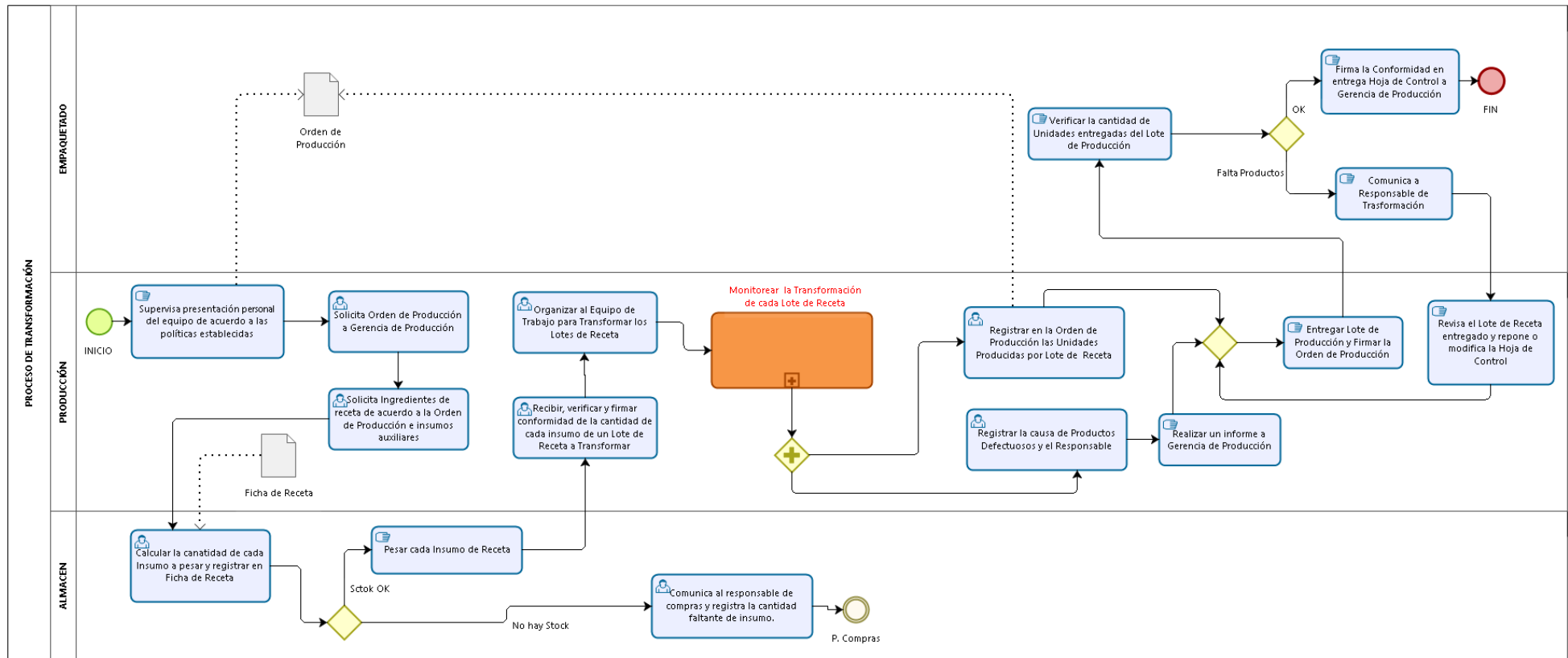


Figura 8: Diagrama del proceso de transformación de recetas
 Fuente: Elaborado por el autor

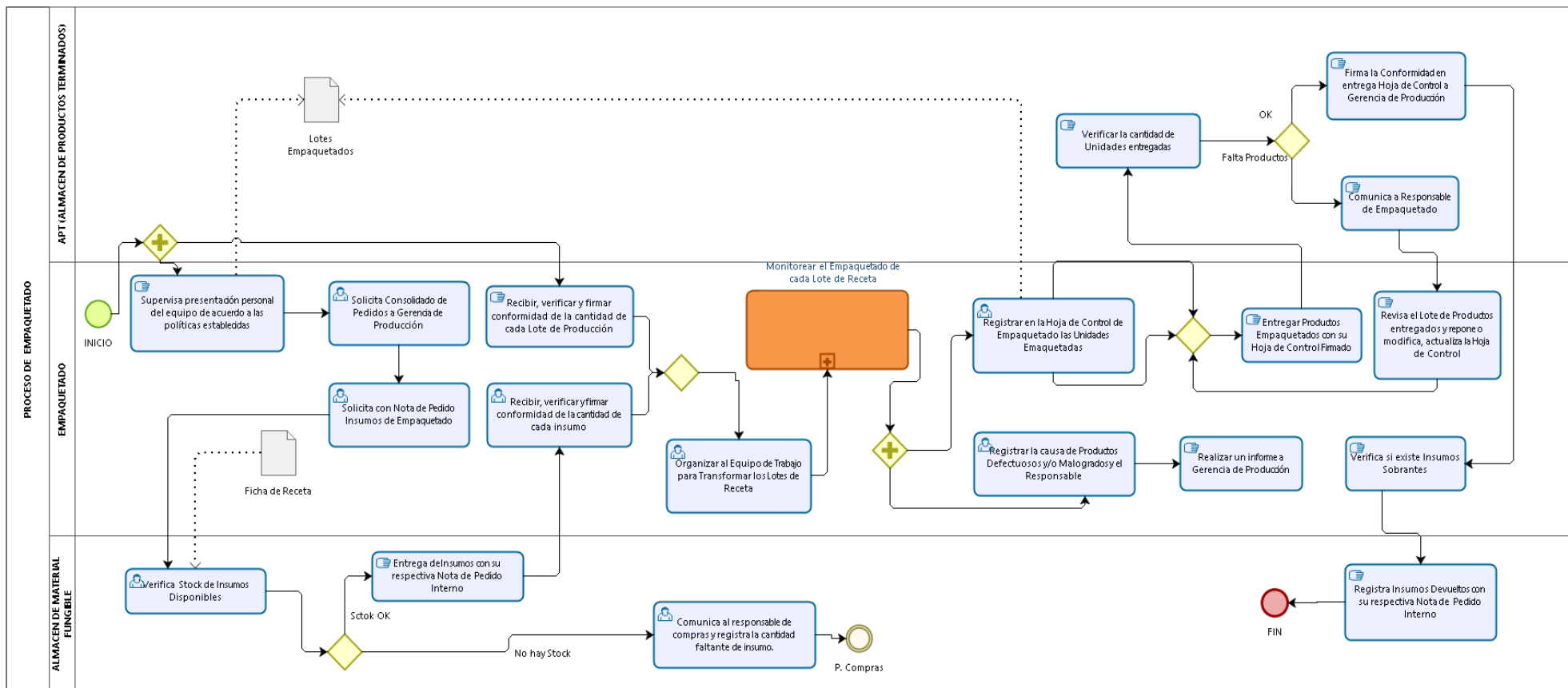


Figura 9: Diagrama del proceso de empaquetado de productos
Fuente: Elaborado por el autor

4.3 Despliegue y formalización

En la figura 9 se presenta el diagrama del proceso de empaquetado de los productos. Este proceso inicia con la supervisión del personal de trabajo que realiza el Jefe de Empaquetado y termina con la supervisión de los insumos devueltos en registrados en el documento de Nota de Pedido. Participan el Jefe de Almacén de Materiales Fungibles, Jefe de Empaquetado y Jefe de Almacén de Productos Terminados.

En la figura 10 se presenta las funciones del Jefe de Producción. Estas funciones se han elaborado de acuerdo al proceso que se ejecuta en el área. Y las funciones se expresan en base a Actividades que debe realizar el Jefe de Producción que son 7 actividades principales. Cada actividad tiene un detalle describiendo como se debe realizar la actividad. El detalle se presenta en otro documento que se muestra en la figura 11.

ACTIVIDADES DE TRANSFORMACIÓN

UNIDAD ESTRATÉGICA: TRANSFORMACIÓN	Estado de Lista <input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> En Proceso
---	---

FECHA: 31/03/2016



Preparado por
...

Aprobado por
Gerencia General

Nro	ACTIVIDADES (Casos de Uso)	Horas por Semana	OBSERVACIONES
1	Supervisar presentación del personal de su equipo.		
2	Alistar Lote de Receta a Producir		
3	Organizar a su equipo de trabajo par Tranformar los Lotes de Recetas.		
4	Monitorear la preparación de cada Lote de Receta		
5	Registrar productos buenos, deperdicio y defectuosos.		
6	Entregar Lote de Producción.		
7	Coordinar Limpieza de Transformación		
8			
9			
10			
11			
15			
Total de Horas			

Jefe de Transformación

Gerencia de Producción

Figura 10: Funciones del Jefe de Producción
Fuente: Elaborado por el autor

DEBERES - TRANSFORMACIÓN

UNIDAD ESTRATÉGICA: TRANSFORMACIÓN	Estado de Lista de Deberes <input checked="" type="radio"/> Aprobado <input type="radio"/> Propuesta
---	---

PUESTO: JEFE DE TRANSFORMACIÓN

Preparado por
...

FECHA 11 DE MARZO - 2016

Aprobado por
Gerencia General



Nro	DEBERES	Horas por Semana	Nro Actividad	Horas Revisadas
1	Supervisar que cada miembro de su equipo este correctamente vestido de acuerdo al manual interno de planta.		1	
2	Informar por escrito a Gerencia de Producción del integrante de su equipo que no se reporta correctamente vestido.		1	
3	Solicita Orden de Producción a Gerencia de Producción.		2	
4	Solicitar Ingredientes por Lote de Receta y verificar la cantidad de cada ingrediente que se le entrega y firmar la Ficha de Receta.		2	
5	<i>Solicitar con Nota de Pedido los insumos auxiliares que utilizará y firmar la Nota de Pedido.</i>		2	
6	Organizar a los integrantes de su equipo de trabajo, distribuyendo las tareas de acuerdo a sus funciones (asistente, subordinado,...)		3	
7	Los Integrantes que no quieren asumir su responsabilidad, deben ser informados por escrito a Gerencia de Producción.		3	
8	En caso de problemas con y entre los integrantes, utilizar la Técnica SPOP (Solución de Problemas Orientado a Personas).		3	
9	Supervisar de manera constante los tiempos en cada operación y por cada Lote de Receta para prevenir productos defectuosos o malogrados.		4	
10	Supervisar el trabajo del personal y minimizar el tiempo ocio		4	
11	Registrar en la Hoja de Control de la Producción la cantidad de productos defectuosos, malogrados y buenos.		5	
12	Informar por escrito a Gerencia de Producción de los productos defectuosos y malogrados, describiendo la causa y el responsable para su respectivo descuento.		5	
13	Entregar el Lote de Producción a Empaquetado adjuntado la Hoja de Control de la Producción.		6	
14	Luego que Empaquetado verifica, firmar la conformidad de entrega.		6	
15	Devolver los insumos auxiliares que sobraron.		6	
16	Cordinar su equipo de trabajo la limpieza del área de trabajo.		7	
18	Una ves limpiado, firmar en la Hoja de Control de Limpieza y solicitar el V.B. De		7	
Total de Horas				

Figura 11: Deberes del Jefe de Producción
Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 12 se presenta las funciones del Jefe de Empaquetado. Estas funciones se han elaborado de acuerdo al proceso que se ejecuta en el área. Y las funciones se expresan en base a Actividades que debe realizar el Jefe de Empaquetado que son 7 actividades principales. Cada actividad tiene un detalle describiendo como se debe realizar la actividad. El detalle se presenta en otro documento que se muestra en la figura 13. En el documento de deberes se observa que cada actividad está compuesta por uno o más deberes y está relacionada con el Nro. de actividad que se especifica en la columna de actividad ubicado en el lado derecho del documento.

ACTIVIDADES DE EMPAQUETADO

UNIDAD ESTRATÉGICA: EMPAQUETADO Estado de Lista
 Aprobado En Proceso

FECHA: 31/03/2016



Preparado por
...

Aprobado por
Gerencia General

Nro	ACTIVIDADES (Casos de Uso)	Horas por Semana	OBSERVACIONES
1	Supervisar presentación del personal de su equipo.		
2	Preparar Lote de Producción a Empaquetar		
3	Organizar a su equipo de trabajo para Empaquetar.		
4	Monitorear el Empaquetado de cada tipo de producto.		
5	Registrar productos buenos, desperdicio y defectuosos.		
6	Entregar Lote de Productos Terminados a APT		
7	Coordinar Limpieza de Empaquetado.		
8			
9			
10			
15			
Total de Horas			

Jefe de Empaquetado

Gerencia de Producción

Figura 12: Funciones del Jefe de Empaquetado
Fuente: Elaborado por el autor



DEBERES - EMPAQUETADO				
UNIDAD ESTRATÉGICA: EMPAQUETADO			Estado de Lista de Deberes <input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Propuesta	
PUESTO: JEFE DE EMPAQUETADO			Preparado por ...	
FECHA 31 DE MARZO - 2016			Aprobado por Gerencia General	
 				
Nro	DEBERES	Horas por Semana	Nro Actividad	Horas Revisadas
1	Supervisar que cada miembro de su equipo este correctamente vestido de acuerdo a las reglas establecidas.		1	
2	Informar por escrito a Gerencia de Producción del integrante de su equipo que no se reporta correctamente vestido.		1	
3	Solicitar Lote de Producción al área de TRANSFORMACIÓN.		2	
4	Confrontar la cantidad de cada línea del Lote de Producción con la Hoja de Control.		2	
5	Si falta comunicar de inmediato a Resp. de Transformación		2	
6	Firmar en la Hoja de Control la conformidad de entrega del Lote de Producción		2	
7	<i>Solicitar con Nota de Pedido los insumos de empaquetado o embolsado que utilizará y firmar la Nota de Pedido.</i>		2	
8	Organizar a los integrantes de su equipo de trabajo, distribuyendo las tareas de acuerdo a sus funciones (asistente, subordinado,..)		3	
9	Los Integrantes que no quieren asumir su responsabilidad, deben ser informados por escrito a Gerencia de Producción.		3	
10	En caso de problemas con y entre los integrantes, utilizar la Técnica SPOP (Solución de Problemas Orientado a Personas).		3	
11	Supervisar de manera constante los tiempos en cada operación y por cada línea de producto que se empaqueta para prevenir la salidad de productos defectuosos o malogrados.		4	
12	Supervisar el trabajo del personal y minimizar el tiempo ocio		4	
13	Registrar en la Hoja de Control de la Producción la cantidad de productos defectuosos, malogrados y buenos.		5	
14	Informar por escrito a Gerencia de Producción de los productos defectuosos y malogrados, describiendo la causa y el responsable para su respectivo descuento.		5	
15	Entregar el Lote de Productos Terminados a APT adjuntado la Hoja de Control de Empaquetado.		6	
16	Luego que APT verifica, firmar la conformidad de entrega.		6	
17	Devolver los insumos de empaquetado que no se utilizaron.		6	
18	Cordinar con su equipo la limpieza del área de trabajo, firmar en la Hoja de Control de Limpieza y solicitar el V.B. De Supervisor.		7	
19	Supervisar o utilizar el uso de la Hoja de Fechado para colocar la Fecha de vencimiento de acuerdo a la naturaleza de cada producto.		8	
Total de Horas				

Figura 13: Deberes del Jefe de Empaquetado
Fuente: Elaborado por el autor

4.4 Monitoreo y control

4.4.1 Estudio de tiempos de las operaciones de transformación

Para desarrollar el modelo lineal de optimización se seleccionó una línea de producción y fue el de Cakes. En la producción de productos de panificación cada línea de producción tiene un flujo diferente, es por ello que solo se trabajó con una de las líneas de producción. En la figura 14 se presenta el proceso de la línea de producción de Cakes.



Figura 14: Mapa de procesos de producción de Cakes
Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 14 se observa que esta línea de producción está conformada por seis actividades principales que son: el pesado, el mezclado, el llenado de moldes, el horneado, la descarga de los productos y finalmente el empaquetado. Estas actividades están

estandarizadas y en base a ellas se recopiló la información de los datos para la optimización.

A continuación, se presenta información de la línea de producción de Cakes.

N°	PANES PRODUCTOS	Unidades	Unidades por Paquete	RENDIMIENTO			Cantidad Producida	Numero de Bach	Costo por Producto	V. Venta Lote	Utilidad por Producto	Utilidad por Lote	Demanda Diaria
				TEORICO	% PERDIDA	REAL							
X1	Cake x 1 Vainilla y Marmol	1664	1	1664	94.06%	1565	37208.00	23.8	0.59	0.75	0.16	250	3332
X2	Cake x 1 Integral	1664	1	1664	94.06%	1565	3943.00	2.5	0.59	0.75	0.16	250	290
X3	Cake Taper x 11	1260	11	115	100.00%	115	3029.00	26.4	3.27	4.30	1.03	118	429
X4	Cake Taper x 15	3612	15	241	99.00%	238	4085.00	17.1	4.36	5.80	1.44	343	350
X5	Cake cup x2	576	2	288	100.00%	288	2751.00	9.6	0.64	0.75	0.11	32	115
X6	Cake cup x8	576	8	72	100.00%	72	704.00	9.8	2.45	3.00	0.55	40	49
X7	Cake cup x12	480	12	40	99.00%	40	6573.00	166.0	3.82	5.00	1.18	47	426
X8	Cake Especial e Ingles	104	1	104	100.00%	104	1536.00	14.8	3.45	3.80	0.35	36	129
X9	Cake chifon	55	1	55	99.00%	54	438.00	8.0	2.55	3.20	0.65	35	40
X10	Pionono x1 Delgado	195	1	195	100.00%	195	4413.00	22.6	0.59	0.75	0.16	31	149
X11	Pionono x1 Grueso	160	1	160	100.00%	160	1000.00	6.3	0.89	1.10	0.21	34	50
X12	Pionono x7	224	7	32	100.00%	32	51.00	1.6	4.09	4.50	0.41	13	50
X13	Pionono x10	930	10	93	100.00%	93	2943.00	31.6	3.45	4.30	0.85	79	147
X14	Tartaleta	240	1	240	83.34%	200	2508.00	12.5	0.64	0.85	0.21	42	149

Tabla 2: Información básica de la Línea de producción de Cakes

Fuente: Elaborado por el autor

A. PROCESO DE ELABORACION DE CAKE x 1 MARMOL Y VAINILLA

A continuación, se presenta la información técnica del producto

Cake x 1 de Marmol y Vainilla

Harina por receta	20	kg de harina
Moldes por receta	104	moldes
Moldes por Horneada	104	moldes
Productos x Molde	16	Cake Gordo
Rendimiento Teorico	1664	cake x 1
Porcentaje	94.06	%
Rendimiento Real	1565	cake x 1
Unidades x Producto	1	Unidades
Numero de productos	1565	Unidades
Productos x Jabas	100	Unidades
Numero de Jabas	16	Jabas

Tabla 3: Información básica de Cake x 1

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 3 se presenta la información de los datos técnicos de una receta de Cakes el cual se observa que la una receta está

compuesta de 20 kilos de harina, se trabaja con 104 moldes y en el horno entran los 104 moldes. El rendimiento teórico de la receta es de 1664 Cakes x 1, sin embargo, el rendimiento real es de 1565 unidades.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de Cake x 1																		
Actividad Numero:	1											lugar:	Planta de produccion					
Actividad:	Limpieza de molde de cake x 1											Elaborado por:	D.E.Q.					
Tareas	limpiar moldes - apillar en mesa											Fecha:	20/05/2014					
Tiempo estandar de:	la limpieza de un molde											Unidad de medida:	segundos					
Nombre:	Huichi	sexo	H													Cantidad por Bach	104 Ciclos	
Muestra																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
17	19	17	15	15	15	14	17	16	22	15	16	16	17	14	18			
13	13	15	10	13	10	16	12	14	11	17	15	16	11	25	11			
11	13	13	16	14	12	10	14	14	16	14	14	12	13	14	13			
15	12	15	13	18	14	13	17	16	12	13	21	16	19	17	26			
17	17	17	23	15	18													
Datos estadísticos																		
Muestra preliminar	70	Suplementos Fijos				Factor por suplementos						Cálculos por Bach						
Promedio	15.171	Suplemento por necesidades	Hombre 5%	Mujer 7%	Total 0%	Suplemento por descanso fijo	4.00%	Frecuencia x Bach	104									
Desviacion estandar	3.208	fatiga	4%	4%	4%	Suplemento por descanso variable	8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.283									
Tamaño de muestra	68	Suplementos variables				Suplemento por contingencia						Tiempo complementario (min)						
Escala Westinghouse	0.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Suplemento por politicas	0.00%	llevar moldes a mesa	3									
Habilidad	D 0.00%	Levantar peso	0%	0%	0%	Tiempos Calculados						Tiempo total x Bach (min)						
Esfuerzo	D 0.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	0%	Tiempo observado	15.171 segundos	Recursos										
Condiciones	D 0.00%	Monotonía menta	4%	4%	4%	Tiempo normal	15.171 segundos	Horas Hombre	32.453 minutos									
Consistencia	D 0.00%	Monotonía física	2%	1%	2%	Tiempo Estandar	16.992 segundos	Horas Maquina	0 minutos									

Tabla 4: Tiempo estándar de limpieza de molde
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 4 se observa que la muestra fue 70 moldes y el tiempo promedio en que un personal realiza la limpieza de los moldes es de 15.17 segundos con una desviación de 3.2, y la frecuencia por bach es de 104 moldes a limpiar. Entonces, el tiempo en limpiar los 104 moldes es de 32.45 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																	
Actividad Numero:	2											lugar:	Planta de produccion				
Actividad:	Engrasado de moldes de cake x 1											Elaborado por:	D. E. Q.				
Tareas	coger molde - engrasar - apilar											Fecha:	20/05/2014				
Tiempo estandar de:	de engrasar un molde											Unidad de medida:	segundos				
Nombre:	Huichi	sexo	H	Muestra										Cantidad por Bach	104 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
8	8	6	6	8	7	8	8	5	8	6	8	7	8	8	8	8	
7	12	7	7	8	8	7	8	8	15	8	7	8	6	6	7		
5	7	9	7	8	6	9	7	9	7	9	6	12	6	7	7		
8	6	8	8	7	6	8	7	9	6	7	6	8	7	7	6		
7	6	5	6	5	6	7	7										
Datos estadísticos		Suplementos Fijos					Factor por suplementos					Cálculos por Bach					
Muestra preliminar	72	Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo					4.00%	Frecuencia x Bach	104				
Promedio	7.361	necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable					8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.137				
Desviacion estandar	1.586	fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia					0.00%	Tiempo complementario (min)					
Tamaño de muestra	71	Suplementos variables			Suplemento por politicas					0.00%	traer grasa	1					
Escala Westinghouse	0.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempo observado					7.361	segundos	Recursos	15.290			
Habilidad	D	0.00%	Levantar peso	0%	0%	Tiempo normal					7.361	segundos	Horas Hombre	15.290	minutos		
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	Tiempo Estandar					8.244	segundos	Horas Maquina	0	minutos		
Condiciones	D	0.00%	Monotonía mental	4%	4%												
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%												

Tabla 5: tiempo estándar de engrasado de moldes de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 5 se observa que la muestra fue 72 moldes y el tiempo promedio en que un personal realiza el engrasado de los moldes de Cake x 1 es de 7.36 segundos con una desviación de 1.58, y la frecuencia por bach es de 104 moldes a limpiar. Entonces, el tiempo en limpiar los 104 moldes es de 15.29 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																	
Actividad Numero:	3											lugar:	Planta de produccion				
Actividad:	Hechar harina y colocar papel en molde de cake naranja											Elaborado por:	D. E. Q.				
Tareas	coger molde - echar harina - colocar papel - apilar											Fecha:	20/05/2014				
Tiempo estandar de:	Echar harina y colocar papel de un molde											Unidad de medida:	segundos				
Nombre:	Huichi	sexo	H	Muestra										Cantidad por Bach	104 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
8	10	8	9	14	8	9	7	12	8	7	9	8	7	7	5		
7	7	7	8	6	7	8	8	7	6	8	8	10	9	8	7		
7	9	7	5	7	6	9	8	9	5	10	9	7	9	10	10		
6	5	6	6	6	6	4	11	6	11	6	6	5	7	7	6		
6	6	6	7	6	5	7	7	6	6	5	7	8	5	6	6		
9	7	5	7	8	7	6	7	6	7	7	7	7	7	7	8		
7	8																
Datos estadísticos		Suplementos Fijos					Factor por suplementos					Cálculos por Bach					
Muestra preliminar	98	Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo					4.00%	Frecuencia x Bach	104				
Promedio	7.286	necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable					8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.136				
Desviacion estandar	1.656	fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia					0.00%	Tiempo complementario (min)					
Tamaño de muestra	79	Suplementos variables			Suplemento por politicas					0.00%	cutar papel	5					
Escala Westinghouse	0.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempo observado					7.286	segundos	Recursos	19.144			
Habilidad	D	0.00%	Levantar peso	0%	0%	Tiempo normal					7.286	segundos	Horas Hombre	19.144	minutos		
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	Tiempo Estandar					8.160	segundos	Horas Maquina	0	minutos		
Condiciones	D	0.00%	Monotonía mental	4%	4%												
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%												

Tabla 6: Tiempo estándar de echar harina y colocar papel en moldes de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 6 se observa que la muestra fue 98 moldes y el tiempo promedio en que un personal realiza el echar harina y colocar papel en los moldes de Cake x 1 es de 7.28 segundos con una desviación de 1.65, y la frecuencia por bach es de 104 moldes. Entonces, el tiempo en echar harina y colocar papel de los 104 moldes es de 19.14 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estándar del proceso de elaboración de cake x 1																
Actividad Numero:	5											lugar:	Planta de producción			
Actividad:	Pesado de masa de vainilla (1200g)											Elaborado por:	D.E.Q.			
Tareas	coger molde - llenar/pesar - apilar en mesa											Fecha:	20/05/2014			
Tiempo estándar de:	llenado de un brazo											Unidad de medida:	segundos			
Nombre:	Carlos Rocha					sexo	H		Muestra				Cantidad por Bach	54 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
11	9	9	7	8	6	9	5	10	6	7	5	10	5	10	7	
8	8	8	8	8	6	9	7	9	5	8	11	7	9	8	8	
7	9	7	8	7	8	8	9	9	8	11	7	7	9	10	7	
9	8	8	6	10	8	9	7	8	11	5	10	7	9	8	7	
10																
Datos estadísticos				Suplementos Fijos			Factor por suplementos				Cálculos por Bach					
Muestra preliminar	65			Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo		4.00%	Frecuencia x Bach	54				
Promedio	8.031			necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable		8.00%	Tiempo Estándar (min)	0.157				
Desviación estándar	1.541			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia		0.00%	Tiempo complementario (min)					
Tamaño de muestra	56			Suplementos variables			Suplemento por políticas				0.00%	0				
Escala Westinghouse		5.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempos Calculados					otros				
Habilidad	C2	3.00%	Levantar peso	0%	0%	0%	Tiempo observado		8.031	segundos	Tiempo total x Bach (min)					
Esfuerzo	C2	2.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	0%	Tiempo normal		8.432	segundos	Recursos					
Condiciones	D	0.00%	Monotonía mental	4%	4%	4%	Tiempo Estándar		9.444	segundos	Horas Hombre	8.496	minutos			
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%	2%					Horas Máquina	0	minutos			

Tabla 7: Tiempo estándar pesado de masa de vainilla de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 7 se observa que la muestra fue de 65 pesados y el tiempo promedio en que un personal realiza el pesado de vainilla de Cake x 1 es de 8.031 segundos con una desviación de 1.54, y la frecuencia por bach es de 54 porciones. Entonces, el tiempo del pesado de las porciones de Cake x 1 es de 8.49 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estándar del proceso de elaboración de cake x 1																	
Actividad Numero:	6											lugar:	Planta de producción				
Actividad:	Pesado de masa de chocolate (1000g)											Elaborado por:	D.E.Q				
Tareas	coger molde - llenar/pesar - apilar en mesa											Fecha:	20/05/2014				
Tiempo estándar de:	llenado de un brazo											Unidad de medida:	segundos				
Nombre:	Carlos Rocha	sexo	H	Muestra											Cantidad por Bach	54 Ciclos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
6	6	5	6	8	4	4	5	7	5	4	5	4	4	4	5		
5	5	4	6	5	6	7	9	4	4	4	6	4	4	6	6		
6	6	7	6	8	8	7	7	8	11	6	6	8	9	10	7		
8	9	9	6	10	15	11	7	7	7	9	9	8	7	9	6		
7	7	8	7	8	7	7	8	5	7	13	9	10	8	7	8		
7	7	10	10	6	7	8	7	9	7	7	7	10	10	6	7		
8	7	9	7	7	8	10	8	8	9	9	10	7	5	11	8		
7	6	6	6	6	6	6	7	6	5	8	7	5	6	5	8		
12	7	8	7	7	7	7	7	6	9	12	9	6	8	8	7		
Datos estadísticos			Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach						
Muestra preliminar	144		Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo		4.00%		Frecuencia x Bach	54					
Promedio	7.174		necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable		8.00%		Tiempo Estándar (min)	0.141					
Desviación estándar	1.944		fatiga	4%	4%	4%	Suplemento por contingencia		0.00%		Tiempo complementario (min)	0					
Tamaño de muestra	112		Suplementos variables			Suplemento por políticas		0.00%		0							
Escala Westinghouse	5.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempos Calculados					otros						
Habilidad	C2	3.00%	Levantar peso	0%	0%	0%	Tiempo observado		7.174 segundos		Tiempo total x Bach (min)						
Esfuerzo	C2	2.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	0%	Tiempo normal		7.522 segundos		Recursos						
Condiciones	D	0.00%	Monotonía mental	4%	4%	4%	Tiempo Estándar		8.436 segundos		Horas Hombre		7.589 minutos				
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%	2%					Horas Maquina		0 minutos				

Tabla 8: Tiempo estándar pesado de masa de chocolate de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 8 se observa que la muestra fue de 144 porciones pesadas y el tiempo promedio en que un personal realiza el pesado de chocolate de Cake x 1 es de 7.17 segundos con una desviación de 1.94, y la frecuencia por bach es de 54 porciones. Entonces, el tiempo del pesado de las porciones de Cake x 1 es de 7.58 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estándar del proceso de elaboración de cake x 1																	
Actividad Numero:	7											lugar:	Planta de producción				
Actividad:	Pesado de masa de cake Vainilla (2200g)											Elaborado por:	D.E.Q				
Tareas	coger molde - llenar/pesar - apilar en mesa											Fecha:	20/05/2014				
Tiempo estándar de:	llenado de un brazo											Unidad de medida:	segundos				
Nombre:	Carlos Rocha	sexo	H	Muestra											Cantidad por Bach	50 Ciclos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
9	11	13	13	9	13	9	14	13	13	10	12	9	13	9	12		
11	12	9	12	10	11	9	12	10	10	9	15	10	12	14	13		
12	10	13	11	16	12	14	12	12	10	9							
Datos estadísticos			Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach						
Muestra preliminar	43		Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo		4.00%		Frecuencia x Bach	50					
Promedio	11.442		necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable		8.00%		Tiempo Estándar (min)	0.224					
Desviación estándar	1.856		fatiga	4%	4%	4%	Suplemento por contingencia		0.00%		Tiempo complementario (min)	0					
Tamaño de muestra	40		Suplementos variables			Suplemento por políticas		0.00%		0							
Escala Westinghouse	5.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempos Calculados					otros						
Habilidad	C2	3.00%	Levantar peso	0%	0%	0%	Tiempo observado		11.442 segundos		Tiempo total x Bach (min)						
Esfuerzo	C2	2.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	0%	Tiempo normal		12.014 segundos		Recursos						
Condiciones	D	0.00%	Monotonía mental	4%	4%	4%	Tiempo Estándar		13.456 segundos		Horas Hombre		11.195 minutos				
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%	2%					Horas Maquina		0 minutos				

Tabla 9: Tiempo estándar pesado de masa de Cake x 1 de vainilla
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 9 se observa que la muestra fue de 43 porciones pesadas y el tiempo promedio en que un personal realiza el pesado

de vainilla de Cake x 1 es de 11.44 segundos con una desviación de 1.85, y la frecuencia por bach es de 43 porciones. Entonces, el tiempo del pesado de las porciones de Cake x 1 de vainilla es de 11.19 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																
Actividad Numero:	8											lugar:		Planta de produccion		
Actividad:	Nivelar masa											Elaborado por:		D.E.Q		
Tareas	coger moldes - nivelar - apilar											Fecha:		20/05/2014		
Tiempo estandar de:	nivelar un bloque de 4 moldes											Unidad de medida:		segundos		
Nombre:	Miguel	sexo	H	Muestra								Cantidad por Bach		104 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
5	6	5	5	4	5	7	4	5	3	5	5	5	5	5	4	
4	6	3	4	6	4	5	4	6	4	4	5	4	5	5	6	
5	5	7	4	6	6	5	5	6	7	6	6	6	7	5	5	
5	6	7	6	5	4	4	5	6	5	5	6	4	5	5	7	
5	6	5	5	4	5	7	4	5	3	5	5	5	5	5	4	
8	9	7	4	4	5	4	5	4	4	4	6	4	4	6	5	
5	3	4	5	7	6	8	10	7	9	7	6	6	9	10	5	
Datos estadísticos				Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach				
Muestra preliminar	112			Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo				4.00%		Frecuencia x Bach	104	
Promedio	5.330			necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable				8.00%		Tiempo Estandar (min)	0.100	
Desviación estandar	1.378			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia				0.00%		Tiempo complementario (min)		
Tamaño de muestra	102			Suplementos variables				Suplemento por políticas				0.00%		otros	0	
Escala Westinghouse				0.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempos Calculados				Tiempo total x Bach (min)			
Habilidad	D	0.00%	Levantar peso	0%	0%	0%	Tiempo observado				5.330	segundos	Recursos			
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	0%	Tiempo normal				5.330	segundos	Horas Hombre	10.348	minutos	
Condiciones	D	0.00%	Monotonía menta	4%	4%	4%	Tiempo Estandar				5.970	segundos	Horas Maquina	0	minutos	
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%	2%										

Tabla 10: Tiempo estándar coger moldes, nivelar y apilar de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 10 se observa que la muestra fue de 112 porciones pesadas y el tiempo promedio en que un personal realiza la nivelación de la masa de Cake x 1 es de 5.33 segundos con una desviación de 1.37, y la frecuencia por bach es de 104 unidades de masa. Entonces, el tiempo del pesado de nivel las 104 unidades de masa de Cake x 1 es de 10.34 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																
Actividad Numero:	9											lugar:		Planta de produccion		
Actividad:	Transportar moldes al coche											Elaborado por:		D.E.Q		
Tareas	Coger 4 moldes - colocar en el coche - apilar											Fecha:		20/05/2014		
Tiempo estandar de:	Colocar 4 moldes en el coche											Unidad de medida:		segundos		
Nombre:	Miguel	sexo	H	Muestra								Cantidad por Bach		104 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
5	10	4	5	7	6	6	7	7	6	5	5	4	5	6	7	
6	5	4	7	5	6	4	5	5	4	4	4	5	5	6	7	
5	6	6	4	5	6	6	6	5	5	4	5	4	4	7	4	
5	6	5	5	7	6	7	5	5	7	5	5	5	7	6	5	
5	6	5	5	5	5	9	9	8	5	6	8	6	7	8	6	
Datos estadísticos				Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach				
Muestra preliminar	80			Suplemento por:	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo				4.00%		Frecuencia x Bach	104	
Promedio	5.663			necesidades	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable				8.00%		Tiempo Estandar (min)	0.106	
Desviación estandar	1.272			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia				0.00%		Tiempo complementario (min)		
Tamaño de muestra	77			Suplementos variables				Suplemento por políticas				0.00%		Traer coche	0.25	
Escala Westinghouse				0.00%	Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempos Calculados				Tiempo total x Bach (min)			
Habilidad	D	0.00%	Levantar peso	0%	0%	0%	Tiempo observado				5.663	segundos	Recursos			
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca del ho	5%	15%	0%	Tiempo normal				5.663	segundos	Horas Hombre	11.243	minutos	
Condiciones	D	0.00%	Monotonía menta	4%	4%	4%	Tiempo Estandar				6.342	segundos	Horas Maquina	0	minutos	
Consistencia	D	0.00%	Monotonía física	2%	1%	2%										

Tabla 11: Tiempo estándar de transportar moldes al coche de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 11 se observa que la muestra fue de 80 moldes transportados al coche y el tiempo promedio en que el personal transporta los moldes al coche de Cake x 1 es de 5.66 segundos con una desviación de 1.27, y la frecuencia por bach es de 104 moldes transportados. Entonces, el tiempo total de los 104 moldes transportados de Cake x 1 es de 11.24 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estándar del proceso de elaboración de cake x 1																			
Actividad Numero:	10										lugar:		Planta de producción						
Actividad:	Cargar moldes al horno										Elaborado por:		D.E.Q.						
Tareas	coger molde - cargar al horno										Fecha:		24/05/2014						
Tiempo estándar de:	de cargar de un bloque de 4 moldes al horno										Unidad de medida:		segundos						
Nombre:	miguel y hichui					sexo	H			Cantidad por Bach		104 Ciclos							
Muestra																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
9	6	5	8	6	5	4	5	5	4	5	4	4	5	7	5				
4	8	10	5	4	4	8	6	6	6	6	4	4	4	5	6				
5	4	7	5	4	4	6	6	4	6	4	8	4	4	4	4				
4	4	4	4	5	4	8	4	5	4	5	7	4	4	4	4				
4	4	5	4	4	4	4	4	8	5	5	4	5	6	6	5				
6	6	4	6	6	4	5	4	7	9	10	9	9	6	6	6				
4	6	5	6	4	6	8	8	7	6	6	8	5	5	7	8				
9	8	7	11	8	6	7	7	6	5	6	6	5	7	10	7				
8	9	10	8	9	7	5	6	7	9	10	11	10	8	7	8				
7	6	8	7	8	9	10	5	8	6	8	7	8	10	9	5				
7	7	8	9	7	6	6	7	8	12	15	6	8	6	7	7				
7	9	11	6	7	6	6	7	6	7	6	5	6	7	6	7				
6	10	6	5	7	9	7	10	5	7										
Datos estadísticos				Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach							
Muestra preliminar	202			Suplemento por:		Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo		4.00%		Frecuencia x Bach		104				
Promedio	6.356			necesidades		5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable		8.00%		Tiempo Estándar (min)		0.119				
Desviación estándar	1.963			fatiga		4%	4%	4%	suplemento por contingencia		0.00%		Tiempo complementario (min)						
Tamaño de muestra	146			Suplementos variables				Suplemento por políticas		0.00%		0							
Escala Westinghouse				0.00%		Estar de pie		2%	4%		2%		otros				0		
Habilidad	D			0.00%		Levantar peso		0%	0%		0%		Tiempo total x Bach (min)				12.340		
Esfuerzo	D			0.00%		Estar cerca del ho		5%	15%		0%		Tiempo observado				6.356 segundos		
Condiciones	D			0.00%		Monotonía mental		4%	4%		4%		Tiempo normal				6.356 segundos		
Consistencia	D			0.00%		Monotonía física		2%	1%		2%		Tiempo Estándar				7.119 segundos		
										Horas Hombre		12.340 minutos		Recursos		Horas Maquina		0 minutos	

Tabla 12: Tiempo estándar de transportar moldes al horno de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 12 se observa que la muestra fue de 202 moldes transportados al horno y el tiempo promedio en que el personal transporta los moldes al horno de Cake x 1 es de 6.35 segundos con una desviación de 1.96, y la frecuencia por bach es de 104 moldes transportados al horno. Entonces, el tiempo total de los 104 moldes transportados al horno de Cake x 1 es de 12.34 minutos

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																
Actividad Numero:	11										lugar:		Planta de produccion			
Actividad:	Descargar del horno los moldes										Elaborado por:		D.E.Q			
Tareas	coger molde - colocar en palo - colocar dentro del horno										Fecha:		24/05/2014			
Tiempo estandar de:	de cargar moldes al horno										Unidad de medida:		segundos			
Nombre:	Miguel y Huichi				sexo	H		Cantidad por Bach		104		Ciclos				
Muestra																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
6	6	8	11	13	15	11	14	8	7	8	7	12	10	5	10	
5	13	11	10	10	11	15	9	10	6	10	9	7	5	7	10	
12	8	5	5	7	9	7	9	10	14	8	12	9	6	6	9	
5	14	5	8	10	8	5	7	12	11	5	7	15	6	7	7	
5	8	8	8	5	4	10	6	4	5	4	4	6	5	4	4	
3	6	5	5	6	7	7	9	12	8	4	5	6	4	6	8	
8	13	8	10	7	6	8	11	8	7	8	6	4	7	5	6	
9	7	9	10	14	8	12	8	9	7	8	8	10	7	8	9	
8	5	7	12	11	5	7	9	7	9	8	7	9	9	10	11	
8	7	6	8	7	5	5	8	6	7	8	5	6	7	5	7	
8	8	7	9	7	8	8	8	7	7	7	6	5	6	6	7	
Datos estadísticos			Suplementos Fijos					Factor por suplementos					Cálculos por Bach			
Muestra preliminar	176		Suplemento por: Hombre		Mujer		Total		Suplemento por descanso fijo		4.00%		Frecuencia x Bach		104	
Promedio	7.818		necesidades		5%		7%		0%		8.00%		Tiempo Estandar (min)		0.146	
Desviacion estandar	2.528		fatiga		4%		4%		0%		0.00%		Tiempo complementario (min)		0	
Tamaño de muestra	160		Suplementos variables					Suplemento por politicas					0.00%		0	
Escala Westinghouse			Estar de pie		2%		4%		2%				otros		0	
Habilidad	D		0.00%		Levantar peso		0%		0%		0%		Tiempo Calculados		Tiempo total x Bach (min)	15.178
Esfuerzo	D		0.00%		Estar cerca del ho		5%		15%		0%		Tiempo observado		7.818 segundos	
Condiciones	D		0.00%		Monotonia menta		4%		4%		4%		Tiempo normal		7.818 segundos	
Consistencia	D		0.00%		Monotonia fisica		2%		1%		2%		Tiempo Estandar		8.756 segundos	
												Recurso		Horas Hombre	15.178 minutos	
														Horas Maquina	0 minutos	

Tabla 13: Tiempo estándar de descargar del horno los moldes de Cake x 1.
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 13 se observa que la muestra fue de 176 moldes que se descargan del horno los moldes y el tiempo promedio en que el personal descarga los moldes al horno de Cake x 1 es de 7.81 segundos con una desviación de 2.52, y la frecuencia por bach es de 104 moldes descargados del horno. Entonces, el tiempo total de los 104 moldes descargados del horno es de 15.17 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																
Actividad Numero:	12										lugar:		Planta de produccion			
Actividad:	Descargar moldes con cake a bandejas										Elaborado por:		D.E.Q			
Tareas	Coger moldes - descargar a bandejas										Fecha:		27/05/2014			
Tiempo estandar de:	Descargar moldes con cake a bandejas										Unidad de medida:		segundos			
Nombre:	Huichi				sexo	M		Cantidad por Bach		17		Ciclos				
Muestra																
Ciclo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Llevar	Col. Papel	Trasl. Moldes	Total						
1	3	6	5	7	6	8	11	8	10	64						
2	6	4	8	5	15	7	12	7	8	72						
3	4	4	10	5	8	9	12	8	9	69						
4	7	7	6	6	7	5	9	9	9	65						
5	6	5	8	6	5	7	8	7	13	65						
6	11	6	4	9	10	8	17	5	16	86						
7	12	5	6	6	6	4	10	8	12	69						
8	8	5	6	5	7	7	15	7	11	71						
9	8	5	4	10	6	5	10	9	5	62						
10	7	5	4	6	7	4	15	10	10	68						
11	8	4	4	10	9	4	17	12	7	75						
12	4	8	5	6	6	4	19	6	5	63						
13	9	4	5	5	5	8	14	10	8	68						
14	9	8	5	5	5	7	9	11	10	69						
15	7	4	5	5	10	4	11	10	9	65						
16	5	3	4	8	5	4	13	15	8	65						
17																
Datos estadísticos			Suplementos Fijos					Factor por suplementos					Cálculos por Bach			
Muestra preliminar	16		Suplemento por: Hombre		Mujer		Total		Suplemento por descanso fijo		4.00%		Frecuencia x Bach		17	
Promedio	68.500		necesidades		5%		7%		0%		8.00%		Tiempo Estandar (min)		1.291	
Desviacion estandar	5.831		fatiga		4%		4%		0%		0.00%		Tiempo complementario (min)		0	
Tamaño de muestra	11		Suplementos variables					Suplemento por politicas					0.00%		0	
Escala Westinghouse			Estar de pie		2%		4%		2%				cargar y trasladar moldes		3	
Habilidad	D		0.00%		Levantar peso		0%		0%		0%		Tiempo Calculados		Tiempo total x Bach (min)	25.385
Esfuerzo	D		0.00%		Estar cerca del ho		5%		15%		0%		Tiempo observado		68.500 segundos	
Condiciones	D		0.00%		Monotonia menta		4%		4%		4%		Tiempo normal		69.185 segundos	
Consistencia	C		1.00%		Monotonia fisica		2%		1%		2%		Tiempo Estandar		77.487 segundos	
												Recurso		Horas Hombre	25.385 minutos	
														Horas Maquina	0 minutos	

Tabla 14: tiempo estándar de descargar moldes con Cake a bandejas.
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 14 se observa que la muestra fue de 16 moldes con cake que se descargan a la bandeja y el tiempo promedio en que el personal descarga los moldes con cake x 1 es de 68.5 segundos con una desviación de 5.83, y la frecuencia por bach es de 16 moldes descargados. Entonces, el tiempo total de los moldes descargados de moldes de cake es de 25.38 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estándar del proceso de elaboración de cake x 1															
Actividad Numero:	13											lugar:		Planta de producción	
Actividad:	Trasladar bandejas con 6 moldes al segundo piso											Elaborado por:		D.E.Q	
Tareas:	coger bandeja con moldes - trasladar al segundo piso - dejar en mesa											Fecha:		28/05/2014	
Tiempo estándar de:	Trasladar bandejas con 6 moldes al segundo piso											Unidad de medida:		segundos	
Nombre:	Daniel Huichi				sexo:		H		Cantidad por Bach		17		brazos		
Muestra															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
55	50	51	53	49	48	50	56	60	55	48	47	50	51	53	55
51	49	60	52	45	55	53	52	51	60	51	47	51	49	48	50
Datos estadísticos				Suplementos Fijos			Factor por suplementos				Cálculos por Bach				
Muestra preliminar	32			Suplemento fijo	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo		4.00%	Frecuencia x Bach		17		
Promedio	51.719			necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable		8.00%	Tiempo Estándar (min)		1.014		
Desviación estándar	3.769			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia		0.00%	Tiempo complementario (min)		0		
Tamaño de muestra	8			Suplementos variables			Suplemento por políticas		0.00%		otros		0		
Escala Westinghouse	5.00%			Estar de pie	2%	4%	2%	Tiempos Calculados				Tiempo total x Bach (min)		17.57	
Habilidad	D 3.00%			avantar peso	0%	0%	0%	Tiempo observado		51.719	segundos	Recursos			
Esfuerzo	D 2.00%			Estar cerca	5%	15%	0%	Tiempo normal		54.305	segundos	Horas Hombre		17.571 minutos	
Condiciones	D 0.00%			Monotonía	4%	4%	4%	Tiempo Estándar		60.821	segundos	Horas Maquina		0 minutos	
Consistencia	D 0.00%			Monotonía	2%	1%	2%								

Tabla 15: tiempo estándar de trasladar bandejas con 6 moldes al segundo piso.

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 15 se observa que la muestra fue de 32 bandejas y el tiempo promedio en que el personal trasladó las bandejas al segundo piso fue de 51.71 segundos con una desviación de 3.76, y la frecuencia por bach es de 17 bandejas trasladadas. Entonces, el tiempo total del bloque de bandejas trasladadas de cakex1 es de 17.57 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 12										
Actividad Numero:	14					lugar:	Planta de produccion			
Actividad:	Acondicionamiento de cake para cortado					Elaborado por:	D.E.Q.			
Tareas	coger cake-sacar papel-limpiar-cortar los bordes extremos-colocar cake en bandeja					Fecha:	28/05/2014			
Tiempo estandar de:	acondicionamiento de un cake para cortado					Unidad de medida:	segundos			
Nombre:	Carlos	sexo	M			Cantidad por Bach	104 Ciclos			
Muestra										
ciclo	coger papel	sacar papel	limpiar cake	cortar cake	devolver cake	Tiempo total				
1	2	1	3	11	2	19				
2	1	1	7	11	2	22				
3	2	1	5	12	2	22				
4	2	5	6	11	3	27				
5	1	1	6	11	3	22				
6	2	2	6	12	2	24				
7	4	1	7	15	2	29				
8	1	1	9	12	2	25				
9	5	2	10	12	4	33				
10	1	1	4	11	1	18				
11	1	1	7	10	1	20				
12	1	2	6	10	2	21				
13	1	2	9	7	2	21				
14	1	1	10	13	2	27				
15	1	1	7	11	2	22				
16	2	3	4	10	1	20				
17	1	3	7	10	4	25				
18	1	1	5	10	1	18				
19	1	1	3	12	2	19				
20	1	2	4	14	2	23				
21	1	2	2	16	2	23				
22	1	2	2	13	3	21				
23	2	3	2	10	3	20				
24	4	6	2	13	2	27				
25	2	4	2	10	2	20				
26	3	2	2	12	2	21				
27	4	6	4	10	3	27				
28	2	4	2	15	2	25				
29	2	4	8	12	2	28				
30	2	3	5	10	2	22				
31	2	2	4	15	2	25				
32	2	4	7	13	2	28				
33	2	2	3	10	2	19				
34	2	5	10	12	2	31				
35	2	3	4	10	2	21				
36	2	2	3	10	3	20				
37	3	2	4	10	2	21				
38	2	2	6	10	3	23				
39	3	3	4	10	2	22				
40	2	3	4	10	3	22				
41	1	2	3	10	2	18				
42	2	4	7	10	2	25				
43	2	7	8	10	2	29				
44	1	2	3	16	3	25				
Datos estadísticos		Suplementos Fijos			Factor por suplementos		Cálculos por Bach			
Muestra preliminar	44	Suplemento p	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo	4.00%	Frecuencia x Bach	104	
Promedio	23.182	necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable	8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.433	
Desviacion estandar	3.649	fatiga	4%	4%	4%	Suplemento por contingencia	0.00%	Tiempo complementario (min)		
Tamaño de muestra	38	Suplementos variables			Suplemento por politicas	0.00%	Trasladar latas a mesa			
Escala Westinghouse		0.00%	Estar de pi	2%	4%	2%	otros			
Habilidad	D	0.00%	Levantar p	0%	0%	0%	Tiempo total x Bach (min)			
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca	5%	15%	0%	Tiempo observado	23.182	segundos	Recursos
Condiciones	D	0.00%	Monotonía	4%	4%	4%	Tiempo normal	23.182	segundos	Horas Hombre
Consistencia	D	0.00%	Monotonía	2%	1%	2%	Tiempo Estandar	25.964	segundos	Horas Maquina
								46.804	minutos	0
								0	minutos	

Tabla 16: Acondicionamiento de cake para cortado
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 16 se observa que la muestra fue de 44 moldes de acondicionamiento de cake cortado y el tiempo promedio en el que se realiza el acondicionamiento del cake para cortado es de 23.18 segundos con una desviación de 3.64, y la frecuencia por bach es de 104 acondicionamiento de cake cortado. Entonces, el tiempo total del acondicionamiento del cake x12 cortado es de 46.80 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																		
Actividad Numero:	15											lugar:	Planta de produccion					
Actividad:	Fechado de 200 bolsas											Elaborado por:	D.E.Q.					
Tareas	coger fechador - fechar bolsas											Fecha:	28/05/2014					
Tiempo estandar de:	Fechado de 200 bolsas											Unidad de medida:	segundos					
Nombre:	Matilde	sexo	F	Muestra											Cantidad por Bach	8 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
130	150	140	143	142	146	136	146	143	139	135	134	150	135	137	138			
140	145	146	139	137	151	136	137	134	130	146	138	154	135	140	154			
Datos estadísticos				Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach						
Muestra preliminar	32			Elemento g	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo				4.00%	Frecuencia x Bach	8				
Promedio	140.813			necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable				9.00%	Tiempo Estandar (min)	2.785				
Desviacion estandar	6.473			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia				0.00%	Tiempo complementario (min)					
Tamaño de muestra	3			Suplementos variables				Suplemento por políticas				0.00%	0					
Escala Westinghouse				5.00%	Estar de p	2%	4%	Tiempos Calculados				0						
Habilidad	C2	3.00%	Levantar p	0%	0%	0%	Tiempo observado				140.81	segundos	Tiempo total x Bach (min)					
Esfuerzo	C2	2.00%	Estar cerca	5%	15%	0%	Tiempo normal				147.85	segundos	Recursos					
Condiciones	D	0.00%	Monotoni	4%	4%	4%	Tiempo Estandar				167.07	segundos	Horas Hombre	23.168	minutos			
Consistencia	D	0.00%	Monotoni	2%	1%	1%							Horas Maquina	0	minutos			

Tabla 17: Fechado de 200 bolsas
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 17 se observa que la muestra fue de 32 fechados de bolsa y el tiempo promedio del fechado de bolsas fue de 140.81 segundos con una desviación de 6.47, y la frecuencia por bach es de 8 bolsas fechadas. Entonces, el tiempo total del fechado de bolsas es de 23.17 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																		
Actividad Numero:	16											lugar:	Planta de produccion					
Actividad:	Trasladar cake a la maquina para el cortado											Elaborado por:	D.E.Q.					
Tareas	coger cake - trasladar - colocar en maquina											Fecha:	28/05/2014					
Tiempo estandar de:	Trasladar cake a la maquina para el cortado											Unidad de medida:	segundos					
Nombre:	Daniel Huichi	sexo	F	Muestra											Cantidad por Bach	104 Ciclos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
5	3	4	5	7	9	14	5	6	8	20	5	7	12	4	15			
4	4	4	15	4	4	4	6	4	18	5	4	4	4	4	15			
6	6	9	5	16	6	5	14	4	6	6	5	17	16	4	4			
4	5	24	23	4	5	23	4	4	4	4	7							
Datos estadísticos				Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach						
Muestra preliminar	60			Elemento g	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo				4.00%	Frecuencia x Bach	104				
Promedio	7.867			necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable				9.00%	Tiempo Estandar (min)	0.148				
Desviacion estandar	5.664			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia				0.00%	Tiempo complementario (min)					
Tamaño de muestra	796			Suplementos variables				Suplemento por políticas				0.00%	0					
Escala Westinghouse				0.00%	Estar de p	2%	4%	Tiempos Calculados				0						
Habilidad	D	0.00%	Levantar p	0%	0%	0%	Tiempo observado				7.867	segundos	Tiempo total x Bach (min)					
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca	5%	15%	0%	Tiempo normal				7.867	segundos	Recursos					
Condiciones	D	0.00%	Monotoni	4%	4%	4%	Tiempo Estandar				8.889	segundos	Horas Hombre	15.408	minutos			
Consistencia	D	0.00%	Monotoni	2%	1%	1%							Horas Maquina	0	minutos			

Tabla 18: Trasladar cake a la máquina para el cortado
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 18 se observa que la muestra fue de 60 el traslado de cake a la máquina del cortado y el tiempo promedio en el que se trasladó el cake a la maquina fue de 7.87 segundos con una

desviación de 5.66, y la frecuencia por bach es de 104 traslados. Entonces, el tiempo total del bloque de traslados de cakex1 es de 15.41 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																
Actividad Numero:	17											lugar:	Planta de produccion			
Actividad:	Cortado de cake x 1											Elaborado por:	D.E.Q.			
Tareas	Coger brazos - colocar en maquina - cortar - colocar en mesa											Fecha:	29/05/2014			
Tiempo estandar de:	Cortado de un brazo de cake x 1											Unidad de medida:	segundos			
Nombre:												Cantidad por Bach	104 Ciclos			
Muestra																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
10	5	6	7	9	6	5	4	5	7	8	12	4	4	5	6	
9	20	5	4	5	6	9	22	4	4	4	7	9	25	5	4	
5	6	15	4	4	6	5	5	9	6	25	4	4	4	5	8	
8	9	5	4	5	5	7	12	25	4	4	5	9	5	5	7	
18	4	5	5	5	7	9	19	5	5	6	10	8	4	4	7	
6	7	12														
Datos estadísticos				Suplementos Fijos			Factor por suplementos				Cálculos por Bach					
Muestra preliminar	83			Suplemento p	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo	4.00%	Frecuencia x Bach	104					
Promedio	7.530			necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable	8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.141					
Desviacion estandar	5.023			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia	0.00%	Tiempo complementario (min)						
Tamaño de muestra	683			Suplementos variables			Suplemento por politicas	0.00%	0							
Escala Westinghouse				0.00%	Estar de p	2%	4%	2%								
Habilidad	D	0.00%	Levantar p	0%	0%	0%										
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerca	5%	15%	0%										
Condiciones	D	0.00%	Monotoni	4%	4%	4%										
Consistencia	D	0.00%	Monotoni	2%	1%	2%										
Tiempos Calculados										Recursos						
Tiempo observado										7.530	segundos					
Tiempo normal										7.530	segundos		Horas Hombre	14.618	minutos	
Tiempo Estandar										8.434	segundos		Horas Maquina	0	minutos	
												Tiempo total x Bach (min)				
												14.618				

Tabla 19: Cortado de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 19 se observa que la muestra fue 83 Cortes y el tiempo promedio en el que se cortó el cake fue de 7.53 segundos con una desviación de 5.02, y la frecuencia por bach es de 104 cortes de cake. Entonces, el tiempo total del bloque de cortados de cake x1 es de 14.62 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1															
Actividad Numero:	18										lugar:			Planta de produccion	
Actividad:	Envasado de cake x 1										Elaborado por:			D.E.Q	
Tareas	Coger bolsa - embolsar										Fecha:			30/05/2014	
Tiempo estandar de:	Embolsado de una tajada de cake x 1										Unidad de medida:			segundos	
Nombre:	Matilde					sexo		F		Cantidad por Bach			1565 Ciclos		
Muestra															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	3	4	4	6	6	4	5	9	10	5	4	4	3	4	3
4	5	4	5	4	6	4	7	4	5	4	6	7	3	3	4
6	10	3	10	3	3	5	3	2	5	2	4	4	6	5	4
4	4	3	4	5	3	10	2	8	5	3	9	7	3	5	3
3	3	4	3	4	4	8	5	3	3	3	3	4	3	2	4
4	6	5	7	10	3	3	3	2	3	3	4	9	3	3	3
4	5	10	4	4	3	5	6	10	5	5	3	5	3	2	4
3	5	5	3	5	10	5	4	2	10	6	4	10	10	3	2
3	3	4	3	2	3	5	3	5	3	4	9	4	3	3	3
5	5	3	3	7	3	3	4	9	3	3	3	4	3	3	5
3	9	4	3	3	4	3	2	3	4	3	3	3	3	4	9
7	4	8	3	4	5	9	10	3	4	2	4	3	3	4	6
3	4	5	10	9	10	3	4	2	4	3	3	4	6	4	3
3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3	4	9	5	2	3
3	4	4	3	3	4	3	7	12	3	4	3	3	4	5	10
5	3	3	7	3	3	4	9	3	3	3	9	7	3	5	3
8	4	3	3	4	3	2	3	4	3	3	3	4	3	2	4
5	10	4	4	4	5	6	10	5	5	3	10	2	8	5	4
4	3	4	6	3	3	10	3	4	2	4	7	3	5	4	5
4	6	4	3	3	10	3	4	2	4	7	3	5	4	5	8
4	3	3	3	4	7	10	5	4	4	3	3	3	4	5	4
3	3	3	5	3	4	4	3	8	3	4	4	3	7	4	8
3	2	2	8	10	4	4	4	2	3	3	5	0	6	4	9
Datos estadísticos				Suplementos Fijos				Factor por suplementos				Cálculos por Bach			
Muestra preliminar	368			Elemento p	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo				4.00%	Frecuencia x Bach	1565.1584	
Promedio	4.492			necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable				8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.088	
Desviacion estandar	2.172			fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia				0.00%	Tiempo complementario (min)		
Tamaño de muestra	359			Suplementos variables				Suplemento por politicas				0.00%	0		
Escala Westinghouse				5.00%	Estar de p	2%	4%	2%	Tiempos Calculados				0		
Habilidad	C2	3.00%	Levantar p	0%	0%	0%	Tiempo observado				4.492	segundos			
Esfuerzo	C2	2.00%	Estar cerca	5%	15%	0%	Tiempo normal				4.716	segundos			
Condiciones	D	0.00%	Monotonía	4%	4%	4%	Tiempo Estandar				5.282	segundos			
Consistencia	D	0.00%	Monotonía	2%	1%	2%	Recurso				Horas Hombre		137.797	minutos	
											Horas Maquina		0	minutos	

Tabla 20: Envasado de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 20 se observa que la muestra fue 368 envases y el tiempo promedio en el que se cortó el cake fue de 4.49 segundos con una desviación de 2.17, y la frecuencia por bach es de 1565.16 envases. Entonces, el tiempo total del envasado de cake x1 es de 137.80 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1													
Actividad Numero:	19								lugar:	Planta de produccion			
Actividad:	Sellar de bolsa con calor								Elaborado por:	D.E.Q			
Tareas	coger 8 bolsas conteniendo cake - llevar a selladora - sellar - devolver a mesa								Fecha:	30/05/2014			
Tiempo estandar de:	sellado de 8 bolsas de cake con calor								Unidad de medida:	segundos			
Nombre:	Daniel Huichi		sexo	M		Muestra			Cantidad por Bach	196 Ciclos			
Ciclo	Coger de mesa	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	llevar a mesa	Total		
1	8	3	4	6	4	5	3	3	4	10	50		
2	6	5	6	8	7	5	4	3	4	5	53		
3	6	6	4	2	3	5	3	4	5	4	42		
4	10	7	4	5	4	4	3	3	4	2	46		
5	7	6	6	4	4	3	3	3	2	3	41		
6		6	6	2	3	9	5	5	4	4	44		
7	15	2	5	4	3	4	4	4	4	8	53		
8		4	6	4	2	3	3	3	4	5	34		
9		6	4	3	3	3	3	3	3	8	36		
10	15	5	3	5	4	4	4	3	3	10	56		
11	6	4	7	3	4	3	3	4	6	5	45		
12	15	4	4	3	3	4	4	5	4	4	50		
13		4	2	2	8	4	3	3	3	8	37		
14	15	4	2	3	3	2	3	3	4	7	46		
15		3	3	4	3	3	4	3	4	4	31		
16	11	5	3	3	2	7	3	3	4	6	47		
17		5	4	2	7	5	5	6	4	10	48		
18	5	3	2	4	3	4	3	3	4	5	36		
19	3	8	6	4	6	4	2	4	3	4	44		
20	9	4	4	7	3	4	4	2	4	8	49		
21		4	3	3	2	3	3	4	4	4	30		
22	5	3	3	3	3	4	3	3	3	11	41		
23	8	6	3	9	6	3	2	4	3	7	51		
24		4	3	3	3	3	6	5	4	4	35		
25	5	3	5	3	3	3	3	2	4	6	37		
26	3	4	3	3	3	2	3	3	5	6	35		
27	15	7	3	6	3	4	3	3	4	5	53		
28		4	3	2	3	4	3	3	4	6	32		
29	7	7	5	5	2	3	5	4	3	12	53		
30	12	6	3	3	5	5	3	4	4	5	50		
31	3	4	4	5	4	4	4	3	4	4	39		
32	7	3	3	3	2	3	4	4	5	3	37		
33	7	4	4	4	4	4	3	4	3	9	46		
34	5	4	3	4	4	3	4	3	4	6	40		
35	4	3	6	3	4	3	3	5	4	8	43		
36	9	3	4	4	4	3	5	3	3	7	45		
37	6	3	4	3	3	4	3	4	4	7	41		
38	9	3	3	3	2	3	6	3	3	9	44		
39		3	6	5	5	5	3	3	3	7	40		
40	7	4	5	4	4	4	4	4	4	5	45		

Datos estadísticos		Suplementos Fijos			Factor por suplementos			Cálculos por Bach		
Muestra preliminar	40	Elemento p	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo	4.00%	Frecuencia x Bach	195.6448	
Promedio	43.125	necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable	8.00%	Tiempo Estandar (min)	0.829	
Desviacion estandar	6.783	fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia	0.00%	Tiempo complementario (min)		
Tamaño de muestra	38	Suplementos variables			Suplemento por politicas			0.00%	0	
Escala Westinghouse	3.00%	Estar de p	2%	4%	2%	Tiempos Calculados			0	
Habilidad	D 0.00%	Levantar p	0%	0%	0%	Tiempo observado			43.125 segundos	
Esfuerzo	C2 2.00%	Estar cerca	5%	15%	0%	Tiempo normal			44.419 segundos	
Condiciones	D 0.00%	Monotoní	4%	4%	4%	Tiempo Estandar			49.749 segundos	
Consistencia	C 1.00%	Monotoní	2%	1%	2%	Recursos			Horas Hombre 162.219 minutos	
								Horas Maquina	0 minutos	
								Tiempo total x Bach (min)		162.219

Tabla 21: Sellar de bolsa con calor
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 21 se observa que la muestra fue de 40 el sellado de bolsa con calor y el tiempo promedio en el que se selló la bolsa con calor fue de 43.13 segundos con una desviación de 6.78, y la frecuencia por bach es de 195.64 sellos con bolsa de calor. Entonces, el tiempo total del sello de bolsa con calor de cake x1 es de 162.22 minutos.

Establecimiento del Tiempo Estandar del proceso de elaboracion de cake x 1																	
Actividad Numero:	20											lugar:	Planta de produccion				
Actividad:	Etiquetado de cake											Elaborado por:	D.E.Q				
Tareas	Coger 12 paquetes - etiquetar - guardar en jaba											Fecha:	30/05/2014				
Tiempo estandar de:	Etiquetado de 12 cake											Unidad de medida:	segundos				
Nombre:	Abel	sexo	M											Cantidad por Bach	130	Ciclos	
Muestra																	
Ciclo	coger cake	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Colocar en jaba	Total		
1	5	4	5	3	4	4	4	3	5	4	4	4	5	9	63		
2	4	4	4	4	4	4	3	5	3	4	5	4	4	6	58		
3	3	6	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	59		
4	5	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	3	5	5	56		
5	4	3	5	4	4	4	5	4	4	5	6	5	5	6	64		
6	5	5	5	3	4	4	5	4	4	4	3	5	4	3	58		
7	3	4	3	7	6	4	4	4	4	3	4	3	4	4	57		
8	3	4	3	7	6	4	4	4	4	3	4	3	4	4	57		
9	7	5	4	4	5	4	3	4	4	4	7	4	4	5	64		
10	5	5	4	3	3	4	3	3	4	3	5	3	4	6	55		
11	3	4	3	4	4	3	4	4	3	5	3	4	5	5	54		
12	3	4	4	4	4	3	4	4	5	3	4	4	5	4	55		
13	5	4	5	3	4	4	3	4	4	5	4	5	6	8	64		
14	5	4	5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	5	9	62		
15	4	4	4	4	4	4	3	5	3	4	5	4	4	6	58		
16	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	58		
17	5	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	5	5	57		
18	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	6	5	5	5	64		
19	5	5	5	4	3	4	4	5	3	4	4	3	5	3	57		
20	3	4	3	7	4	4	4	4	3	4	3	4	5	5	60		
21	7	5	4	4	5	4	3	4	4	4	7	4	4	8	67		
22	5	5	6	3	3	3	3	3	4	3	5	3	4	4	54		
23	3	4	3	4	4	3	4	3	5	3	4	5	3	5	53		
24	2	4	4	3	4	3	4	4	5	3	4	4	5	5	54		
Datos estadísticos		Suplementos Fijos					Factor por suplementos					Cálculos por Bach					
Muestra preliminar	24	Elemento p	Hombre	Mujer	Total	Suplemento por descanso fijo					4.00%	Frecuencia x Bach	130				
Promedio	58.667	necesidad	5%	7%	0%	Suplemento por descanso variable					8.00%	Tiempo Estandar (min)	1.095				
Desviacion estandar	3.953	fatiga	4%	4%	4%	suplemento por contingencia					0.00%	Tiempo complementario (min)					
Tamaño de muestra	6	Suplementos variables					Suplemento por politicas					0.00%	0				
Escala Westinghouse		0.00%	Estar de p	2%	4%	2%	Tiempos Calculados					otros		0			
Habilidad	D	0.00%	Levantar p	0%	0%	0%	Tiempo observado					58.667	segundos	Tiempo total x Bach (min)		142.835	
Esfuerzo	D	0.00%	Estar cerc	5%	15%	0%	Tiempo normal					58.667	segundos	Recursos			
Condiciones	D	0.00%	Monotoni	4%	4%	4%	Tiempo Estandar					65.707	segundos	Horas Hombre	142.835	minutos	
Consistencia	D	0.00%	Monotoni	2%	1%	2%								Horas Maquina	0	minutos	

Tabla 22: Etiquetado de Cake
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 22 se observa que la muestra fue 24 etiquetas y el tiempo promedio en el Etiquetado del cake fue de 58.67 segundos con una desviación de 3.95, y la frecuencia por bach es de 130 etiquetas. Entonces, el tiempo total del Etiquetado de cakex1 es de 142.84 minutos.

4.4.2 Análisis del balance de línea

Para optimizar la producción es necesario identificar los cuellos de botella de la línea de producción. A continuación, se presenta el tablero de optimización que permite identificar el cuello de botella de los diferentes productos de la línea de producción de Cakes x1.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	H.H(%)	HM(%)	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	52.98	52.98	6.02%	9.28%	30	30
2	MEZCLADO DE INSUMOS	47.90	102.00	5.45%	17.86%	33	15
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	68.89	0.00	7.83%	0.00%	23	
4	LLENADO DE MOLDES	41.86	27.28	4.76%	4.78%	37	57
5	HORNEADO	55.04	212.04	6.26%	37.13%	28	7
6	DESCARGA DE CAKE	27.39	0.00	3.11%	0.00%	57	
7	EMPAQUETADO	585.36	176.84	66.56%	30.96%	3	9
	Ciclo de Producción de Cake x 1	879.412	571.136	100%	100%	2	3

Tabla 23: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 1
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 23 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 1 es de 879.412 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 66.56% y en horas maquina 30.96%. También se observa que en el horneado se demora 212.04 minutos el cual representa el 37.13% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 3 unidades de Cake x 1 por cada minute de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 7 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	52.984	52.984	6.02%	9.28%	30	30
2	MEZCLADO DE INSUMOS	47.900	102.001	5.45%	17.86%	33	15
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	68.887	0	7.83%	0.00%	23	
4	LLENADO DE MOLDES	41.863	27.280	4.76%	4.78%	37	57
5	HORNEADO	55.035	212.036	6.26%	37.13%	28	7
6	DESCARGA DE CAKE	27.385	0	3.11%	0.00%	57	
7	EMPAQUETADO	585.358	176.837	66.56%	30.96%	3	9
	Ciclo de Produccion Cake x1	879.413	571.138	100%	100%	2	3

Tabla 24: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 1 integral

Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 24 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 1 integral es de 879.413 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 66.56% y en horas maquina 30.96%. También se observa que en el horneado se demora 212.036 minutos el cual representa el 37.13% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 3 unidades de Cake x 1 integral por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 7 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	24.783	24.783	7%	12%	51	51
2	MEZCLADO DE INSUMOS	21.017	43.333	6%	22%	60	29
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	70.277	0	21%	0%	18	
4	LLENADO DE MOLDES	24.593	16.265	7%	8%	52	78
5	HORNEADO	12.955	113.955	4%	57%	98	11
6	DESCARGA DE CAKE	13.167	0.000	4%	0%	96	
7	EMPAQUETADO	173.900	0.000	51%	0%	7	
	Ciclo de Producción Cake x11	340.691	198.336	100%	100%	4	6

Tabla 25: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 11.
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 25 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 11 es de 340.691 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 51% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 113.955 minutos el cual representa el 57% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 7 unidades de Cake x 11 por cada minute de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 11 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	56.650	56.650	9%	9%	63	63
2	MEZCLADO DE INSUMOS	61.900	102.000	10%	17%	58	35
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	106.736	0	17%	0%	34	
4	LLENADO DE MOLDES	71.134	40.064	11%	7%	50	89
5	HORNEADO	73.924	387.924	12%	63%	48	9
6	DESCARGA DE CAKE	44.022	0	7%	0%	81	
7	EMPAQUETADO	206.9	27.249	33%	4%	17	131
	Ciclo de Producción Cake x15	621.297	613.887	100%	100%	6	6

Tabla 26: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 15
 Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 26 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 15 es de 621.297 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 33% y en horas maquina 4%. También se observa que en el horneado se demora 387.924 minutos el cual representa el 63% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 17 unidades de Cake x 15 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 9 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	7.833	7.833	3%	13%	74	74
2	MEZCLADO DE INSUMOS	13.438	17.067	6%	28%	43	34
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	25.145	0	11%	0%	23	
4	LLENADO DE MOLDES	40.874	0	17%	0%	14	
5	HORNEADO	4.000	35.359	2%	59%	144	16
6	DESCARGA DE CAKE	13.258	0	6%	0%	43	
7	EMPAQUETADO	129.795	0	55%	0%	4	
	Ciclo de Producción Cake x2	234.344	60.259	100%	100%	2	10

Tabla 27: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 2
 Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 27 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que

son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 2 es de 234.344 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 55% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 35.359 minutos el cual representa el 59% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 4 unidades de Cake x 2 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 16 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	8.233	8.233	5%	14%	70	70
2	MEZCLADO DE INSUMOS	13.438	17.067	7%	28%	43	34
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	25.145	0	14%	0%	23	
4	LLENADO DE MOLDES	40.874	0	22%	0%	14	
5	HORNEADO	4.000	35.359	2%	58%	144	16
6	DESCARGA DE CAKE	13.258	0	7%	0%	43	
7	EMPAQUETADO	77.548	0	42%	0%	7	
	Ciclo de Producción Cake x8	182.496	60.659	100%	100%	3	9

Tabla 28: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 8
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 28 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 8 es de 182.496 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 42% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora

35.359 minutos el cual representa el 58% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 7 unidades de Cake x 8 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 16 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	8.233	8.233	5%	14%	58	58
2	MEZCLADO DE INSUMOS	13.438	17.067	7%	28%	36	28
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	27.640	0	15%	0%	17	
4	LLENADO DE MOLDES	45.138	0	25%	0%	11	
5	HORNEADO	4.000	35.359	2%	58%	120	14
6	DESCARGA DE CAKE	14.175	0	8%	0%	34	
7	EMPAQUETADO	70.130	0	38%	0%	7	
	Ciclo de Produccion Cake x12	182.755	60.659	100%	100%	3	8

Tabla 29: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake x 12
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 29 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake x 12 es de 182.755 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 38% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 35.359 minutos el cual representa el 58% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 7 unidades de Cake x 12 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha

significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 14 Cakes por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	12.883	12.883	4%	7%	8	8
2	MEZCLADO DE INSUMOS	18.600	35.500	6%	18%	6	3
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	48.36	0	15%	0%	2	
4	LLENADO DE MOLDES	36.703	14.854	11%	8%	3	7
5	HORNEADO	15.753	103.753	5%	53%	7	1
6	DESCARGA DE CAKE	8.833	0	3%	0%	12	
7	EMPAQUETADO	182.69	27.242	56%	14%	1	4
	Ciclo de Producción Cake Integral	323.822	194.232	100%	100%	0	1

Tabla 30: Tablero de optimización de la línea de producción de Cake integral
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 30 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de Cake integral es de 323.822 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 56% y en horas maquina 14%. También se observa que en el horneado se demora 103.753 minutos el cual representa el 53% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 1 unidades de Cake integral por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 1 Cake integral por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	12.483	12.483	9%	11%	4	4
2	MEZCLADO DE INSUMOS	20.600	0.000	15%	0%	3	
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	29.117	0.000	21%	0%	2	
4	LLENADO DE MOLDES	8.565	7.998	6%	7%	6	7
5	HORNEADO	8.482	96.482	6%	82%	6	1
6	DESCARGA DE CAKE	9.667	0.000	7%	0%	6	
7	EMPAQUETADO	49.765	0.000	36%	0%	1	
Ciclo de Producción Chifon		138.680	116.964	100%	100%	0	0

Tabla 31: Tablero de optimización de la línea de producción de chifon
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 31 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de chifon es de 138.680 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 36% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 96.482 minutos el cual representa el 82% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 1 unidades de chifon por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 1 Chifon por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPREACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	5.867	5.867	4%	11%	33	33
2	MEZCLADO DE INSUMOS	10.750	14.417	7%	26%	18	14
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	11.815	0	8%	0%	17	
4	LLENADO DE MOLDES	17.625	4.922	11%	9%	11	40
5	HORNEADO	8.479	30.479	5%	55%	23	6
6	DESCARGA DE CAKE	17.608	0.000	11%	0%	11	
7	EMPAQUETADO	83.142	0.000	54%	0%	2	
Ciclo de Producción Pionono x1		155.286	55.684	100%	100%	1	4

Tabla 32: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 1.
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 32 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de pionono x1 es de 155.286 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 54% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 30.479 minutos el cual representa el 55% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 2 unidades de pionono x1 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 6 pionono por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	5.867	5.867	4%	11%	26	26
2	MEZCLADO DE INSUMOS	10.750	14.417	7%	26%	14	10
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	11.815	0	8%	0%	13	
4	LLENADO DE MOLDES	17.625	4.922	12%	9%	9	30
5	HORNEADO	8.479	30.479	6%	55%	18	5
6	DESCARGA DE CAKE	17.608	0.000	12%	0%	9	
7	EMPAQUETADO	71.871	0.000	50%	0%	2	
	Ciclo de Producción Pionono x1	144.015	55.684	100%	100%	1	3

Tabla 33: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 1
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 33 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que

son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de pionono x1 es de 144.015 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 50% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 30.479 minutos el cual representa el 55% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 2 unidades de pionono x1 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 5 pionono por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	5.867	5.867	4%	10%	38	38
2	MEZCLADO DE INSUMOS	10.750	14.417	8%	25%	21	16
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	12.203	0	9%	0%	18	
4	LLENADO DE MOLDES	18.700	5.250	14%	9%	12	43
5	HORNEADO	9.044	31.044	7%	55%	25	7
6	DESCARGA DE CAKE	18.615	0.000	14%	0%	12	
7	EMPAQUETADO	56.374	0.000	43%	0%	4	
	Ciclo de Producción Pionono x7	131.553	56.578	100%	100%	2	4

Tabla 34: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 7
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 34 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de pionono x7 es de 131.553 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 43% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora

31.004 minutos el cual representa el 55% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 4 unidades de pionono x7 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 7 pionono por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	5.867	5.867	4%	17%	64	64
2	MEZCLADO DE INSUMOS	10.750	13.000	7%	38%	35	29
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	15.692	0	10%	0%	24	
4	LLENADO DE MOLDES	0.000	0.000	0%	0%		
5	HORNEADO	13.993	15.425	9%	45%	27	24
6	DESCARGA DE CAKE	33.213	0.000	22%	0%	11	
7	EMPAQUETADO	70.940	0.000	47%	0%	5	
	Ciclo de Producción Pionono x10	150.455	34.292	100%	100%	2	11

Tabla 35: Tablero de optimización de la línea de producción de pionono x 10
Fuente: Elaborado por el autor

De la tabla 35 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de pionono x10 es de 150.455 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 47% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 15.425 minutos el cual representa el 45% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 5 unidades de pionono x10 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha

significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 24 pionono por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

N°	OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	H.H	H.M	TV H.H	TV HM	TV HH	TV HM
1	PESADO DE INSUMOS	8.633	8.633	2%	11%	23	23
2	MEZCLADO DE INSUMOS	4.667	7.667	1%	10%	43	26
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	86.071	0.000	18%	0%	2	
4	LLENADO DE MOLDES	220.39	2.667	47%	3%	1	75
5	HORNEADO	9.694	39.847	2%	50%	21	5
6	DESCARGA	22.282	0.000	5%	0%	9	
7	EMPAQUETADO	119.372	20.189	25%	26%	2	10
	Ciclo de Producción de Tartaleta	471.111	79.003	100%	100%	0	3

Tabla 36: Tablero de optimización de la línea de producción de tartaleta
Fuente: *Elaborado por el autor*

De la tabla 36 se presenta el resumen del estudio de los tiempos de las operaciones de producción en dos dimensiones que son: tiempo en horas hombre y horas máquina. El ciclo de producción de tartaleta es de 471.111 minutos de los cuales la operación de empaquetado en horas hombre representa el 25% y en horas maquina 0%. También se observa que en el horneado se demora 15.425 minutos el cual representa el 45% del tiempo total. En la tabla también se observa que en el área de empaquetado la velocidad de producción es de 5 unidades de pionono x10 por cada minuto de horas hombre a diferencia de las demás operaciones existe una brecha significativa. Con respecto a las horas máquina, se observa que la tasa de velocidad de producción del horno es de 24 pionono por cada minuto. También existe diferencia significativa con respecto a las otras operaciones de máquina.

4.4.3 Diagrama de operaciones de producción de cakes

A continuación, se presenta el flujo unitario del proceso de producción de los Cakes x 1.

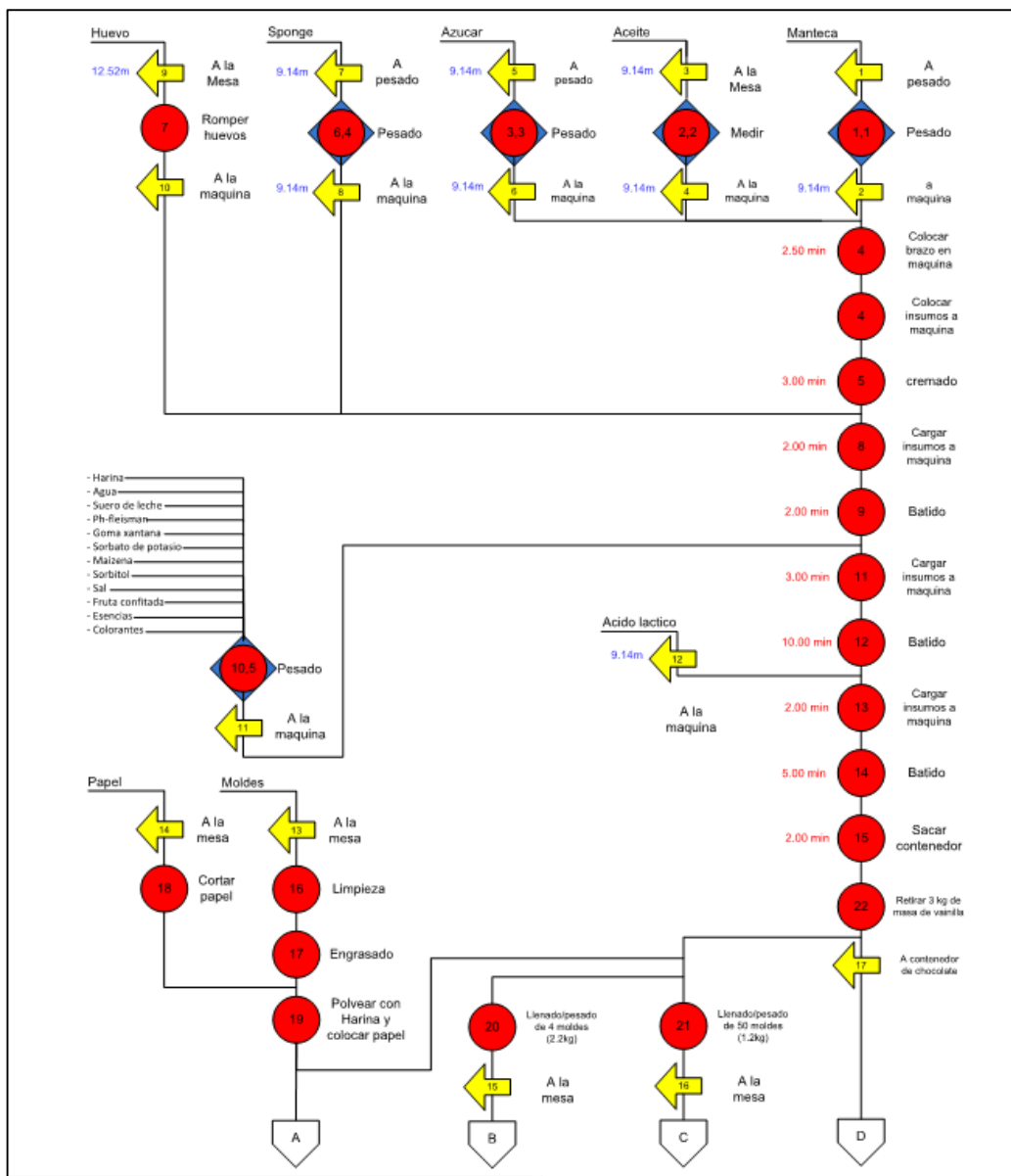


Figura 15: Flujo unitario de producción de Cake x 1

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 15 se presenta las actividades que se realiza en la línea de producción Cakes. Ahí se observa también datos de cada operación con su respectiva simbología.

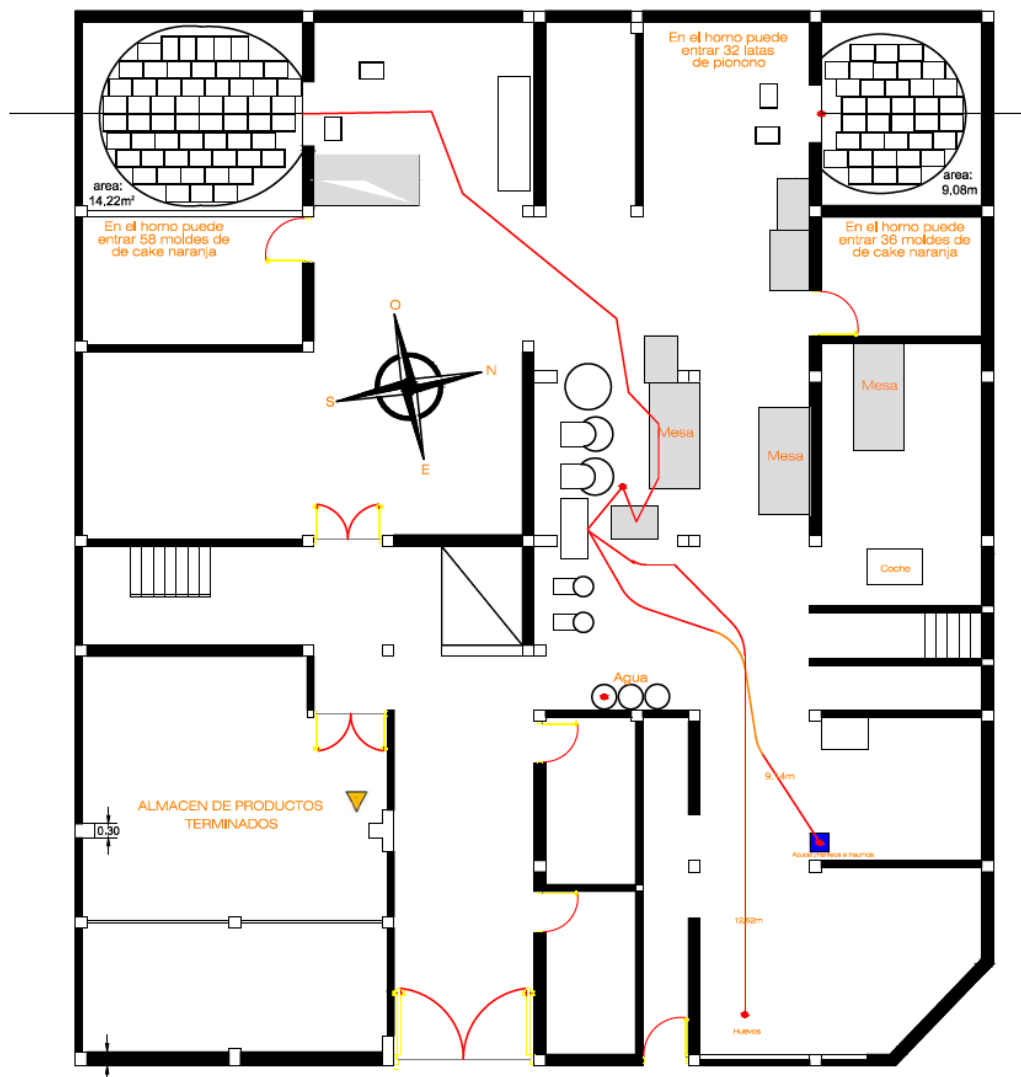


Figura 16: Diagrama de recorrido de la línea de producción de Cakes
Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 16 se presenta el plano de la planta de producción con sus respectivos lugares de trabajo. La línea roja que inicia en el punto azul y termina en el horno es el recorrido de una receta que se produce. En la categoría de cakes existen variedades, pero todos siguen el mismo recorrido.

4.5 Optimización de la producción con programación lineal

Para optimizar el proceso de producción se ha construido un programa lineal que permite identificar los productos que se deben producir y permiten generar mayor rentabilidad.

N°	PANES PRODUCTOS	Moldes o Bandejas	Unidades por Moldes	Unidades por Paquete	RENDIMIENTO			Cantidad Producida	Numero de Bach	Costo por Producto	V. Venta Lote	Utilidad por Producto	Utilidad por Lote	Demanda Diaria	
					TEORICO	% PERDIDA	REAL								
X1	Cake x 1 Vainilla y Marmol	104	16	1664	1	1664	94.06%	1565	37208.00	23.8	0.59	0.75	0.16	250	3332
X2	Cake x 1 Integral	104	16	1664	1	1664	94.06%	1565	3943.00	2.5	0.59	0.75	0.16	250	290
X3	Cake Taper x 11	16	4	1260	11	115	100.00%	115	3029.00	26.4	3.27	4.30	1.03	118	429
X4	Cake Taper x 15	172	21	3612	15	241	99.00%	238	4085.00	17.1	4.36	5.80	1.44	343	350
X5	Cake cup x2	18.0	32	576	2	288	100.00%	288	2751.00	9.6	0.64	0.75	0.11	32	115
X6	Cake cup x8	18.0	32	576	8	72	100.00%	72	704.00	9.8	2.45	3.00	0.55	40	49
X7	Cake cup x12	20	24	480	12	40	99.00%	40	6573.00	166.0	3.82	5.00	1.18	47	426
X8	Cake Especial e Ingles	26	4	104	1	104	100.00%	104	1536.00	14.8	3.45	3.80	0.35	36	129
X9	Cake chifon	14	4	55	1	55	99.00%	54	438.00	8.0	2.55	3.20	0.65	35	40
X10	Pionono x1 Delgado	15	13	195	1	195	100.00%	195	4413.00	22.6	0.59	0.75	0.16	31	149
X11	Pionono x1 Grueso	16	10	160	1	160	100.00%	160	1000.00	6.3	0.89	1.10	0.21	34	50
X12	Pionono x7	16	14	224	7	32	100.00%	32	51.00	1.6	4.09	4.50	0.41	13	50
X13	Pionono x10	62	15	930	10	93	100.00%	93	2943.00	31.6	3.45	4.30	0.85	79	147
X14	Tartaleta	240	1	240	1	240	83.34%	200	2508.00	12.5	0.64	0.85	0.21	42	149

Tabla 37: Definición de las variables y utilidad por receta de producción
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 37 se presenta las variables de decisión y el cálculo de la utilidad por lote o receta de producción. Se observa 14 variables asociadas a un código de producción.

PROCESO DE PRODUCCIÓN	Horas - Hombre													
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
1 PESADO DE INSUMOS	53	53	25	57	8	8	13	12	6	6	6	6	6	9
2 MEZCLADO DE INSUMOS	48	48	21	62	13	13	13	19	21	11	11	11	11	5
3 ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	69	69	70	107	25	25	28	48	29	12	12	12	16	86
4 LLENADO DE MOLDES	42	42	25	71	41	41	45	37	9	18	18	19	0	220
5 HORNEADO	55	55	13	74	4	4	4	16	8	8	8	9	14	10
6 DESCARGA DE CAKE	27	27	13	44	13	13	14	9	10	18	18	19	33	22
7 EMPAQUETADO	585	585	174	207	130	78	70	183	50	83	72	56	71	119
Minutos - Hombre Producción	879	879	341	621	234	182	183	324	139	155	144	132	150	471
Horas - Hombre	14.66	14.66	5.68	10.35	3.91	3.04	3.05	5.40	2.31	2.59	2.40	2.19	2.51	7.85

Tabla 38: Recursos de horas hombre que se utiliza por cada proceso
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 38 se presenta la información horas hombre que se emplea para producir cada receta. Por ejemplo, el ciclo de vida promedio de la producción de receta de Cake x 1 es de 14.66 horas o expresado en minutos es 879, de los cuales en el pesado de insumos se emplea 53 minutos, en el mezclado 48 minutos, en el acondicionamiento de moldes 69 minutos, en el llenado de moldes 42 minutos, en el horneado 55 minutos, en la descarga del Cake 27 minutos y en el empaquetado 585 minutos. De manera similar se interpreta el resto de las variables.

PROCESO DE PRODUCCIÓN	Horas Máquina													
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
N°	Cake x 1 V	Cake x 1 In	Cake Tp x 1	Cake Tp x 1	Cake cup x 1	Cake cup x 1	Cake cup x 1	Cake Espec	Cake chifor	Pion x1 Del	Pion x1 Gru	Pion x7	Pion x10	Tart
1	53	53	25	57	8	8	8	13	12	6	6	6	6	9
2	102	102	43	102	17	17	17	36	0	14	14	14	13	8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	27	27	16	40	0	0	0	15	8	5	5	5	0	3
5	212	212	114	388	35	35	35	104	96	30	30	31	15	40
7	177	177	0	27	0	0	0	27	0	0	0	0	0	20

Tabla 39: Recursos de horas máquina empleado en cada proceso
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 39 se presenta el tiempo en minutos que se emplea en una receta por cada proceso. Por ejemplo, el tiempo que se emplea la balanza para el pesado de la receta de cake x 1 es de 53 minutos, en la mezcladora de insumos 102 minutos, en el horneado 212 minutos y en las maquina empaquetadora 177 minutos.

Con esta información se ha construido el modelo de optimización que se presenta a continuación.

A. Variables de decisión

A Continuación, se presenta la lista de las variables de decisión:

N°	PRODUCTOS
X1	Cake x 1 Vainilla y Marmol
X2	Cake x 1 Integral
X3	Cake Taper x 11
X4	Cake Taper x 15
X5	Cake cup x2
X6	Cake cup x8
X7	Cake cup x12
X8	Cake Especial e Ingles
X9	Cake chifon
X10	Pionono x1 Delgado
X11	Pionono x1 Grueso
X12	Pionono x7
X13	Pionono x10
X14	Tartaleta

Tabla 40: Definición de variables de decisión
Fuente: *Elaborado por el autor*

X_i : cantidad de recetas i a producir en un turno de 10 horas.

Donde $i = 1, 2, 3, \dots, 14$.

B. Función objetivo

La función objetivo se define con la siguiente ecuación:

$$\text{Max } Z = 250 \cdot X_1 + 250 \cdot X_2 + 118 \cdot X_3 + 343 \cdot X_4 + 32 \cdot X_5 + 40 \cdot X_6 + 47 \cdot X_7 + 36 \cdot X_8 + 35 \cdot X_9 + 31 \cdot X_{10} + 34 \cdot X_{11} \\ + 13 \cdot X_{12} + 79 \cdot X_{13} + 42 \cdot X_{14};$$

La funcionalidad de esta ecuación compuesta por 14 variables es maximizar las utilidades ya que los coeficientes que acompañan a cada variable es la utilidad que se obtiene por cada lote o receta de producción.

C. Restricciones

H-H para Pesado:

$$53X_1 + 53X_2 + 25X_3 + 57X_4 + 8X_5 + 8X_6 + 8X_7 + 13X_8 + 12X_9 + 6X_{10} + 6X_{11} + 6X_{12} + 6X_{13} + 9X_{14} \leq 10 \cdot 60 ;$$

H-H para empaquetado:

$$585X_1 + 585X_2 + 174X_3 + 207X_4 + 130X_5 + 78X_6 + 70X_7 + 183X_8 + 50X_9 + 83X_{10} + 72X_{11} + 56X_{12} + 71X_{13} + 119X_{14} \leq 10 \cdot 60 \cdot (5 + 1);$$

H-H para producción:

$$241X_1 + 241X_2 + 142X_3 + 358X_4 + 97X_5 + 97X_6 + 104X_7 + 128X_8 + 76X_9 + 66X_{10} + 66X_{11} + 69X_{11} + 69X_{12} + 74X_{13} + 343X_{14} \leq 10 \cdot 60 \cdot 7;$$

H-M para batidora:

$$102X_1 + 102X_2 + 43X_3 + 102X_4 + 17X_5 + 17X_6 + 17X_7 + 36X_8 + 0X_9 + 14X_{10} + 14X_{11} + 14X_{12} + 13X_{13} + 8X_{14} \leq 10 \cdot 60 \cdot 3$$

H-M para horno:

$$212X_1 + 212X_2 + 114X_3 + 388X_4 + 35X_5 + 35X_6 + 35X_7 + 104X_8 + 96X_9 + 30X_{10} + 30X_{11} + 31X_{12} + 15X_{13} + 40X_{14} \leq 10 \cdot 60 \cdot (3 + 1)$$

Pedidos de productos por receta:

[Cake1_VainillaMarmol]	$X_1 \geq 2 ;$
[Cake1_Integral]	$X_2 \geq 0 ;$
[CakeTapperX11]	$X_3 \geq 4 ;$
[CakeTapperX15]	$X_4 \geq 1 ;$
[CakeCupX2]	$X_5 \geq 1 ;$
[CakeCupX8]	$X_6 \geq 1 ;$
[CakeCupX12]	$X_7 \geq 10 ;$
[Cake Ingles]	$X_8 \geq 1 ;$
[Cake_Chifon]	$X_9 \geq 1 ;$
[PiononoX1Delgado]	$X_{10} \geq 1 ;$
[PiononoX1Grueso]	$X_{11} \geq 0 ;$
[Pionono_7]	$X_{12} \geq 0 ;$
[Pionono_10]	$X_{13} \geq 2 ;$
[Tartaleta]	$X_{14} \geq 1 ;$

D. Restricciones de no negatividad

$X_i \geq 0$, donde $i = 1, 2, 3, \dots, 14$.

CAPITULO V

PRESENTACION DE RESULTADOS

5.1 Optimización de los procesos operacionales

Luego de realizar el estudio de las actividades de una línea de producción se tiene los siguientes resultados que se presentan en la tabla 41.

PROCESO DE PRODUCCIÓN	Horas - Hombre														Total HH	% HH
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14		
1 PESADO DE INSUMOS	53	53	25	57	8	8	8	13	12	6	6	6	6	9	322	6%
2 MEZCLADO DE INSUMOS	48	48	21	62	13	13	13	19	21	11	11	11	11	5	354	7%
3 ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	69	69	70	107	25	25	28	48	29	12	12	12	16	86	677	13%
4 LLENADO DE MOLDES	42	42	25	71	41	41	45	37	9	18	18	19	0	220	668	13%
5 HORNEADO	55	55	13	74	4	4	4	16	8	8	8	9	14	10	338	7%
6 DESCARGA DE CAKE	27	27	13	44	13	13	14	9	10	18	18	19	33	22	308	6%
7 EMPAQUETADO	585	585	174	207	130	78	70	183	50	83	72	56	71	119	2980	59%
Minutos - Hombre Producción	879	879	341	621	234	182	183	324	139	155	144	132	150	471	5076	100%
Horas - Hombre	14,66	14,66	5,68	10,35	3,91	3,04	3,05	5,40	2,31	2,59	2,40	2,19	2,51	7,85	84,61	

Tabla 41: Resumen del análisis del proceso de producción
Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 41 se observa los tiempos en minutos en que se realizan las operaciones del proceso de producción de una línea de producción. Se tiene 7 operaciones básicas que son: pesados insumos, mezclado de insumos, acondicionamiento de moldes, llenado de moldes, horneado, descarga de los productos y el empaquetado. De los resultados se puede observar que el pesado se lleva un 6% del tiempo, el mezclado se lleva el 7%, acondicionamiento

de moldes 13%, llenado de moldes 13%, horneado 7%, descarga 6% y en empaquetado el 59%. De estos resultados se puede deducir que en el proceso del empaquetado es el que lleva la mayor cantidad de tiempo (59%) y de acuerdo a la realidad en el estudio se observó que este proceso en su totalidad es manual. Luego los procesos que le siguen son acondicionamiento de moldes (13%) y llenado de moldes (13%).

5.2 Análisis de la solución óptima de producción

El programa lineal desarrollado para optimizar el proceso de producción de la línea de producción de Cakes se ha resuelto con el software de optimización de Lingo versión 8.0 y se obtuvo los siguientes resultados.

En la figura 17 se presenta la solución óptima a producir en un turno de 10 horas. Puesto que X1 es la receta de Cake x 1, y de acuerdo a la solución óptima se debe producir 2 recetas en el turno. Para la variable X2 que es el Cake integral no es recomendable producir ya que la utilidad no es atractiva. Si se quiere producir X2 la utilidad por receta tendría que incrementar como mínimo en 719.3478 soles más. Con respecto a la variable X3 que es el Cake taper se debe producir 4 recetas. De la variable X4 que es cake taper x 15 se debe producir 1.20 recetas. De las variables X5, X6, X8, X10 y X14 se debe producir solo una receta, del producto cake cup x 12 se debe producir 10 recetas y de pionono x 10 de X13 se debe producir 2 recetas.

Variable	Value	Reduced Cost
X1	2.000000	0.000000
X2	0.000000	719.3478
X3	4.000000	0.000000
X4	1.202899	0.000000
X5	1.000000	0.000000
X6	1.000000	0.000000
X7	10.000000	0.000000
X8	1.000000	0.000000
X9	1.000000	0.000000
X10	1.000000	0.000000
X11	0.000000	85.30435
X12	0.000000	79.79227
X13	2.000000	0.000000
X14	1.000000	0.000000

Figura 17: Solución del programa lineal

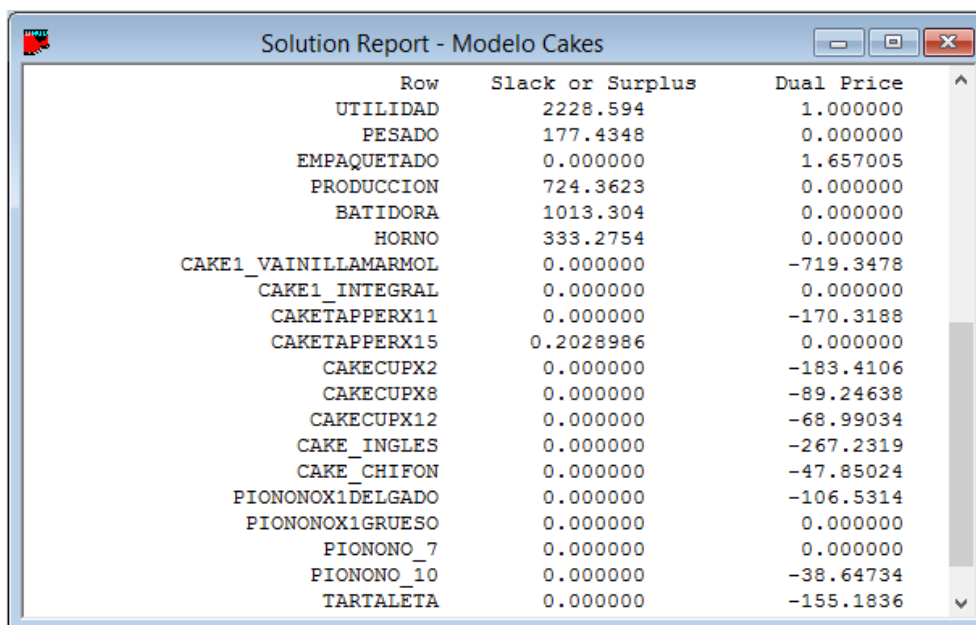
Fuente: Elaborado por el autor

En el plan óptimo de producción el producto de piononox1 gordo y piononox7 asociadas a la variable X11 y X12 no están considerado; es decir, su producción debe ser cero. Y si los directivos desean que se produzca deben incrementar como mínimo su utilidad en 85.30435 nuevos soles por receta para X11 y 79.79227 nuevos soles para X12.

Si el gerente de producción ejecuta este plan óptimo, se obtendrá una utilidad optima de 2228.594 nuevos soles.

Análisis de las variables de holgura:

De acuerdo a las restricciones consideradas se tiene las siguientes variables de holgura con sus respectivos resultados.



Row	Slack or Surplus	Dual Price
UTILIDAD	2228.594	1.000000
PESADO	177.4348	0.000000
EMPAQUETADO	0.000000	1.657005
PRODUCCION	724.3623	0.000000
BATIDORA	1013.304	0.000000
HORNO	333.2754	0.000000
CAKE1_VAINILLAMARMOL	0.000000	-719.3478
CAKE1_INTEGRAL	0.000000	0.000000
CAKETAPPERX11	0.000000	-170.3188
CAKETAPPERX15	0.2028986	0.000000
CAKECUPX2	0.000000	-183.4106
CAKECUPX8	0.000000	-89.24638
CAKECUPX12	0.000000	-68.99034
CAKE_INGLES	0.000000	-267.2319
CAKE_CHIFON	0.000000	-47.85024
PIONONOX1DELGADO	0.000000	-106.5314
PIONONOX1GRUESO	0.000000	0.000000
PIONONO_7	0.000000	0.000000
PIONONO_10	0.000000	-38.64734
TARALETA	0.000000	-155.1836

Figura 18: Variables de holgura del programa lineal de producción

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a los resultados en la figura 18 se observa que existe un tiempo ocioso en minutos de 177.4348; es decir, el personal que se encarga del pesado esta sin hacer nada durante 177.4348 minutos que es casi tres horas de tiempo perdido. Con respecto al equipo de producción en total se tiene que 724.3623 minutos ociosos; es decir, que el personal de la línea de producción de cakes pierde 724.3623 minutos durante un turno de trabajo, que transformado en horas es 12 horas. De aquí se puede deducir que si se reduce un personal de trabajo el equipo de producción no tendría problemas para producir la misma cantidad y satisfacer los pedidos.

A diferencia del empaquetado, se puede observar que al personal no le queda ni un minuto de tiempo; es decir, no tienen tiempo perdido ya que su variable de holgura es cero.

Con respecto a las restricciones de horas máquina. En la figura 18 se observa que la variable de holgura asociada a la batidora es de 1013.304 minutos que convertido en horas sería más de 16 horas hombre. De aquí se puede deducir que de las tres batidoras que tiene la empresa, una está sin trabajar y una segunda batidora solo trabaja a medio tiempo. Con respecto al resultado de la variable de holgura asociado al horno es de 333.2754 minutos. Este resultado significa que el horno tiene una capacidad desperdiciada de 333.2754 minutos que transformado en horas es 6 horas de tiempo ocioso.

Con respecto a las variables de holgura asociadas a las restricciones de pedido; en general se satisface el pedido de todos los productos excepto de cake taperx15 ya que hay una pequeña cantidad que no se satisface.

Para medir la eficiencia del proceso es necesario identificar y definir los indicadores de gestión. El indicador que se han definido para la validación del sistema de optimización es el: Pedido Perfecto.

Un pedido perfecto es cuando un pedido ha sido entregado en la fecha indicada, completo y sin devoluciones.

5.3 Validación del sistema de optimización

En la tabla 42 se observa que el promedio de pedidos perfectos que se tuvo durante 103 días correspondientes a los meses de marzo a junio del 2015 es de 1.3718, del cual se deduce que la eficiencia en la atención de pedidos esta por muy por debajo del valor ideal. Sin embargo, se puede observar que la eficiencia en la atención de pedidos durante los días de los meses de julio a noviembre es de 1.6175 del cual se deduce que el sistema de optimización tuvo un impacto en atención de los pedidos. Y en comparación con el periodo anterior se puede observar una mejora significativa.

	Grupos	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Pedido	Pre Test	103	1,3718	,36083	,03555
Perfecto	Pos Test	157	1,6175	,29779	,02377

Tabla 42: Diferencia de medias del pedido perfecto

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 43 se observa que el nivel de significancia es de 0.000 con una diferencia de medias de 0.24561. De este resultado se deduce que existe la suficiente evidencia para afirmar que el sistema de optimización de la producción basada en Business Process Managment y programación lineal tiene un impacto significativo en la entrega de pedidos perfectos.

Pedido asociado a los lotes de producción	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias				
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Se han asumido varianzas iguales	4,048	0,045	-5,98	258	0	-0,24561	0,04111
No se han asumido varianzas iguales			-5,74	188,87	0	-0,24561	0,04277

Tabla 43: Estadístico de t-student para muestras no relacionadas de pedidos perfecto

Fuente: Elaborado por el autor

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El realizar un diagnóstico en base a los procesos de atención de pedidos y procesos de producción, se concluye que el centro de estudio presenta dos problemas críticos que son la deficiencia en la entrega de pedidos y los cuellos de botella en las líneas de producción. En lo que respecta en la entrega de pedidos, más del 30% de los pedidos no se entregan a tiempo o no se entregan completo o tienen devolución. Y respecto a los cuellos de botella se observó que en los hornos y el empaquetado de los productos son los que se llevan la mayor parte del ciclo de producción.

La aplicación de los elementos del BPM para modelar el sistema de trabajo de producción aplicando el lenguaje BPMN se ha logrado comprender de manera clara el proceso de producción y como este proceso interactúa con los procesos que le preceden y anteceden, además también se han diseñado formatos de trabajo para recopilar la información necesaria

en cada operación de tal forma que se pueda obtener indicadores de gestión a nivel de producción.

Los documentos de trabajo que han sido producto del modelamiento del sistema de trabajo, al entrenar para que se utilicen los formatos y formalizar los roles y responsabilidades a cada trabajador ha permitido tener un proceso de producción más ordenado y estándar.

El estudio de los tiempos de cada operación de las líneas de producción ha permitido identificar indicadores en cada operación para el cual los jefes de línea y el gerente de producción puede controlar en base a los tiempos promedios de producción observados en cada operación.

De los resultados del balance de carga de las líneas de producción se concluye que el proceso de empaquetado es el que lleva la mayor cantidad de tiempo (59%) y de acuerdo a la realidad en el estudio se observó que este proceso en su totalidad es manual. Luego los procesos que le siguen son acondicionamiento de moldes (13%) y llenado de moldes (13%).

Con respecto al programa lineal de optimización, se concluye que la variable de holgura asociada a la restricción de empaquetado tiene valor cero, del cual se deduce que se utiliza todo el recurso de horas hombre en el área de empaquetado.

Con respecto al impacto del sistema de optimización sobre la entrega de pedidos perfectos, y de acuerdo a los resultados el impacto es significativo ($\text{sig} = 0.000$) con una diferencia de medias de 0.16643. De este resultado se concluye que existe la suficiente evidencia para afirmar que el

sistema de optimización basado en BPM y modelos lineales tiene un impacto significativo sobre la eficacia de la entrega de pedidos perfectos. Este resultado se puede explicar debido a que, al contar con los estudios de tiempo de cada operación del proceso de los lotes de producción, el gerente de producción disponía de información valiosa para calcular con mayor precisión la hora de entrega de los pedidos ya que sabía cuál era el ciclo de producción de cada receta.

6.2 Recomendaciones

En el diagnóstico que se ha realizado al centro de aplicación, se recomienda que realice un control y monitoreo en base a los resultados del balance de carga de las líneas de producción y así evite adquirir equipos que solo trabajen menos del 50% de su capacidad de producción y optimizar los tiempos muertos de horas máquinas.

Respecto al sistema de optimización se recomienda para futuras investigaciones incorporar los conceptos de gestión de la calidad en el sistema de optimización de tal forma que permita implantar el modelo de mejora continua considerando como punto de partida los procesos que se han identificado en la presente investigación.

Se recomienda para futuras investigaciones realizar un seguimiento a la gestión de los documentos de trabajo que se utilizan en los procesos de producción y en cada mejora darle una versión, luego de llegar a un nivel de madurez del proceso plantear un proyecto de automatización.

Puesto que en la presente investigación se hizo el estudio de los tiempos de las operaciones de la línea de producción de Cakes; se recomienda investigar los tiempos de las operaciones en las otras líneas de producción para así lograr contar con una línea base para el control de la producción.

Las aplicaciones del sistema de optimización se han trabajado con la línea de producción de Cakes y la empresa cuenta con cuatro líneas de producción, se recomienda para futuras investigaciones aplicar el modelo de optimización para las otras líneas de producción y mejorar el modelo de optimización identificando nuevos indicadores de desempeño.

Con respecto al programa lineal de optimización, de acuerdo a los resultados el proceso de empaquetado es el que presenta mayor porcentaje del tiempo del ciclo de vida de producción de la línea de cakes, además la variable de holgura asociada a la restricción de empaquetado tiene valor cero; se recomienda automatizar este proceso para reducir el tiempo que lleva este proceso y verificar con el programa lineal si este proceso sigue siendo una restricción limitante. En segundo lugar, está el horno que tiene el mayor porcentaje del ciclo de vida de producción; se recomienda a los directivos adquirir un nuevo horno ya que es una restricción limitante y ajustar el programa lineal para obtener un nuevo plan óptimo de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro B. F. y Alfaro E. M. (1999): Diagnósticos de productividad por multimomentos, contiene estudios de tiempos sin emplear instrumentos de medida y el caculo de las plantillas necesarias de trabajadores. Gráficas y Encuadernaciones Reunidas SA. Barcelona. España.

Alteco Consultores. (2006). Gestión de Procesos. Granada. 5 p.

Álvarez M. (1996). Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos. México: Editorial Panorama S.A. 141 p.

Arenas A. (2003). Sistema de gestión de la calidad según ISO–9000 7 p. (Consultado el 15 de julio 2007).

Arias Fidias G. (1999). El proyecto de investigación – Guía para su elaboración. 3ra Edición – Editorial Episteme.

Arjona M. (1999). Dirección estratégica: Principios y aplicaciones de la gestión del rendimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 236 p.

Buffa, E.S; Sarin, R.K. (2000). Administración de la producción y de las operaciones. México: Limusa. p. 939.

Camilo J.A. (2008): Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de métodos. Limusa. México.

Centro de Investigación y Docencia Económicas. (2002). Guía para la Mejora Regulatoria Municipal: Reingeniería de Procesos Municipales. México: Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER). 44p.

Charles C. Poirier (2001). Administración de cadenas de aprovisionamiento. OXFORD.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (2004). Métodos de modelado IDEF0 e IDEF3 y uso básico del programa BPWin. México: Jesús Martínez San German. 68p.

Contraloría Gubernamental de Tamaulipas. (2003). Metodología para la elaboración de Manuales de Procedimientos. México. 24p.

Diaz F. (2008). Gestión de procesos de negocio BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

Eliyahu M. Goldratt & Jef Cox (2008). La Meta – Un proceso de mejora continua. Editorial SPA.

Fogarty, D; Blackstone, J; Hoffmann, T. (1999). Administración de la producción e inventarios. México: CECSA, p. 994

García C. R. (2000): Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda Edición. Mc Graw Hill. México.

Garimella, K., Lees M. y Williams, B. (2008). Introducción a BPM. Edición especial de Software AG.

Guevara M, Flores C. (2002). Administrando Procesos Empresariales. 123p.biblioteca digital.http://www.librosdigitales.net/ld8_descargar.php?idproducto=8&presentacion=G (Consultado el 19 de enero 2010)

Grupo Improven Consultores. (2003). Calidad, Procesos y Tecnología. Valencia: Navarro E. 5p.

González, M. (2010). Gestión de la producción. Cómo planificar y controlar la producción industrial. España: Ideas propias. p. 150.

Hamm K. (2004). Diseño de un manual de procedimientos administrativos de entradas y salidas de materiales importados en la empresa National Oilwell de Venezuela C.A. Venezuela: Instituto Universitario De Tecnología De Administración Industrial. 40p.

Harbour J. (1995). Manual de Trabajo de Reingeniería de Procesos. México: Editorial Panorama S.A. 174p.

Hernández M, Valencia R. (1995). Más Allá de la Reingeniería, Tácticas de Supervivencia para el Siglo XXI. México: Editorial Continental S.A. 251p.

Herrera, M. (2011). Programación de la producción. Una perspectiva de productividad y competitividad. Revista Virtual Pro, num 111

Hitt M, Duane R, Hoskisson R. (2004). Administración estratégica. 5^º ed. México: Thomson Learning Ibero. 502p.

Hoyos F. (2003). Propuesta de modelo para agilizar el proceso de pagos del gobierno del estado. [Tesis de grado de Maestro en Ciencias, Área: Administración]. Colima: Universidad de Colima. Facultad de Contabilidad y Administración. 63p.

Juran J. (1990). Juran y la planificación para la calidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 299p.

Lowenthal J. (1997). Reingeniería de la organización. México: Editorial Panorama S.A. 187p.

Laurentiis G, R. (2003). BPMS, tecnología para la integración y orquestación de procesos, sistemas y organización.

Manganelli R, Klein M. (1994). Como Hacer Reingeniería. Colombia: Grupo Editorial Norma S.A. 476p.

Membrano J. (2002). Innovación y mejora continua según el modelo EFQM de excelencia. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 272p.

Meyers F. E. (2000): Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda Edición. Pearson Educación. México.

Moya, M. (2003). Investigación de operaciones. La programación lineal. Costa rica: EUNED. p. 264

Mallar M. (2010). La gestión por procesos: un enfoque de gestión eficiente. Revista Visión de Futuro. ISSN 1668-8708. Universidad de Cuyo.

Niebel F. y Freivalds, A. (1993): Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. Onceava Edición. Alfaomega. México

Norman G. y Greg F. (1993): Administración de producción y operaciones. Octava Edición. Thomson. México

Sipper, D; Bulfin, R. (1998). Planeación y control de la producción. México: McGraw Hill.. p. 658

Sampieri H. & Batista L. (2016). Metodología de la investigación. 6ta edición. Editorial Mc Graw Hill Education.

Ortiz B. (2013). Teoría de restricciones y modelación PL como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de una compañía del sector textil y de confecciones. Revista Prospectiva. ISSN 2216-1368 Versión Web. Universidad Autónoma del Caribe.

Ortiz V. & Caicedo A. (2012). Plan óptimo de producción en una planta embotelladora de gaseosas. Revista de Ingeniería Industrial – Vol 11 Núm. 1.

Prawda, J. (2004). Métodos y modelos de investigación de operaciones. Vol. 1. Modelos determinísticos. México: Limusa. p. 936.

Taha, H.A. (2004). Investigación de operaciones. México: Prentice Hall. p. 848.

Robbins S, Coulter M. (2005). Administración. Octava edición. México: Pearson Educación. 640p.

Rodríguez J. (2002). Como elaborar y usar los manuales administrativos. 3ª ed. México: Thomson Learning Ibero. 179p.

Rumiano S. (2001). Supply Chain Management: Ventaja competitiva para la industria farmacéutica. Tesis Nro 2. Universidad de Belgrano. España

Sáez F, García O, Palao J, Rojo P. (2003). Reingeniería De Procesos, Innovación Tecnológica en las Empresas. Madrid. 16p.

Salgueiro A. (2001). Indicadores de gestión y cuadro de mando. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A. 94p.

Sánchez M, L. (2006). Business Process Management (BPM). Articulando estrategia, procesos y tecnología. Tema Reingeniería

Sangüesa M, Mateo R, Ilzarbe L. (2006). Teoría y práctica de la calidad. Madrid: Thomson Learning Ibero. 275p.

Universidad Champagnat. (2002). Mejora e innovación en los procesos. Argentina. Fernández F. 6p.

Kaufmann, A. (1978). Métodos y modelos de la investigación de operaciones. Las matemáticas de la empresa. Tomo 1. México: CECSA. 1978.p. 565

Krajewski, L.J; Ritzman, L.P; Malhotra. M. K. (2008). Administración de operaciones. México: Prentice Hall. p. 752.

ANEXOS

A. Datos de estudio de tiempos

N°	PANES PRODUCTOS				RENDIMIENTO			Cantidad Productiva	Numero de Bach	Costo por Producto	V. Venta Lote	Utilidad por Producto	Utilidad por Lote	Demanda Diaria	
	Moldes o Bandejas	Unidades por Moldes	Unidades	Unidades por Paquete	TEORICO	% PERDIDA	REAL								
X1	Cake x 1 Vainilla y Marmol	104	16	1664	1	1664	94,06%	1565	37208,00	23,8	0,59	0,75	0,16	250	3332
X2	Cake x 1 Integral	104	16	1664	1	1664	94,06%	1565	3943,00	2,5	0,59	0,75	0,16	250	290
X3	Cake Taper x 11	16	4	1260	11	115	100,00%	115	3029,00	26,4	3,27	4,30	1,03	118	429
X4	Cake Taper x 15	172	21	3612	15	241	99,00%	238	4085,00	17,1	4,36	5,80	1,44	343	350
X5	Cake cup x2	18,0	32	576	2	288	100,00%	288	2751,00	9,6	0,64	0,75	0,11	32	115
X6	Cake cup x8	18,0	32	576	8	72	100,00%	72	704,00	9,8	2,45	3,00	0,55	40	49
X7	Cake cup x12	20	24	480	12	40	99,00%	40	6573,00	166,0	3,82	5,00	1,18	47	426
X8	Cake Especial e Ingles	26	4	104	1	104	100,00%	104	1536,00	14,8	3,45	3,80	0,35	36	129
X9	Cake chifon	14	4	55	1	55	99,00%	54	438,00	8,0	2,55	3,20	0,65	35	40
X10	Pionono x1 Delgado	15	13	195	1	195	100,00%	195	4413,00	22,6	0,59	0,75	0,16	31	149
X11	Pionono x1 Grueso	16	10	160	1	160	100,00%	160	1000,00	6,3	0,89	1,10	0,21	34	50
X12	Pionono x7	16	14	224	7	32	100,00%	32	51,00	1,6	4,09	4,50	0,41	13	50
X13	Pionono x10	62	15	930	10	93	100,00%	93	2943,00	31,6	3,45	4,30	0,85	79	147
X14	Tartaleta	240	1	240	1	240	83,34%	200	2508,00	12,5	0,64	0,85	0,21	42	149
Datos Tecnicos															
N°	Datos	Cake x 1 V	Cake x 1 Int	Cake Tp x 1	Cake Tp x 1	Cake cup x2	Cake cup x8	Cake cup x 10	Cake Especial e Ingles	Cake chifon	Pion x1 Del	Pion x1 Grue	Pion x7	Pion x10	Tart
1	Harina por receta	20	75	20	75	10	10	10	20	9	6	6	6	6	10
2	Moldes por receta	104	104	63	172	18	18	18	26	14	17	17	16	31	200
3	Moldes por Homeada	104	104	64	172	18	18	20	26	14	15	15	16	25	200
4	Productos x Molde	16	16	20	21	32	32	24	4	4	13	10	14	15	1
5	Rendimiento Teorico	1664	1664	1280	3612	576	576	480	104	56	195	150	224	375	200
6	Porcentaje	94	94	99	99	100	100	100	100	98	100	100	100	100	100
7	Rendimiento Real	1565	1565	1267	3576	576	576	480	104	55	195	150	224	375	200
8	Unidades x Producto	1	1	11	15	2	8	12	1	1	1	1	7	10	1
9	Numero de productos	1565	1565	115	238	288	72	40	104	55	195	150	32	38	200
10	Productos x Jabas	100	100	14	25	60	15	10	20	20	100	50	4	14	25
11	Numero de Jabas	16	16	8	10	5	5	4	5	3	2	3	8	3	8

PROCESO DE PRODUCCIÓN		Horas - Hombre														
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	
		Cake x 1 V	Cake x 1 Int	Cake Tp x 1	Cake Tp x 1	Cake cup x2	Cake cup x8	Cake cup x	Cake Especial e Ingles	Cake chifon	Pion x1 De	Pion x1 Grue	Pion x7	Pion x10	Tart	
1	PESADO DE INSUMOS	53	53	25	57	8	8	8	13	12	6	6	6	6	9	
2	MEZCLADO DE INSUMOS	48	48	21	62	13	13	13	19	21	11	11	11	11	5	
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	69	69	70	107	25	25	28	48	29	12	12	12	16	86	
4	LLENADO DE MOLDES	42	42	25	71	41	41	45	37	9	18	18	19	0	220	
5	HORNEADO	55	55	13	74	4	4	4	16	8	8	8	9	14	10	
6	DESCARGA DE CAKE	27	27	13	44	13	13	14	9	10	18	18	19	33	22	
7	EMPAQUETADO	585	585	174	207	130	78	70	183	50	83	72	56	71	119	
	Minutos - Hombre Producción	879	879	241	621	234	182	183	324	139	155	144	132	150	471	
	Horas - Hombre	14,66	14,66	5,68	10,35	3,91	3,04	3,05	5,40	2,31	2,59	2,40	2,19	2,51	7,85	
	Costo x Hora	Carlos R.	Percy M.	Abel	Jorge S.	Willian	Osmar	Miguel	Otro	Reyna	Abel	Nery	Cristian	Jose C.	Willian P.	Otros
	1	0	42	0	39,5	39,5	41,5	40	0	3,6	3,96	3,6	3,3	3,3	16	0
	2	0	42	41,5	40,5	41	41	41	0	3,6	3,6	3,6	3,6	4,2	3,6	0
	3	0	59	56,5	57,5	57,5	57,5	57	0	61	0	59,5	59,5	9,5	0	0
	4	0	56	57	52,5	35,5	46,5	58	0	39	39	37,5	45,5	0	0	0
	5	0	199	155	190	173,5	186,5	196	0	33	169	108	166	180	61,5	0
	Porcentaje Asignado	10,00%	10,00%							10,00%		10,00%				
	Salarios	0	963,16	651	817	711,35	783,3	784	0	130,68	669,24	427,68	664	720	215,25	0
7892	Costo Total (S./.)	0	963,16	651	817	711,35	783,3	784	0	130,68	669,24	427,68	664	720	215,25	0
	Total Min Efec	0,00	7655,60	4997,43	7524,40	8973,08	9367,11	10258,95	0,00	8341,58	8845,66	7342,54	10724,22	7197,15	9038,82	0,00
	Cake x 1 Gordó	0,00	55,27	42,28	117,32	60,78	143,89	143,89	0,00	66,88	153,24	66,88	280,63	281,97	198,13	0,00
	Cake x 1 Vain. Y Marm.	0,00	648,52	496,08	1376,44	713,08	1688,18	1688,18	0,00	913,68	1994,98	913,68	3736,51	3752,02	2604,65	0,00
	Cake Integral	0,00	68,73	52,57	145,86	75,57	178,90	178,90	0,00	96,82	211,41	96,82	395,97	397,61	276,02	0,00
	Cake x 11	0,00	430,10	0,00	635,09	923,11	923,11	923,11	0,00	839,19	1192,80	704,21	1262,31	526,42	735,4	0,00
	Cake Taper x 15	0,00	822,12	316,68	957,89	1310,07	1310,07	1310,07	0,00	750,68	494,49	792,52	762,72	372,74	372,74	0,00
	Cake cup x2	0,00	129,85	208,51	128,36	166,96	123,08	166,96	0,00	349,35	327,45	250,01	242,01	35,50	35,50	0,00
	Cake cup x8	0,00	133,03	213,43	131,39	170,91	125,99	170,91	0,00	127,08	246,21	69,39	242,88	36,34	36,34	0,00
	Cake cup x12	0,00	2509,11	2903,32	2230,50	3621,27	2441,97	3621,27	0,00	4002,47	1817,78	3428,44	1594,16	274,34	274,34	0,00
	Cake Especial e Ingles	0,00	219,28	104,78	394,25	388,32	401,10	401,10	0,00	393,16	1044,80	363,62	813,63	30,40	30,40	0,00
	Cake chifon	0,00	64,34	0,00	286,37	128,26	128,26	128,26	0,00	89,58	59,86	95,87	90,76	32,12	32,12	0,00
	Pionono x1 Delgado	0,00	449,87	80,51	243,28	243,45	239,34	243,45	0,00	218,63	569,45	218,63	569,45	242,21	63,18	0,00
	Pionono x1 Grueso	0,00	124,24	22,24	67,19	67,24	66,10	67,24	0,00	48,97	139,16	48,97	139,16	55,48	17,45	0,00
	Pionono x7	0,00	33,48	5,98	17,19	18,06	17,75	18,06	0,00	5,72	32,86	5,72	32,86	7,38	5,21	0,00
	Pionono x10	0,00	1045,25	118,98	340,19	513,08	682,18	513,08	0,00	439,36	561,17	287,68	561,17	364,53	131,01	0,00
	Tartaleta	0,00	922,20	432,07	453,14	572,93	897,21	684,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	888,10	888,10	0,00
	Costo x Minuto	1,00	0,13	0,13	0,11	0,08	0,08	0,08	1,00	0,02	0,08	0,06	0,10	0,04	1,00	1,00
	Costo x Hora	60,00	7,55	7,82	6,51	4,76	5,02	4,59	60,00	0,94	4,54	3,49	3,71	6,00	2,56	60,00
PROCESO DE PRODUCCIÓN		Horas Maquina														
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	
N°		Cake x 1 V	Cake x 1 Int	Cake Tp x 1	Cake Tp x 1	Cake cup x2	Cake cup x8	Cake cup x	Cake Especial e Ingles	Cake chifon	Pion x1 De	Pion x1 Grue	Pion x7	Pion x10	Tart	
1	PESADO DE INSUMOS	53	53	25	57	8	8	8	13	12	6	6	6	6	9	
2	MEZCLADO DE INSUMOS	102	102	43	102	17	17	17	36	0	14	14	14	14	8	
3	ACONDICIONAMIENTO DE MOLDES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	LLENADO DE MOLDES	27	27	16	40	0	0	0	15	8	5	5	5	5	3	
5	HORNEADO	212	212	114	388	35	35	35	104	96	30	30	31	15	40	
7	EMPAQUETADO	177	177	0	27	0	0	0	27	0	0	0	0	0	20	
	Costo x 1 V	52,98	52,98	24,78	56,65	7,83	8,23	8,23	12,88	12,48	5,87	5,87	5,87	5,87	8,63	
1	Balanza 1	27,28	27,28	16,26	40,06				14,85	8,00	4,92	4,92	5,25	8,20		
2	Balanza 2	29,00	29,00	20,00	29,00	17,07	17,07	17,07	4,00		10,00	10,00	10,00	10,00		
3	Batidora 1	29,00	29,00													
4	Batidora 2															
5	Batidora 3									31,33						
6	Mezcladora	44,00	44,00		44,00				31,50						5,00	
	Tiem. Calentado H1				27,00											
9	Tiem. Calentado H2	27,00	27,00	4,00	27,00				18,00	18,00	10,00	10,00	10,00	5,00		
10	Horno 1			103,48	149,87				77,88	74,24						
11	Horno 2	157,52	157,52		147,09						16,24	16,24	16,52	12,00		
12	Horno Nova					35,36	35,36	35,36							35,00	
15	Cortadora 1 de cake	14,62	14,62													
16	Cortadora 2 de cake				27,25											
18	Pitola de Calor								27,24							
19	Laminadora														2,67	
20	Selladora	162,22	162,22												20,19	

B. Plano y diagrama de recorrido de producción

