

PLAN DE MEJORA PARA EL FORTALECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA PANADERIA Y BIZCOCHERIA QUINTA ESTRELLA.

PAULA ANDREA CASTAÑO POLO
ID: 243965

CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO
ID: 220785

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SECCIONAL BUCARAMANNGA
2018

PLAN DE MEJORA PARA EL FORTALECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA PANADERIA Y BIZCOCHERIA QUINTA ESTRELLA.

PAULA ANDREA CASTAÑO POLO
ID: 243965

CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO
ID: 220785

Proyecto de Grado

Director del proyecto
M.Sc. Orlando González Casallas

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SECCIONAL BUCARAMANNGA
2018

Agradecimientos.

El presente proyecto de grado se dedica principalmente a Dios, por ser el inspirador para continuar con el proceso de obtener los resultados anhelados. A nuestros padres, por su amor y apoyo incondicional durante toda la carrera universitaria. Del mismo modo al profesor Orlando Federico González Casallas, por su compromiso y liderazgo frente a la investigación, poniendo siempre su conocimiento y experiencia al servicio de nosotros. Finalmente, a nuestros amigos de carrera, quienes nos dieron su apoyo moral en momentos de inestabilidad. A todos ellos infinitas gracias.

CONTENIDO

	pág.
1. Planteamiento del problema.	5
1.1. Formulación del problema.	5
1.2. Antecedentes.	7
1.3. Justificación.	9
1.4. Objetivos de la investigación.....	10
1.4.1. Objetivo general.	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
2. Marco teórico.	12
2.1. Producción.	12
2.2. Proceso.....	12
2.3. Diagrama de proceso.....	12
2.4. Diagrama hombre-máquina.	13
2.5. Diagrama de recorrido de actividades.....	15
2.6. Estudio de tiempos.....	16
2.6.1. Seleccionar el trabajo a estudiar.....	17
2.6.2. Recolectar información sobre el puesto de trabajo.....	18
2.6.3. Dividir el trabajo en elementos.....	18

2.6.4.	Efectuar el estudio de tiempos.....	18
2.6.5.	Determinar el número de la muestra.....	19
2.6.6.	Extensión del estudio de tiempos.....	21
2.6.7.	Calificación, nivelación y normalización del desempeño del operador.....	22
2.6.8.	Tolerancias.....	28
2.6.9.	Tiempo Estándar.....	30
2.7.	Capacidad.....	31
3.	Diseño metodológico.....	33
3.1.	Alcance.	33
3.2.	Diseño de la investigación.	34
3.3.	Lugar o área de estudio.	34
3.4.	Población.....	34
3.4.1.	Unidad de investigación o unidad de estudio.....	35
3.4.2.	Tamaño de la población.....	35
3.4.3.	Metodología estadística.....	35
3.5.	Implicaciones éticas.	38
4.	Diseño administrativo.	39
4.1.	Actividades.	39
4.2.	Cronograma de actividades.....	40
4.3.	Presupuesto.	40

5.	Panadería y Bizcochería Quinta Estrella.....	41
5.1.	Generalidades de la empresa.....	41
5.1.1.	Reseña histórica.....	41
5.1.2.	Razón y objeto social.....	42
5.1.3.	Actividad económica.....	42
5.1.4.	Sector económico.....	42
5.1.5.	Estructura organizacional.....	43
5.1.6.	Número de empleados.....	43
5.1.7.	Productos o servicios.....	44
5.2.	Materia prima.....	45
5.2.1.	Materia prima directa.....	45
5.2.2.	Materia prima indirecta.....	46
5.3.	Maquinaria y equipos.....	46
5.3.1.	Amasadora 25 Kg.....	46
5.3.2.	Horno rotativo.....	47
5.3.3.	Balanza digital.....	48
5.3.4.	Maquina divisora.....	48
5.3.5.	Maquina selladora.....	49
5.4.	Proceso productivo.....	49
5.4.1.	Pesaje y mezclado de insumos.....	50

5.4.2.	Amasado.....	50
5.4.3.	Moldeado de masa y montaje a escabiladeros.....	50
5.4.4.	Fermentación.....	50
5.4.5.	Alistamiento y horneado.....	50
5.4.6.	Enfriamiento.....	51
5.4.7.	Empaque y sellado.....	51
6.	Diagnóstico inicial.....	52
7.	Estudio de tiempos.	60
7.1.	Estudio de tiempos para las referencias seleccionadas.	63
7.1.1.	Determinación de la muestra	65
7.1.2.	Obtención del tiempo normal de las referencias.....	67
7.1.3.	Obtención tiempo estándar para las referencias.....	74
8.	Análisis de capacidad.....	86
8.1.	Capacidad instalada de la empresa.....	87
8.2.	Condición actual de la capacidad de producción.....	90
9.	Plan de mejora.....	95
9.1.	Escenario Uno: Mismos recursos, más capacidad.	96
9.2.	Escenario dos: Una aproximación a la capacidad instalada.....	100
9.3.	Escenario Tres: Del inicio al fin.	104
10.	Análisis de escenarios productivos.	106

10.1. Situación actual vs Primer escenario.....	
10.2. Situación actual vs Segundo escenario.	108
10.3. Situación actual vs Escenario tres.....	110
11. Socialización de alternativas de mejora.	112
12. Conclusiones	113
13. Recomendaciones.....	114
Bibliografía.	115
ANEXOS.....	119

Lista de tablas.

	pág.
Tabla 1. Decisiones básicas en el rendimiento de la producción.	5
Tabla 2. Simbología diagrama de proceso.	13
Tabla 3. Puntajes Westinghouse.	27
Tabla 4. Suplementos según la OIT	29
Tabla 5. Dimensiones, subdimensiones y sub-sub-dimensiones de la variable.	36
Tabla 6. Descripción de actividades.	39
Tabla 7. Cronograma de actividades.	40
Tabla 8. Presupuesto de la investigación.	40
Tabla 9. Personal vinculado a la empresa	44
Tabla 10. Productos de panadería	44
Tabla 11. Productos de bizcochería	45
Tabla 12. Materia prima directa	45
Tabla 13. Ficha técnica amasadora 25 Kg.	47
Tabla 14. Ficha técnica horno rotativo	47
Tabla 15. Características balanza digital	48
Tabla 16. Ficha técnica divisora	48
Tabla 17. Características selladoras	49
Tabla 18. Comparación de apreciaciones entre cuestionario y visita empresarial	57
Tabla 19. Número de muestras necesarias para pan aliñado de 500	66

Tabla 20. Número de muestras necesarias para pan aliñado de 1000	66
Tabla 21. Número de muestras necesarias para pan aliñado 2000	66
Tabla 22. Número de muestras necesarias para Mestiza	66
Tabla 23. Número de muestras necesarias para pan cascarita	67
Tabla 24. Calificación Westinghouse pan aliñado de 500	69
Tabla 25. Tiempo normal para el pan aliñado de 500.	70
Tabla 26. Calificación Westinghouse pan aliñado de 1.000	70
Tabla 27. Tiempo normal pan aliñado de 1000	71
Tabla 28. Calificación Westinghouse pan aliñado de 2.000	71
Tabla 29. Tiempo normal pan aliñado 2.000	72
Tabla 30. Calificación Westinghouse mestiza.	72
Tabla 31. Tiempo normal mestiza	73
Tabla 32. Calificación Westinghouse cascara	73
Tabla 33. Tiempo normal cascara	74
Tabla 34. Niveles de iluminación recomendados para utilizarse en el diseño de alumbrado en interiores	76
Tabla 35. Reflectancias de acabados típicos de pintura y madera.	77
Tabla 36. Factores de ponderación que deben tomarse en cuenta en la selección de los niveles de iluminación específicos dentro de cada categoría.	77
Tabla 37. Suplementos.	78
Tabla 38. Capacidad instalada Escabiladeros	89
Tabla 39. Asignación de escabiladeros según referencia.	89
Tabla 40. Capacidad instalada de producción.	90

Tabla 41. Total de panes producidos y escabiladeros requeridos situación actual.	92
Tabla 42. Tiempo asociado a la capacidad de producción situación actual.	93
Tabla 43. Tiempo ocioso.	93
Tabla 44. Ingresos actuales.	94
Tabla 45. Total de panes producidos y escabiladeros requeridos escenario uno.	98
Tabla 46. Tiempo asociado a la capacidad de producción escenario uno.	99
Tabla 47. Tiempo Ocioso escenario uno.	99
Tabla 48. Uso de escabiladeros Situación Actual	100
Tabla 49. Total de panes producidos y escabiladeros requeridos escenario dos.	102
Tabla 50. Tiempo asociado a la capacidad de producción escenario dos.	103
Tabla 51. Tiempo Ocioso escenario dos.	103
Tabla 52. Disponibilidad por horas de las referencias de pan.	104
Tabla 53. Resumen comparativo situación actual vs primer escenario	106
Tabla 54. Beneficios y costos asociados primer escenario	107
Tabla 55. Resumen comparativo situación actual vs Segundo Escenario	108
Tabla 56. datos beneficio/costo segundo escenario	109
Tabla 57. Resumen comparativo situación actual vs Tercer Escenario	110

Lista de Figura

	pág.
Figura 1. Ejemplo de diagrama hombre-máquina.	14
Figura 2. Ejemplo diagrama de recorrido	15
Figura 3. Pasos para calcular tiempo estándar.	17
Figura 4.Código de actividad económica	42
Figura 5.Organigrama por cargos.	43
Figura 6. Proceso general para la elaboración del pan.	52
Figura 7. Diagrama de flujo pan aliñado	61
Figura 8. Ejemplo diagrama hombre-maquina	62
Figura 9. Diagrama de flujo con actividades agrupadas en elementos	64
Figura 10. Diagrama de flujo pan aliñado de 500 con tiempos estándar.	80
Figura 11. Diagrama de flujo pan aliñado de 1000 con tiempos estándar.	81
Figura 12. Diagrama de flujo pan aliñado de 2.000 con tiempos estándar	82
Figura 13. Diagrama de flujo Mestiza	83
Figura 14. Diagrama de flujo pan cascara	84
Figura 15. Layout Panadería y Bizcochería Quinta Estrella	86
Figura 16. Demostración de la capacidad del cuarto de crecimiento	88
Figura 17. Diagrama de Gantt Situación Actual.	91
Figura 18. Descripción de escenarios de producción	95
Figura 19. Diagrama de Gantt Escenario Uno	97
Figura 20. Diagrama de Gantt segundo escenario	101

Lista de Gráficos

	pág.
Gráfico 1. Estado actual de los equipos.	53
Gráfico 2. Condiciones del lugar de trabajo.	54
Gráfico 3. Plan de trabajo.	55
Gráfico 4. Abastecimiento materia prima.	56

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Plan de mejora para el fortalecimiento y rendimiento del área de producción de la panadería y bizcochería Quinta Estrella

AUTOR(ES): Paula Andrea Castaño Polo
Cristian Sneyder Mejía Sarmiento

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR(A): Orlando Federico González Casallas

RESUMEN

La presente investigación se centró en el análisis del proceso productivo de cinco referencias de pan de la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, con el fin de proponer un plan de mejora que se ajuste a las necesidades de la empresa y aumente el rendimiento en la producción. El desarrollo de la metodología inicio con un diagnóstico que permitió identificar las debilidades de la planta. Seguido a esto, se realizó un estudio de tiempos para cada una de las referencias seleccionadas con el fin de calcular un tiempo estándar de producción, el cual sería un dato fundamental para el desarrollo de un estudio capacidad. En este punto de la investigación, se conoció la capacidad real de producción de la planta y basados en esta información se plantearon diferentes escenarios de producción que finalmente fueron expuestos como alternativas de mejora para la compañía.

PALABRAS CLAVE:

Capacidad, escenarios productivos, estudio de tiempos, normalización, plan de mejora,

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Improvement plan for the strengthening and performance of the Quinta Estrella bakery production area

AUTHOR(S): Paula Andrea Castaño Polo
Cristian Sneyder Mejía Sarmiento

FACULTY: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Orlando Federico González Casallas

ABSTRACT

This research focused on the production process analysis of five bread references by Quinta Estrella bakery, to propose an improvement plan that meets the company needs and increase production performance. The development of the methodology started with a diagnosis that allowed to identify the weaknesses of the factory. After that, a time study was carried out for each of the selected references to calculate a standard production time, which would be a fundamental data for the capacity study development. At this point of the investigation, the real production capacity of the plant was known and based on this information, different production scenarios were presented that were finally exposed as alternatives for improvement for the company.

KEYWORDS:

Capacity, productive scenarios, time study, standardization, Improvement plan

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

Las empresas se encuentran en un constante mejoramiento o replanteamiento de sus estrategias y objetivos, esto debido al alto grado de competitividad. Es por esto que para cumplir de la mejor manera a sus clientes y siempre generar valor, deben realizar un constante análisis de sus operaciones, en donde puedan evidenciar sus fortalezas y debilidades. Una vez identificadas, tomar planes de acción y de mejora que les permita lograr evolución y crecimiento.

El estudio de tiempos es una herramienta que resulta de gran ayuda en las empresas para calcular el tiempo que, bajo condiciones normales, se necesita para realizar cierta actividad o proceso. Con este tiempo, las empresas pueden establecer estándares de producción y mitigar los tiempos ociosos. Además de controlar sus procesos desde la cantidad de producción, materia prima, recursos humanos, costos indirectos de fabricación, entre otros.

Otro de los beneficios que tiene este estudio, es que permite realizar análisis de capacidad. Utilizando los tiempos estandarizados y las limitaciones de la planta, para crear escenarios que optimicen la producción y aumenten ingresos sin necesidad de hacer grandes inversiones.

Es por ende la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, ubicada en el barrio Campo Hermoso de Bucaramanga, ha logrado sobresalir entre sus competidores y tener un crecimiento exponencial desde su creación en el año 1992. Su producto se ha caracterizado por el inconfundible sabor y aroma, logrando una gran acogida por los clientes.

Sin embargo, gracias a su crecimiento, en ocasiones se han visto sobresaturados por la alta demanda, teniendo que rechazar algunas tiendas interesadas en distribuir sus productos. Además, las jornadas laborales se han tenido que extender por lo menos en una hora los días más críticos.

Es a partir de este momento que surgen una serie de problemas en el área de producción, pues la falta de estandarización de sus procesos, la poca claridad que existe respecto a la variación de la producción diaria, la poca capacidad de algunas máquinas y no tener claros cuales son los procesos dependientes e independientes, genera un proceso de producción deficiente, que no puede cumplir con satisfacción la demanda y que tal vez no esté usando la capacidad máxima permitida de la planta.

Frente a lo descrito se plantea la pregunta de investigación: ¿Cuál debe ser el plan de mejora que se ajuste a las necesidades de la Panadería y bizcochería Quinta Estrella para el fortalecimiento y rendimiento del área de producción?

Debido a la pregunta de investigación, se plantea el siguiente objetivo general “Proponer un plan de mejora que se ajuste a las necesidades de la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, con el fin de aumentar el rendimiento en la producción”; y los siguientes objetivos específicos, primero se diagnosticará el proceso de producción de la panadería con el fin de caracterizar la planta de producción e identificar debilidades y fortalezas. Seguido a ello se desarrollará un estudio de tiempos con el fin de encontrar un tiempo estándar para cada proceso y línea de pan.

Se procede con un análisis de capacidad basado en el tiempo estándar y por último se propondrán alternativas de mejora a través de análisis de escenarios de producción con el fin de determinar cuál es la alternativa que mejor se ajusta a las necesidades de la empresa.

Por lo tanto, al realizar un análisis del proceso de producción permitirá hallar las posibles causas de los problemas que actualmente está atravesando la empresa y se buscar alternativas de mejora por medio de estudios y análisis que optimicen los procesos productivos, logrando así, cumplir con la creciente demanda.

Hoy en día la industria panificadora compite con calidad, sabor y precio. Es por esto que la justificación del presente trabajo viene dada por la solución de los problemas actuales de la panadería y el lograr estar en un excelente nivel frente al mercado.

Desarrollando un correcto estudio de tiempos, estandarización de los procesos y profundo análisis de capacidad, se logrará plantear diferentes escenarios de producción que, sin importar la elección del gerente, será el plan de mejora que se ajuste a las necesidades y corrija los inconvenientes actuales en la panadería, sin olvidar el factor humano, el cual es la base de toda empresa.

Por último, se presentará de cada escenario un resumen, en el cual se encuentren los diferentes indicadores de producción que pueden ser comparados con los actuales. Allí se mostrará aumento de la producción, disminución de tiempos, aumento de capacidad por línea, entre otros. Además, si es necesario hacer inversiones, se calculará el costo/beneficio. De esta

forma el gerente logrará ver todos los beneficios de la implementación de alguno de estos escenarios. Y con los cuales se podrán ver mitigadas las situaciones actuales de la panadería, cumplir con la creciente demanda, crecimiento en la participación del mercado y aumento de los ingresos.

1. Planteamiento del problema.

1.1. Formulación del problema.

En la actualidad el área de producción es un foco de atención para las empresas debido a que en esta se emplean factores humanos y materiales en la transformación de materia prima a productos/servicios, que lograrán generar valor superando los requerimientos económicos de las entradas.

Según Roger Schroeder (1981), “en el rendimiento de la producción pueden verse involucrados cinco áreas de decisión: Los procesos, capacidad, inventarios, fuerza de trabajo y calidad” (p.12).

Tabla 1. Decisiones básicas en el rendimiento de la producción.

Función	Descripción
Procesos	Elección de tecnología, distribución de las instalaciones, análisis del flujo del proceso, ubicación de las instalaciones, equilibrio de las líneas, control de procesos y análisis de transportes.
Capacidad	Pronósticos, planificación de las instalaciones, planificación acumulada, programación, planificación de capacidad y análisis de corridas.
Inventarios	Qué ordenar, cuándo ordenar, cuánto ordenar y manejo de materiales.
Fuerza de trabajo	Diseño de puestos, medición del trabajo, enriquecimiento de los trabajos, normas laborales y técnicas de motivación.
Calidad	Control de calidad, muestras, pruebas, certificación de calidad y control de costos.

Fuente: Adaptado de R. Schroeder, *Operations Management* (Nueva York: McGraw Hill Book Co., 1981): 12.

Las decisiones tomadas en cada una de estas áreas pueden afectar los objetivos de la compañía, motivo por el cual esta situación se ha convertido en un punto para tener en cuenta por las directivas de las empresas. La gerencia de Panadería y Bizcochería Quinta Estrella no es ajena a esta situación y busca mejorar su rendimiento en la producción, teniendo en cuenta las áreas mencionadas.

Actualmente la empresa cuenta con un local en el barrio Campo Hermoso y un área de distribución que se encarga de llevar el producto a diferentes tiendas ubicadas en Bucaramanga y su área metropolitana. Debido a la calidad del pan y al reconocimiento que tiene la marca en el mercado, la demanda del producto ha aumentado en promedio un 10% anualmente en el área de distribución. Situación que fue tomada como una oportunidad para el crecimiento de la planta de producción con el fin de responder a la demanda.

Sin embargo, hoy en día se están presentado ciertas situaciones que afectan la buena imagen de la empresa. Por ejemplo, el área de producción llegó a un punto de saturación, a raíz del cual se ha vuelto difícil satisfacer la demanda solicitada por las personas que visitan el punto. Por otra parte, se empezó a presentar retrasos en el área de distribución pues esta depende del nivel de producción de la planta, teniendo como efecto negativo el descontento de los clientes.

La empresa con el fin de superar los hechos mencionados se vio obligada a extender la jornada laboral para cumplir con la demanda ocasionando sobre costos (aumento de salarios por horas extras, utilización de maquinaria, servicios). (Mejía, 2018)

Dado lo previamente descrito, este proyecto busca dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál debe ser el plan de mejora que se ajuste a las necesidades de la Panadería y bizcochería Quinta Estrella para el fortalecimiento y rendimiento del área de producción?

1.2. Antecedentes.

La producción suele caracterizarse por ser una de las áreas más importantes para generar un margen de utilidad a la compañía y que esta pueda ser sostenible a largo plazo. Allí se cumplen algunas de las funciones más relevantes como: seleccionar procesos productivos, establecer la distribución de planta, localizar las instalaciones, diseñar puestos de trabajo, medir el rendimiento, controlar la calidad, programar el trabajo, gestionar los inventarios y planificar la producción. (Jaén, 2005).

Por lo anterior, este tema ha sido el centro de varias investigaciones las cuales tienen como propósito el aumento del rendimiento en la producción de las empresas. En una primera instancia, Arévalo (2010) en su estudio, “Mejoramiento del proceso productivo en la obtención del pan molde mediante la metodología de las 5s”, demostró que gracias a la aplicación de un estudio de tiempos y movimientos y el método de las 5s fue posible reducir los tiempos de ciclo en un 7,57% , lo anterior ayudo a la optimización del proceso general y a una notable reducción de costos. (p. 158)

Otro ejemplo es la panadería el Progreso E.I.R.L de Chiclayo, empresa en donde fue llevado a cabo una aplicación de la metodología de estudio de trabajo, estudio de tiempos y

movimientos y diagramas de procesos. Estos estudios previos permitieron identificar varios problemas que tenía la compañía, como: una demanda insatisfecha, un proceso de producción que no contaba con ninguna metodología correcta de trabajo y una ineficiente distribución de planta. (Paz, 2016).

Una vez identificado los problemas, se propuso una nueva distribución de planta, así como nuevos métodos, lo cual reducirían movimientos y el cuello de botella, posteriormente se presenta un análisis comparativo entre indicadores de producción de la situación actual y la propuesta de mejora, donde el indicador de productividad de mano de obra incrementó un 2 250 pan/día; y la capacidad utilizada incrementó un 56,75%, logrando aumentar los indicadores de producción y reducir tiempos de proceso. (Paz, 2016)

Por último, la empresa pastelera Briselli, buscaba mejorar la productividad en el área de producción con el fin de incrementar los indicadores de gestión y reducción de costos de producción. Los resultados obtenidos durante el periodo de investigación en la empresa fue una serie de problemas en el área de producción como una inadecuada disposición de planta, malas condiciones de trabajo, ausencia de control de la producción, falta de estándares y métodos de control de la producción. (Cabrera & Gonzales, 2014)

Inicialmente se usó la herramienta 5s que permite mejorar la forma de trabajo, minimizar los costos y tiempos, y que además propicia la motivación de los trabajadores. Además, se realiza los diagramas de producción en base a los

estándares de trabajo que las herramientas de calidad nos facilitan como Taguchi y cartas del control del proceso que a su vez permiten un seguimiento de otras herramientas como AMFE, QFD, Cadena de Valor que garantice un eficiente manejo de la información sobre los procesos productivo (Cabrera & Gonzales, 2014).

Mediante las mejoras realizadas durante la implementación del proyecto se ha logrado incrementar la productividad total a un valor de 0.44 kg/s, a su vez en disminuir el índice de costo de calidad a un 13.93% de las ventas bruta, también el indicador de eficiencia por producto mejoro en un 20% al tener un mejor balance de materia de 1.7 kg de insumos a un 1.3kg de uso de insumo. El índice de eficacia aumento por obtener una mejor disposición del espacio en un 12%, así como reducir el porcentaje de productos no conformes en 13.33 % (Cabrera & Gonzales, 2014).

1.3. Justificación.

Panadería y Bizcochería Quinta Estrella (PBQE) es una empresa comprometida y visionaria, motivo por el cual tienen muy presente que la innovación y mejora continua de sus procesos internos son la clave de éxito para lograr sus objetivos. Un claro ejemplo de lo anterior es su visión, en la cual plasman como meta a 2024 ser la empresa líder de la región en el área de panadería, garantizando eficiencia y rentabilidad a través de procesos de producción estandarizados para la elaboración de productos de panificación. (Mejia, 2018)

El área de producción es una pieza fundamental para el cumplimiento de cada objetivo propuesto, debido a que la correcta utilización de materia prima, maquinaria y talento humano. A su vez, la distribución también juega un rol importante en esta misión, ya que gracias a esta actividad PBQE participa en un mercado más amplio y gana reconocimiento en diferentes lugares de la ciudad. (Mejia, 2018)

Sin embargo, la demanda solicitada por el área de distribución es igual o en otras ocasiones mayor a la capacidad instalada de la empresa, creando así ciertos inconvenientes que amenazan con la realización de las actividades ordinarias y por ende con la competitividad de la compañía. (Cruz, 2018)

Como resultado a esto, surge la necesidad de adelantar una investigación que permita identificar el estado actual de PBQE, entender a fondo sus procesos internos y buscar un plan de mejora ajustable, medible y posible para la solución de la problemática presentada.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general. Proponer un plan de mejora que se ajuste a las necesidades de la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, con el fin de aumentar el rendimiento en la producción.

1.4.2. Objetivos específicos. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Caracterizar la planta de producción de la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella por medio de un diagnóstico del proceso de producción con el propósito de identificar sus debilidades y fortalezas.
- Desarrollar un estudio de tiempos de cada línea de producción por medio de la descripción y medición de cada uno de sus procesos con el fin de encontrar un tiempo estándar permisible para realizar las tareas determinadas.
- Desarrollar un estudio de análisis de capacidad con base en los datos del estudio de tiempos para mejorar la eficiencia de los procesos en cada línea de producción.
- Proponer alternativas de mejora a través de análisis de escenarios de producción con el fin de determinar cuál es la alternativa que mejor se ajusta a las necesidades de la empresa.

2. Marco teórico.

2.1. Producción.

Según Villalobos, Altahona, & Herrera (2011) Se puede definir la producción, como un proceso global que busca la transformación de materia prima o insumos a un producto que cumpla con unos requisitos específicos demandados por un mercado o cliente. (p. 3)

De igual forma, la adicción de valor a un bien o servicio es considerado como producción, por efectos de una transformación. (Herrera et al. 2011, p.3)

2.2. Proceso.

Un proceso es un conjunto de actividades relacionadas lógicamente entre sí que, toman unas entradas para generar una salida con un valor específico para grupo de Interés. (Pleguezuelos, 2000)

2.3. Diagrama de proceso.

“El diagrama de flujo o proceso es una representación gráfica que indica como fluye o circula un producto, o se desarrolla un fenómeno, a través de un sistema o serie de sistemas operativos”. (Niebel, 1990, p.25)

Una característica muy importante del diagrama de proceso es que permite registrar costos ocultos no productivos, como recorridos, distancias, esperas, almacenamientos temporales entre otros. Una vez expuestos estos periodos no productivos, pueden ser utilizados como una herramienta muy útil para buscar soluciones. (Castillo, 2005)

En la tabla 2 se expondrán cada uno de los símbolos que son utilizados en el diagrama de procesos.

Tabla 2.Simbologia diagrama de proceso.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformar la materia prima
	Inspección	Revisar la calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro
	Almacenamiento	Almacenar el producto o materia prima
	Demora	Material en espera de ser procesado

Fuente: Castillo (2005), “Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa”. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.p

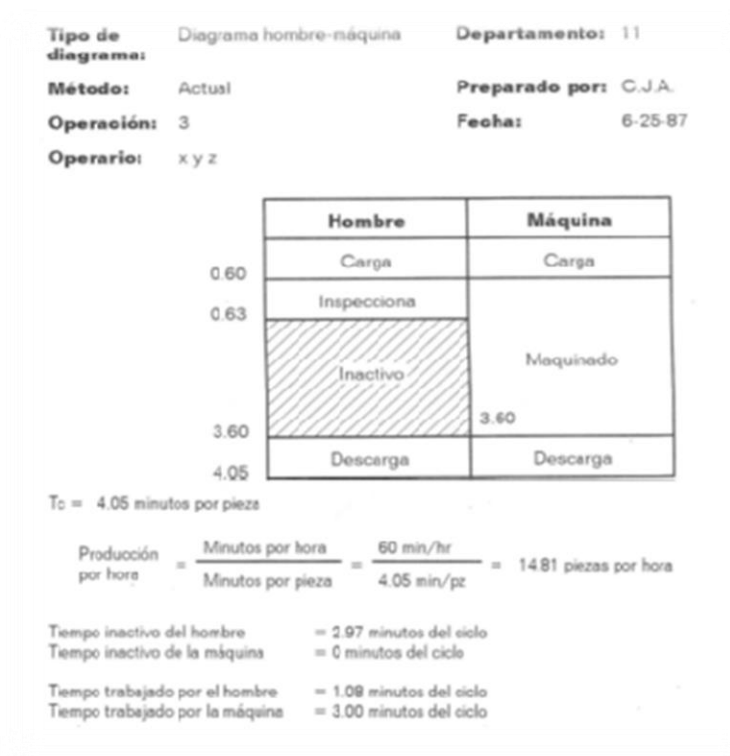
2.4. Diagrama hombre-máquina.

El diagrama hombre-máquina es una representación gráfica en donde se muestra por separado el tiempo de operación de una maquina(s) y su operario, como así mismo la relación entre las actividades realizadas en dicho proceso. Este diagrama generalmente es utilizado para

facilitar el análisis, estudio y optimización de la estación de trabajo observado, buscando disminuir el tiempo de ocio representado en hombres como maquinas. (abraham, 2008)

Al realizar un diagrama hombre máquina, es importante graficar secuencialmente cada actividad realizada dentro del puesto trabajo con el fin de no perder ningún detalle del proceso. Por otra parte, se colocarán los datos en forma horizontal, como el hombre y máquina. Verticalmente se escriben los tiempos de cada una de las actividades hasta llegar al ciclo. (Meyers, 2000)

Figura 1. Ejemplo de diagrama hombre-máquina.



Fuente: Abraham (2008), "Manual de tiempos y movimientos".

2.5. Diagrama de recorrido de actividades.

Son considerados como diagramas analíticos de las operaciones del proceso dibujados sobre la representación a escala del taller o secciones de la empresa donde el proceso se lleva a cabo de tal forma que los símbolos ASME de cada acción se dibujan en la posición del lugar en que se realizan. (Pascual & Subias, 1998, p.199)

Por otra parte, es considerado el diagrama de recorridos como una representación gráfica, que permite visualizar de forma sencilla las distancias entre cada una de las operaciones y como están distribuidas en la planta. (Castillo, 2005)

Dado a lo anterior, es una herramienta clave en el momento de análisis para reducir o eliminar distancias y cantidades.

Figura 2. Ejemplo diagrama de recorrido



Fuente. Blanco&Aguilar (2013), "Ingeniería de métodos". Disponible en :

<http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw>

2.6. Estudio de tiempos.

“El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido”. (Garcia, 2007, p.185)

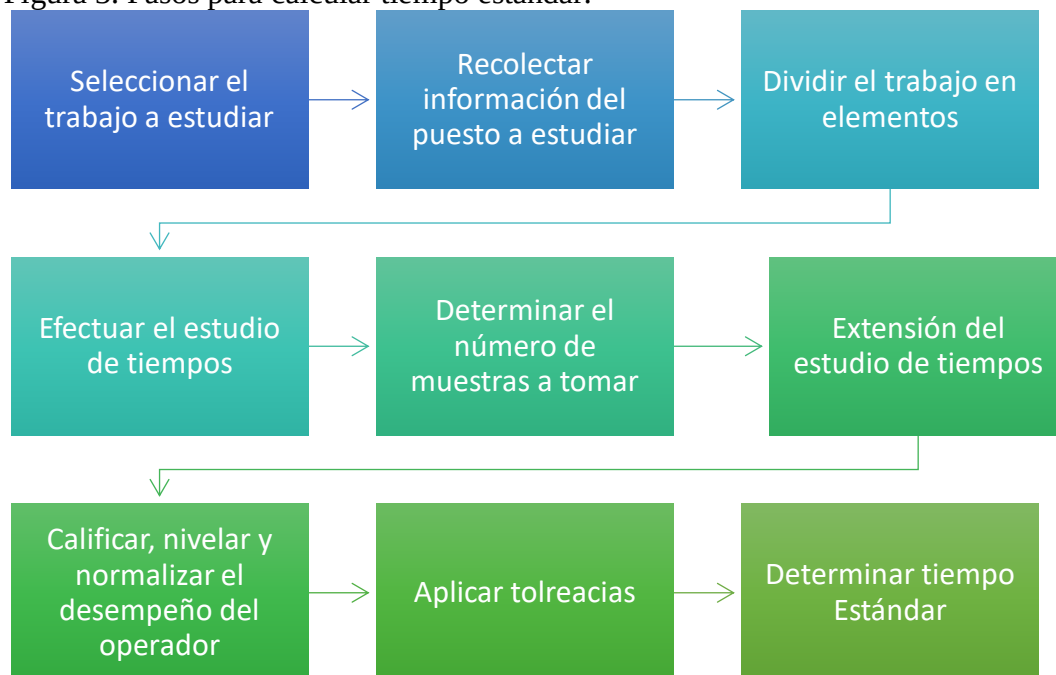
Esta actividad tiene como fin establecer un tiempo estándar aceptable para llevar a cabo una tarea, basándose en cuatro factores importantes: el contenido del trabajo prescrito, la fatiga del personal, las demoras y los retrasos inevitables. (Niebel, 1990)

García en su estudio del trabajo afirma que un estudio de tiempos es necesario cuando se presentan ciertas situaciones dentro de la organización, como:

- ✓ Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos
- ✓ Se pretende fijar un tiempo estándar de producción
- ✓ Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna maquina o zona de trabajo
- ✓ Se quiere ejecutar una nueva operación, actividad o tarea (Garcia, 2007, p. 183).

Asimismo, García (2007) expuso una serie de pasos que deben llevarse a cabo en un estudio de tiempos, los cuales son:

Figura 3. Pasos para calcular tiempo estándar.



Fuente: Autores

2.6.1. Seleccionar el trabajo a estudiar. Para comenzar con esta fase es importante definir la operación que se desea medir y el trabajador que la ejecutará. En la selección del empleado se recomienda que cumpla con ciertas características, como: habilidad, deseo de cooperación, temperamento y experiencia. (Garcia, 2007)

Por último, antes de iniciar con cualquier toma de tiempos es necesario estandarizar el método del trabajo. Lo anterior infiere que la persona quien realizará la operación debe seguir un patrón de pasos ya estipulados bajo unas condiciones de trabajo establecidas anteriormente. (Garcia, 2007)

2.6.2. Recolectar información sobre el puesto de trabajo. Una vez identificado el trabajo a medir, el especialista debe reunir información con el fin de entender el proceso en general, y lo que se debe llevar a cabo. Por ejemplo, descripción de la operación, materiales, herramientas, maquinas, flujo de operaciones. Además, antes de iniciar cualquier toma de tiempos, el especialista debe revisar la estación de trabajo y verificar su orden, espacio y seguridad. (Meyers, 2000)

2.6.3. Dividir el trabajo en elementos. Usualmente las actividades que conforman un proceso o trabajo tienen diferentes ritmos, por tal motivo es recomendable dividirlos en elementos. Esto facilita la descripción del trabajo y sobre todo ayuda al especialista en el momento de evaluar el rendimiento. (Meyers, 2000)

Cabe resaltar que los elementos que son controlados por maquinas siempre obtendrán una puntuación del 100%, mientras que en el operario van a variar. Cuando se realiza la descripción del elemento debe ser lo más clara posible, especificando sus puntos de inicio y finalización. (Meyers, 2000)

2.6.4. Efectuar el estudio de tiempos. Aquí se obtiene y registra toda la información que es pertinente a la operación. Es importante que el analista registre toda la información obtenida mediante observación directa. (Garcia, 2007, p. 187)

“El estudio de tiempos continuo es la técnica más deseable para los estudios de tiempos. El cronometro se deja en operación durante la duración del estudio y se registran los tiempos de terminación de los elementos”. (Meyers, 2000, p. 151)

2.6.5. Determinar el número de la muestra. Determinar el número de ciclos a estudiar es un tema de suma importancia en el estudio de tiempos. Es vital que la media de la muestra de las observaciones este cerca de la media de la población. Por tal motivo, el analista debe tomar suficientes lecturas para que cuando sus valores se registren obtengan una distribución de valores en la que exista una característica de dispersión de población. (Niebel, 1990, p.357)

Las herramientas estadísticas son una guía para la solución de esta problemática. A continuación, se expone la hipótesis estadística para determinar el tamaño de la muestra. Ver expresión (1).

$$IC_{x\%} = [\bar{X} \pm S/\sqrt{n} \ t_{1-\alpha/2, n-1}]$$

$$l = 2 \frac{s}{\sqrt{n}} t_{1-\alpha/2, n-1}$$

$$\frac{l}{2} = E = \frac{s}{\sqrt{n}} t_{(1-\alpha/2, n_0-1)}$$

$$E = \frac{s}{\sqrt{n_0}} t_{(1-\alpha/2, n_0-1)}$$

$$n = \frac{N (t_{(1-\alpha/2, n_0-1)})^2 s^2}{(N-1)\varepsilon + t_{(1-\alpha/2, n_0-1)} s^2}$$

$$n = \frac{(t_{(1-\alpha/2, n_0-1)})^2 s^2}{\varepsilon^2}$$

$$n = \frac{(t_{(1-\alpha/2, n_0-1)})^2 s^2}{\frac{s^2 t_{(1-\alpha/2, n_0-1)}}{n_0}}$$

$$\begin{aligned}
& \text{H:} \begin{cases} H_0 : n \leq n_0 \\ H_1 : n > n_0 \end{cases} \\
n_0 &= \frac{n_0 (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2}{(n-1) \cdot \varepsilon^2 + (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2} \\
(n-1) \cdot \varepsilon^2 + (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 &= \frac{n (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2}{n_0} \\
(n-1) \cdot \varepsilon^2 &= \frac{n (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2}{n_0} - t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)}^2 s^2 \\
(n-1) \cdot \varepsilon^2 &= \left[\frac{n}{n_0} - 1 \right] (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 \\
(n-1) \cdot \varepsilon^2 - \frac{n}{n_0} (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 &= -(t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 \\
n \varepsilon^2 - \frac{n}{n_0} (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 - \varepsilon^2 &= -(t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 \\
n \left[\varepsilon^2 - \frac{(t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2}{n_0} \right] &= \varepsilon^2 - (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2 \\
n &= \left[\frac{\varepsilon^2 - (t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2}{\varepsilon^2 - \frac{(t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)})^2 s^2}{n_0}} \right] \\
n &= \left[\frac{1 - \left(\frac{t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)} \cdot s}{\varepsilon} \right)^2}{1 - (1/n_0) \left(\frac{t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)} \cdot s}{\varepsilon} \right)^2} \right] \quad (1) \\
\varepsilon &\Rightarrow 0,1 \min
\end{aligned}$$

Donde,

n_{ij} : número de muestras necesarias para el elemento j que hace parte de la referencia i

S_{ij} : desviación estandar del elemento j que hace parte de la referencia i

$t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)}$: valor t student con una significancia de 0,1 y 5 grados de libertad

ε : margen de error.

n_0 : número de muestra inicial

2.6.6. Extensión del estudio de tiempos. Luego de registrar todos los datos requeridos por el estudio, se inicia con los cálculos para determinar el tiempo estándar. (Meyers, 2000).

A continuación, se presenta una descripción de los pasos a seguir.

Total/ciclos. Este punto se refiere al tiempo total de ciclos cronometrados de forma apropiada.

Tiempo promedio. Este tiempo es el resultado de la división del tiempo total entre el número de ciclos.

% R. La calificación porcentual se refiere a la rapidez con que se desenvuelve el operador.

La calificación dividida entre 100 y multiplicada por el tiempo promedio es igual al tiempo normal.

Frecuencia. La frecuencia indica cuantas veces se lleco a cabo una tarea. El uso de mayor importancia de esa columna es cuando el operador hace dos piezas a la vez, entonces se anota $\frac{1}{2}$. Si lo que debe ir en la columna es 1, se puede dejar vacía.

Tiempo normal unitario. Es la multiplicación de la frecuencia con el tiempo normal. (Meyers, 2000, p. 152)

2.6.7. Calificación, nivelación y normalización del desempeño del operador. En este paso el analista evalúa el rendimiento de un trabajador en términos “normales” para la ejecución de dicha tarea. (Niebel, Ingenieria industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990).

“Entendemos por operador normal a quien es competente y experimentado que trabaja en condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido, ni demasiado lento, sino que representa un término medio”. (Garcia, 2007, p.209)

Esta efectividad se expresa en forma porcentual o decimal y es asignada al tiempo promedio. Existen diferentes técnicas de calificación sobre las cuales el calificador puede apoyarse y dar un resultado justo y objetivo. Entre ellas se destacan la calificación sintética, calificación por velocidad, calificación objetiva y el sistema Westinghouse entre otros. (Niebel, Ingenieria industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990)

2.6.7.1. Sistema Westinghouse. “El sistema Westinghouse es uno de los sistemas más antiguos y utilizados por los evaluadores. Este método tiene en cuenta cuatro factores al evaluar la actuación del operario, las cuales son habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia”. (Niebel, 1990, p.384)

“La habilidad se define como la pericia en seguir el método dado y se relaciona con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de mente y consistencia”. (Niebel, 1990, p. 384).

“Este factor se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como lo es la coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tiende a desarrollar la habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural” (Niebel, Ingeniería industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990, pág. 385)

Según Abrahan (1990) en el sistema Westinghouse existen seis grados de habilidad que representan una evaluación aceptable (ver tabla 3). Los grados son los siguientes: Extrema, excelente, buena, regular, aceptable, deficiente. (p, 108). A continuación, se presenta una descripción cualitativa de los grados mencionados anteriormente tomados de la investigación de métodos. (Garcia, 2007, p. 216).

Habilidad deficiente

- Empleado nuevo o no adaptado
- No familiarizado con el trabajo
- Incierto en orden debido a las operaciones
- Movimientos torpes

- No coordina su mente con sus manos
- Comete errores frecuentemente

Habilidad aceptable

- Trabaja con una exactitud razonable
- Tiene confianza en sí mismo
- Conoce las herramientas y equipo
- Se muestra un poco lento
- Trabajo satisfactorio

Habilidad regular

- Marcadamente inteligente
- Necesita poca vigilancia
- Rápido en sus movimientos
- Trabaja correctamente y de acuerdo con las especificaciones
- Puede instruir a otros menos hábiles
- Movimientos coordinados

Habilidad Excelente

- Muestra precisión y suavidad en la ejecución
- Completamente familiarizado con el trabajo
- Tiene velocidad sin sacrificar la calidad
- Posee gran destreza manual
- No comete equivocaciones
- Precisión de acción

Habilidad extrema

- Naturalmente adaptado al trabajo
- Trabaja como una maquina
- Ha permanecido en su trabajo por años
- Sus movimientos son muy rápidos y difíciles de seguir
- No parece tener que pensar lo que está haciendo

“El esfuerzo o empeño se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad y puede ser controlado por el operario” (Niebel, 1990, p. 385). Al momento de calificar este factor se debe tener cuidado debido a que algunos operarios buscaran hacer esfuerzos menores con el fin de aumentar el tiempo de ciclo (Niebel, Ingeniería industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990).

De acuerdo con Abraham (2008) el sistema citado contempla seis grados de esfuerzo los cuales son: Excesivo, excelente, bueno, regular, aceptable y deficiente. (p. 108). (Ver tabla 3).

A continuación, se presenta una descripción cualitativa de los grados mencionados anteriormente tomados de la investigación de métodos. (Garcia, 2007, p. 217).

Esfuerzo deficiente

- Pierde el tiempo claramente
- Falta de interés en el trabajo
- Le molestan las sugerencias
- Trabaja despacio y se muestra perezoso
- Intenta prolongar el tiempo utilizando métodos inadecuadas

Esfuerzo aceptable

- Acepta sugerencias con poco agrado
- Su atención parece desviarse del trabajo
- Afectado por falta de sueño, vida desordenada.
- Pone alguna energía en su trabajo
- No es ordenado, no emplea muy bien las herramientas.

Esfuerzo regular

- Trabaja con constancia
- Mejor que el regular
- Acepta ciertas sugerencias, pero no las pone en practica
- Parece frenar sus mejores esfuerzos
- Reduce movimientos perdidos, planea, tiene buena distribución del área de trabajo

Esfuerzo bueno

- Pone interés en su trabajo
- Muy poco tiempo perdido
- No se preocupa por el observador de tiempos
- Constante y confiado
- Está bien preparado y es ordenado su lugar de trabajo
- Consciente de su trabajo

Esfuerzo Excelente

- Trabaja con rapidez
- Utilizar el razonamiento tanto como las manos
- Tiene interés en el trabajo
- Trata de mostrar superioridad
- Recibe y hace sugerencias

Esfuerzo excesivo

- Tiene un ritmo imposible de mantener constantemente
- Realiza el mejor esfuerzo desde todos los puntos de vista, menos el de la salud.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación son solo aquellas que afectan al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos este factor es calificado como normal o promedio.

Los elementos que afectan las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, ruido y luz. De acuerdo el sistema citado existe seis clases generales de condiciones los cuales son: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes (ver tabla 3). Estas condiciones toman valores de 6% hasta menos 7% (Niebel, 1990, p.386).

La consistencia o regularidad es el último punto por evaluar. Este factor se define como el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgando con arreglo de la naturaleza de las operaciones, la habilidad y esfuerzo del operador. (Garcia, 2007, p. 214).

A continuación, se exponen los valores respectivos para cada clase.

Tabla 3. Puntajes Westinghouse.

DESTREZA O HABILIDAD		
0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

ESFUERZO O EMPENO		
0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

CONDICIONES		
0.06	A	IDEALES
0.04	B	EXCELENTES
0.02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

CONSISTENCIA		
0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENA
0	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

Fuente: Adaptado de Niebel (1990), “Ingeniería industrial metodos, tiempos y movimientos”.

2.6.8. Tolerancias. Es difícil de pensar que un operario sea capaz de mantener un mismo ritmo de trabajo durante toda su jornada laboral o que un ciclista maneje la misma cadencia en toda una carrera. (Niegel, Ingenieria industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990)

Luego de calcular el tiempo normal, es indispensable realizar un último cálculo para llegar al verdadero tiempo estándar. Este último paso consiste en añadir un margen o tolerancia debido a las diferentes interrupciones, retrasos y movimientos lentos ocasionados por la fatiga del operario (Niegel, Ingenieria industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990).

Por ejemplo, al planear un viaje de 650 km en un automóvil, desde un primer momento se puede deducir que no se realizará en 13 horas si se maneja a una velocidad de 50km/h. Lo anterior debido a tiempos perdidos por trancones, descansos, cansancio entre otros por tal razón es necesario contemplar un tiempo adicional (Niegel, Ingenieria industrial metodos, tiempos y movimientos., 1990). El caso anterior es semejante a lo que puede ocurrir con un empleado en su trabajo, dado a esto es indispensable aplicar la tolerancia.

Existen tres clases de interrupciones que se presentan usualmente, y hay que compensarlos con un tiempo extra. La primera clase son las interrupciones personales, como idas al baño, tomar agua, pausas activas; la segunda es la fatiga, como sabemos, afecta fuertemente al trabajador aun cuando efectué el trabajo más

Como se observa en la tabla anterior, para cada situación de trabajo hay establecido un puntaje, como también su variación dependiendo del género del operario. Es considera la guía de preferencia a elegir por los análisis debido a su fácil aplicación.

2.6.9. Tiempo Estándar. El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado trabaje a un ritmo normal y sea capaz de llevar a cabo la operación (Niebel, 1990, p. 427).

Basado en García (2007) “una vez realizados los siguientes pasos, se prosigue con el cálculo del tiempo estándar” (p. 240).

- Obtener y registrar información de la operación
- Descomponer la tarea y registrar sus elementos
- Tomar lecturas
- Nivelar el ritmo de trabajo
- Calcular los suplementos del estudio de tiempos

“El tiempo elemental asignado se evalúa multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión” (Niebel, 1990, p. 427). Por tanto, se tiene la expresión.

$$T_a = (M_t) (C) \quad (2)$$

Donde,

T_a = Tiempo elemental asignado

M_t = Tiempo elemental medio transcurrido

C = Factor de conversión que se obtiene de la multiplicación del factor de calificación de la actuación y la tolerancia

Por ejemplo, si el tiempo elemental medio transcurrido de un estudio dado es 0,14 min, el factor de actuación de 0,90 y una tolerancia aplicable de 18 por ciento, el tiempo elemental asignado será:

$$T_a = (0,14) (0,90) (1,18) = 0,148 \text{ min} \quad (3)$$

2.7. Capacidad.

La capacidad se define como cuánto puede fabricar un sistema de producción. La definición de capacidad puede variar dependiendo del sistema de producción al que se esté haciendo referencia, por ejemplo, si hablamos de una planta de producción de zapatos la capacidad se definirá como la cantidad de pares de zapatos producidos en una unidad de tiempo. Ahora si hablamos de un hospital la capacidad se definirá como la cantidad de pacientes que esta puede atender (Sipper & Bulfin, 1998).

La capacidad en un sistema de producción donde el producto fluye por cierto número de estaciones de trabajo está dada por los cuellos de botella. Un cuello de botella es el limitante de las salidas hacia la siguiente estación de trabajo (Sipper & Bulfin, 1998).

Salazar (2016) para hacer el cálculo de capacidad a partir de un estudio de tiempos se debe tomar el tiempo estándar y hacer una regla de tres en la cual se relacionen: tiempo estándar,

unidades producidas y unidad de tiempo de la cual se quiera saber la capacidad. A continuación, se presenta un ejemplo:

Tiempo estándar: 2,5 minutos/unidad.

Tiempo de la jornada laboral: 8 horas.

Primero calculamos según el tiempo estándar cuantas unidades se producirán por hora.

1 unidad= 2,5 minutos

X unidades = 60 minutos (1 hora)

X unidades= 24 unidades

En ese caso si se habla de una jornada laboral de 8 horas la capacidad será igual a 24 unidades por ocho horas laborales, siendo así: 192 unidades.

3. Diseño metodológico

3.1. Alcance.

El alcance de la investigación es de tipo proyectivo, pues en ella se buscará proponer un plan de mejora el cual tendrá como meta el aumento de la productividad de la panadería y bizcochería Quinta Estrella, este plan se desarrollará por medio de la recolección de datos y el análisis de estos.

Se iniciará con un diagnóstico de la empresa para evaluar sus procesos internos e identificar su condición actual. Con base en la información anterior, se llevarán a cabo los siguientes estudios:

En un primer momento, se desarrollará un estudio de tiempos para cada línea de producción, buscando así encontrar un tiempo estándar de producción.

Con los datos del estudio de tiempos se realizará el análisis de capacidad de cada proceso con el fin de buscar mejoras en la eficiencia de cada línea de producción.

Seguido a esto se proponen planes de mejoramiento los cuales se contemplen diferentes escenarios de producción con el fin de exponerse a la gerencia de empresa.

Finalmente, se notificará una reunión con la alta gerencia de la empresa para exponer los planes de mejora y sus respectivos análisis. El gerente tendrá como fin, decidir cuál plan de mejora es el que más se ajusta a las necesidades y metas de la empresa.

3.2. Diseño de la investigación.

Teniendo en cuenta que el alcance de la investigación, el diseño para la misma será de carácter proyectivo ya que las actividades que se llevaran a cabo para lograr dicho alcance son: realizar un diagnóstico inicial para documentar los datos observados y definir los posibles problemas que se están presentando para así elaborar una propuesta o modelo que solucione esta necesidad.

3.3. Lugar o área de estudio.

La investigación tendrá lugar en las instalaciones de la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella y en las zonas de Bucaramanga y su área metropolitana en donde su distribución hace presencia.

3.4. Población.

3.4.1. Unidad de investigación o unidad de estudio. Personal de planta del área de producción y distribución, que se encontraban activos durante el transcurso del desarrollo de la investigación.

3.4.2. Tamaño de la población. Se abarco el 100% del personal involucrado en el área de producción y distribución los cuales nueve están en el área de producción y cinco en el área de distribución.

3.4.3. Metodología estadística. El muestreo no probabilístico será la metodología estadística empleada para esta investigación debido a que se aplicarán instrumentos los cuales tienen un propósito diferente para cada funcionario, además de que es necesario cierto grado de conocimiento y aptitudes establecidos por el investigador para el correcto desarrollo del instrumento. En total se contará con una muestra de 14 funcionarios.

3.4.3.1. Variables. Las variables son las siguientes:

3.4.3.1.1. Nombre de la variable. La variable del estudio tiene como nombre “Plan de mejora”.

3.4.3.1.2. *Definición conceptual.* Es un conjunto de acciones planeadas, organizadas, integradas y sistematizadas que implementa la organización para producir cambios en los resultados de su gestión, mediante la mejora de sus procedimientos y estándares de servicios. (map.gob.do, 2014)

3.4.3.1.3. *Definición instrumental.* Formatos orientados bajo el método interrogatorio los cuales serán aplicados con la técnica de encuesta contando con el instrumento de cuestionario de pregunta abierta y cerrada para la aplicación del estudio, con el fin de recolectar la información requerida.

3.4.3.1.4. *Definición operacional.* Uso de hipótesis estadísticas (t-student), modelos de normalización y estandarización. Índices de medición de procesos. Herramienta Excel.

3.4.3.1.5. *Dimensiones, subdimensiones y sub-sub-dimensiones de la variable.* (Ver tabla 5).

Tabla 5. Dimensiones, subdimensiones y sub-sub-dimensiones de la variable.

Variable	Dimensión	Sub-dimensión	Sub-sub-dimensiones	Indicadores
Propuesta de plan de mejora	Escenarios productivos	Diagnóstico inicial	Estudio de tiempos	Análisis de tiempos contributivos y no contributivos, tiempo de ciclo.
			Estudio de capacidad	Análisis de cuellos de botella, capacidad de cada proceso dentro de las líneas de producción.

Fuente. Elaboración propia.

3.4.3.2. ***Instrumento de medición.*** A continuación, se explican cada una de las especificaciones del instrumento.

3.4.3.2.1. ***Método.*** Para la realización de la investigación y para recolectar información se utilizará el método interrogatorio y observación directa.

3.4.3.2.2. ***Técnica.*** La técnica que mejor se ajusta para la aplicación del instrumento es la encuesta y guía de observación.

3.4.3.2.3. ***Instrumento.*** El instrumento utilizado para la recolección de la información en los empleados es un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, el cual contiene la siguiente información: identificación del proyecto, consentimiento informado, información general del empleado y el cuerpo del cuestionario. (Ver anexo A)

El instrumento será aplicado de forma personal a empleados del área de producción.

Para la obtención del diagnóstico general de la empresa es de vital importancia clasificar la información recolectada por la encuesta y analizarla.

Para recolectar los datos necesarios en el estudio de tiempos y análisis de capacidad se utilizará un Formato de tiempos acumulados (ver anexo B). El cual mide de manera completa la información que se busca de cada proceso para lograr los análisis mencionados.

3.5. Implicaciones éticas.

Los resultados que se obtendrán de la guía de observación no serán de uso fiscal sino netamente académico y con fines de mejora empresarial, ya que el producto de la investigación puede servir de base para la creación de empresas y motivar a la implementación de mejora continua en la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella.

4. Diseño administrativo.

4.1. Actividades.

Con el propósito de Elaborar una propuesta de mejora a la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, a partir de un diagnóstico del estado actual de la misma para el aumento de la productividad, promover el fortalecimiento en el rendimiento de las áreas de producción, distribución y el nivel de servicio al cliente de acuerdo con los estándares establecidos, se desarrollarán una lista de actividades las cuales se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Descripción de actividades.

Número de la actividad	Descripción de la actividad
1	Elaboración de una entrevista enfocada a procesos internos y políticas de calidad con el fin de tener una identificación y descripción del ambiente de trabajo.
2	Aplicación de entrevistas a empleados operacionales y supervisores.
3	Documentación y análisis de la información recolectada anteriormente.
4	Aplicación del instrumento metodológico (estudio de tiempos, estudio de capacidad) para la realización del diagnóstico inicial de la empresa.
5	Síntesis y evaluación de la información recolectada por el instrumento metodológico.
6	Diseño del instrumento diagnóstico para evaluar los indicadores de gestión e indicadores de procesos operativos actuales.
7	Elaboración del diagnóstico de la empresa.
8	Elaboración de escenarios productivos.
9	Análisis de escenarios y síntesis de resultados.
10	Reunión con la alta gerencia de la empresa para exponer planes de mejora y sus respectivos análisis.
11	Entrega final del proyecto de grado.

Fuente. Elaboración propia.

4.2. Cronograma de actividades.

Tabla 7. Cronograma de actividades.

DURACION EN SEMANAS												
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												

Fuente. Elaboración propia.

4.3. Presupuesto.

Los recursos necesarios para la realización del proyecto han sido financiados con recursos propios. Dado a lo anterior, es posible la realización de este y de su correcto desarrollo, motivo por el cual el proyecto es viable desde el punto de vista financiero.

Tabla 8. Presupuesto de la investigación.

INGRESOS		EGRESOS	
Recursos Propios	\$ 2.920.000	Matricula Académica	\$ 2.500.000
		Transporte	\$ 260.000
		Dotación PBQE	\$ 130.000
		Útiles de oficina	\$ 30.000
Total ingresos	\$ 2.920.000	Total Egresos	\$ 2.920.000

Fuente. Elaboración propia

5. Panadería y Bizcochería Quinta Estrella

5.1. Generalidades de la empresa.

5.1.1. Reseña histórica. Panadería y Bizcochería Quinta Estrella es una empresa santandereana dedicada a la producción, comercialización y distribución de productos de panadería en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana. Fue fundada por Gonzalo Mejía, un joven que a la edad de 18 años llegó a la ciudad en busca de nuevas oportunidades y una mejor calidad de vida.

En el año de 1992, se iniciaron labores en un pequeño local ubicado en la calle 45 No 12 occ 13 del barrio campo hermoso, un lugar muy concurrido de personas y comercio. Aquel local contaba con un espacio muy reducido ya que solo alcanzaba a acomodarse una mesa de trabajo, un horno y un pequeño mostrador.

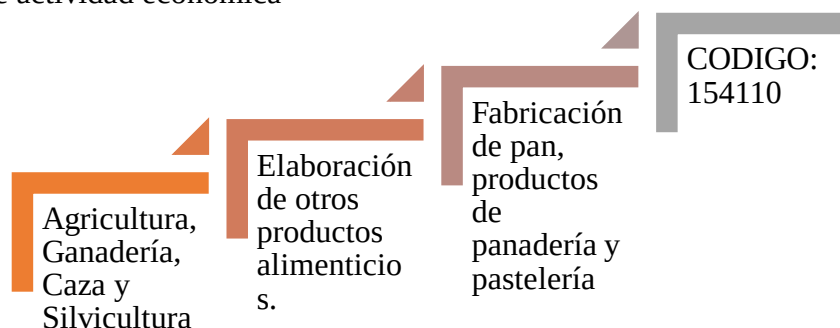
Con el pasar del tiempo el negocio empezó a ser reconocido por las personas locales debido a su producto, el cual siempre se ha caracterizado por su aroma, sabor y frescura. Años más tarde, gracias a la voz a voz de los clientes el pan empezó a ser solicitado en diferentes partes de la ciudad, situación que favoreció a la implementación de un área de distribución; encargada de llevar el producto a cualquier tienda o supermercado que lo solicitara.

Hoy después de 26 años de trabajo, decisiones e innovación, Panadería y Bizcochería Quinta Estrella cuenta con una gran estructura física, una red de distribución consolidada y un punto de venta. Además, es respaldado por un grupo de 23 colaboradores quienes día a día trabajan en pro de entregar un producto de calidad y un excelente servicio al cliente.

5.1.2. Razón y objeto social. La empresa “Panadería y Bizcochería Quinta Estrella” está dedicada a la producción y distribución de diferentes líneas de pan y a su vez de diferentes tipos de productos de repostería, a través de sus productos se enfoca en satisfacer las exigencias y necesidades de sus clientes.

5.1.3. Actividad económica. Dentro de los códigos de actividad económica, la panadería se encuentra clasificada bajo las siguientes denominaciones (Ver figura 4).

Figura 4. Código de actividad económica



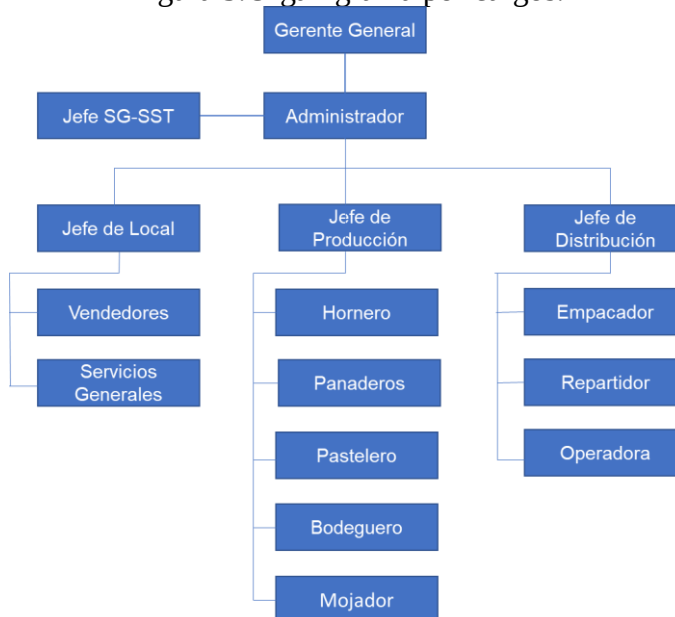
Fuente: Servicios de Impuestos Internos (2018). Disponible en:
<http://www.sii.cl/catastro/codigos.htm>

5.1.4. Sector económico. La empresa “Panadería y Bizcochería Quinta Estrella” pertenece al sector panadero, el cual está dedicado a la transformación industrial de recursos

alimenticios para la fabricación de productos de panadería y pastelería. De igual forma pertenece al sector terciario pues estas están acogidas dentro del grupo gastronómico y este comprende actividades de producción de bienes inmateriales que satisfacen diferentes necesidades.

5.1.5. Estructura organizacional. La estructura organizacional está disponible en la siguiente figura (Ver figura 5).

Figura 5. Organigrama por cargos.



Fuente: información proporcionada por la empresa

5.1.6. Número de empleados. La empresa cuenta con un total de 23 empleados, de los cuales nueve están vinculados al área de producción, cinco al área de distribución, cinco en ventas de local, una persona en servicios generales y tres en el área administrativa (Ver tabla 9).

Tabla 9. Personal vinculado a la empresa

PUESTOS	NÚMERO DE PERSONAS
Gerente	1
Administrador	1
Jefe SG-SST	1
Jefe de Local	1
Jefe de Producción	1
Jefe de Distribución	1
Hornero	1
Pastelero	1
Mojador	1
Panadero	4
Bodeguero	1
Operadora	1
Repartidor	2
Empacador	1
Vendedores	4
Servicios Generales	1

Fuente: Información suministrada por la empresa.

5.1.7. Productos o servicios. La empresa “Panadería y Bizcochería Quinta Estrella” promete entregar a la comunidad productos de calidad superior con un sabor único, fabricados con materia prima certificada y por un personal capacitado. No solo están enfocados en ofrecer productos de calidad sino además brindar la mejor atención a sus clientes.

Además, cuentan con una red de distribución que les permite llegar a varios rincones de la ciudad, ocupándose de la demanda de sus clientes con eficacia y dinamismo. Asimismo, manejan diferentes líneas de productos (Ver tabla 10 y 11)

Tabla 10. Productos de panadería

PANADERIA		
Pan Aliñado	Pan de Chocolate	Pan Integral
Cascarita	Pan de Queso	Pan Cereal
Mojicón	Pan de Leche	Pan Relleno
Pan de Dulce	Mestiza	Pan de Bocado

Fuente: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella

Tabla 11. Productos de bizcochería

BIZCOCHERIA		
Pasteles de Pollo	Sándwich	Nevados
Croissant	Rollo Suizo	Roscones
Pan de Yuca	Tortas	Mantecadas
Pan de Bono	Bizcochuelos	Repollas
Pan Pizza	Galletas	Buñuelos
Brazo Reina	Cocos	Cup Cakes

Fuente: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella

La panadería y bizcochería quinta estrella posee un sistema de producción por lotes y a su vez tiene una gran variedad de productos alimenticios. El desarrollo de este trabajo tomará las líneas de producción de la mestiza, aliñado de 500, 1000, 2000 y cascara a petición del gerente (Mejia, 2018), quien manifiesta que estos productos son los más demandados y en un futuro se proyecta a enfocar su producción solo en estos para la distribución en la ciudad.

5.2. Materia prima.

5.2.1. Materia prima directa. La materia prima utilizada para la elaboración del producto se evidencia en la siguiente tabla (Ver tabla 12).

Tabla 12. Materia prima directa

Materia prima	Función dentro del proceso
Harina de trigo	Es el ingrediente mayoritario y el más indispensable, proporciona proteínas y almidón ayudando así a la composición final de la masa. (Perez)
Margarina	Actúan como emulsionantes, ya que facilitan la emulsión, confiriéndole a esta mayor estabilidad, retarda el endurecimiento del pan y mejora las características de la masa, otorga a la miga una estructura fina y homogénea, le da la posibilidad de elongarse sin romperse y retener las burbujas de gas evitando que se unan para formar burbujas más grandes. (Tejero, s.f.)

Azúcar	Es rápidamente consumida por la levadura de esta manera se tiene una fermentación más uniforme, funciona como olorante del pan (el color café característico proviene de la caramelización de los azúcares residuales), actúa acentuando la formación del aroma, aumenta el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial y retrasando el proceso de endurecimiento. (Parrles, 2006)
Sal	Actúa principalmente sobre la formación del gluten, obtención de masa más compacta que aquella que no posee sal, haciéndola más fácil de trabajar, regula fermentación no permitiendo que la levadura fermente desordenadamente, retarda el crecimiento de microorganismos fermentativos secundarios como son los productores de ácido acético, favorece a la coloración superficial del pan y por su capacidad de absorción de agua influye en la duración y en el estado de conservación del pan. (Pascual J. , 2017)
Levadura	Provoca que la masa aumente su tamaño y que se forme la estructura suave y esponjosa de la miga y contribuye al sabor y al aroma del pan, mejorando así sus propiedades organolépticas. (Mancha, 2017)
Agua	Las sustancias minerales disueltas en el agua confieren facilidad de trabajar la masa, participa en la hidratación de los almidones y formación del gluten, mantiene y determina la consistencia de la masa, hace posible el desenvolvimiento de la levadura, solvente de la sal y azúcar agregadas a la masa. (QuimiNet, 2006)
Esencias	Usada para dar un sabor característico a el producto. (Mejia, 2018)

Fuente: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella.

5.2.2. Materia prima indirecta. Para la distribución del producto este se empaqueta en bolsas plásticas transparentes que pasan por un proceso de sellado las cuales tienen diferentes dimensiones dependiendo del producto a empacar.

5.3. Maquinaria y equipos.

5.3.1. Amasadora 25 Kg. Amasadora industrial con una capacidad de 25 Kg. Utilizada para mojar masas de diferentes tipos de pan. Esta máquina garantiza uniformidad en el producto y rapidez de funcionamiento permitiendo procesos más eficaces. Cabe resaltar que en la

panadería se utilizan dos de estas máquinas para el proceso de elaboración del pan. (Sammic, s.f.) A continuación sus características técnicas (Ver tabla 13).

Tabla 13. Ficha técnica amasadora 25 Kg.

AMASADORA		
Capacidad	25 kg	
Velocidad de eje	185 rpm	
Voltios	110 V	
Herzt	60 Hz	
Potencia	1.1 kW	

Fuente: Autores

5.3.2. Horno rotativo. Esta máquina está pensada y diseñada para favorecer siempre un tipo de cocción tradicional y bien desarrollada, especialmente para la elaboración de cualquier tipo de pan, tartas, bizcochos o pasteles. (Rubhima, 2016)

Es importante resaltar que en la empresa se utilizan tres hornos rotativos con capacidad de 30 latas para la elaboración del producto (Ver tabla 14).

Tabla 14. Ficha técnica horno rotativo

HORNO ROTATIVO		
Capacidad	30 latas	
Consumo de gas	300.000 Btu/h	
Conexión Eléctrica	220v	
Consumo Eléctrico	32 kW	
Amperaje	8.5 A	

Fuente: Autores

5.3.3. Balanza digital. Este utensilio es la mano derecha de todo mojadador debido a que está diseñada para medir cantidades muy pequeñas de insumos de forma exacta. Resolución de 1 gr y con plato de acero inoxidable apto para uso alimenticio. (psgroup, s.f.)

Tabla 15. Características balanza digital

BALANZA DIGITAL		
Capacidad	30 Kg	
Medidas de plato	220 x 310 mm	
Dimensión	325 X 330 X 110 mm	
Tensión Fases	220 mono	
Precisión	1 g	

Fuente: Autores

5.3.4. Maquina divisora. Las divisoras son equipamientos industriales de panificación y pastelería diseñados para dividir volumétricamente y, también, para bolear masas de panadería o pastelería, substituyendo el trabajo manual a través de un sistema mecanizado (Ver tabla 16). (Ferneto, 2013)

Tabla 16. Ficha técnica divisora

DIVISORA		
Capacidad	8 Kg	
Piezas	8/15/22/30 und	
Conexión eléctrica	NA	

Fuente: Autores

5.3.5. Máquina selladora. La máquina selladora de banda continua, Permite sellar de manera automática cualquier material plástico, bolsas de polietileno, BOPP, laminados, etc. Es de fácil uso, versátil y de mantenimiento rápido. Cuenta con un sistema de sellado de impulso adecuado para sellar cloruro de polivinilo, bolsas de polietileno (aqpsoluciones, 2017). Además, la temperatura es electrónicamente controlada, fácil de ajustar y es estable (Ver tabla 17).

Tabla 17. Ficha Técnica selladora

SELLADORA		
Tiempo de sellado	0 - 2,5 s	
Conexión Eléctrica	220 V	
Consumo Eléctrico	1500 W	

Fuente: Autores

5.4. Proceso productivo.

La Panadería y Bizcochería Quinta Estrella tiene un sistema de producción por lotes debido a que realiza de manera simultánea diversos tipos de pan con maquinaria que puede ser utilizada por diferentes referencias de este. Esta línea de producción opera diariamente desde las 4:45 am hasta las 6:30 pm.

A continuación, se presentará una breve descripción de los procesos generales que están involucrados en los diagramas de flujo de las distintas referencias de pan con el fin de dar claridad durante su lectura.

5.4.1. Pesaje y mezclado de insumos. Los ingredientes son pesados en sus respectivas cantidades por medio de una balanza analógica y se van incorporando en la mezcladora, una vez pesados los ingredientes secos se enciende la máquina, durante este tiempo el empleado pesa en la báscula digital los ingredientes húmedos que serán añadidos a la mezcla para completar el proceso.

5.4.2. Amasado. La masa resultante es sacada de la mezcladora y posteriormente llevada a la royer automática con el fin de conseguir una textura delgada y flexible.

5.4.3. Moldeado de masa y montaje a escabiladeros. La tira de masa se divide en porciones que varían en peso dependiendo del tipo de pan que se va a elaborar, posteriormente se moldea y se organizan en latas que serán montadas a los escabiladeros.

5.4.4. Fermentación. La masa moldeada permanece en el cuarto de crecimiento a una temperatura predeterminada para que ocurra el proceso de fermentación y crecimiento.

5.4.5. Alistamiento y horneado. Los escabiladeros son sacados del cuarto de crecimiento y la masa fermentada es decorada con una delgada capa de huevo y ciertos cortes estéticos. Luego pasa al horno a una temperatura y tiempo predeterminado.

5.4.6. Enfriamiento. El pan es ubicado en una zona de enfriamiento para su posterior empaque y es revisado teniendo en cuenta criterios de calidad preestablecidos por la empresa.

5.4.7. Empaque y sellado. El pan es empacado en bolsas membretadas con el logo de la empresa y por último son selladas.

6. Diagnóstico inicial.

Se procede con un proceso diagnóstico referente al proceso de fabricación de los productos, por medio de un cuestionario aplicado a nueve operarios que hacen parte del proceso de producción. Dentro de los aspectos del cuestionario, se evaluaron los siguientes factores: procesos de producción, calidad, estado actual de los equipos en la planta, variaciones en sus planes de trabajo, flujo normal del proceso productivo, entre otros. A continuación, se presenta un breve resumen de los resultados obtenidos.

En la primera pregunta, se hizo énfasis sobre el conocimiento del proceso productivo que se lleva a cabo diariamente en la planta. El 100% de los encuestados coincidieron con la siguiente descripción general del proceso.

Figura 6. Proceso general para la elaboración del pan.

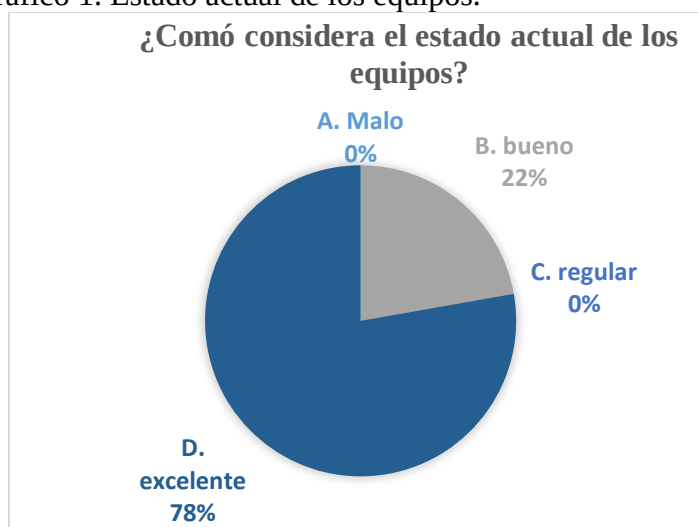


Fuente: Autores.

Con respecto a la pregunta referente a ¿Usted cree que el proceso de producción fluye correctamente?, los trabajadores indicaron que existe una variación en el flujo de producción debido a la presencia de cuello de botella en la mañana por falta de escabiladeros y latas o bandejas que contienen los panes para procesar durante la jornada.

Un factor determinante para el correcto funcionamiento de la producción son las condiciones de la maquinaria, por consiguiente, se preguntó a los trabajadores ¿Cómo considera el estado actual de los equipos? Con base en el gráfico 1 se puede observar que un 78% de los trabajadores respondió que el estado actual de los equipos es excelente. El 22% restante opina que, a pesar de que las máquinas funcionan de forma correcta, la capacidad de una de ellas (royera) limita la producción.

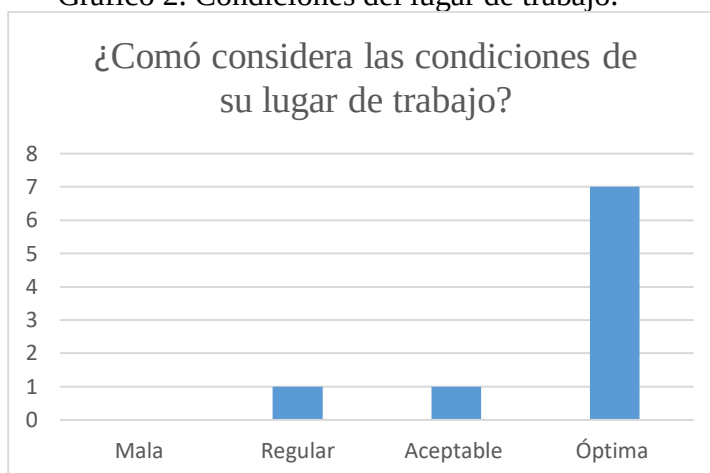
Gráfico 1. Estado actual de los equipos.



Fuente: Autores.

Asimismo, se preguntó ¿Cómo considera las condiciones de su lugar de trabajo?; siete de los encuestados expresaron que el orden, las condiciones atmosféricas y su espacio de trabajo son óptimas (Ver Gráfico 2) Sin embargo, un trabajador puntó de aceptable y otro de regular. El argumento que presentan ambos trabajadores se basa en el poco espacio que hay para trabajar durante algunas horas de la jornada, lo cual es consecuencia de que algunos escabiladeros son dejados en fuera del lugar correspondiente.

Gráfico 2. Condiciones del lugar de trabajo.

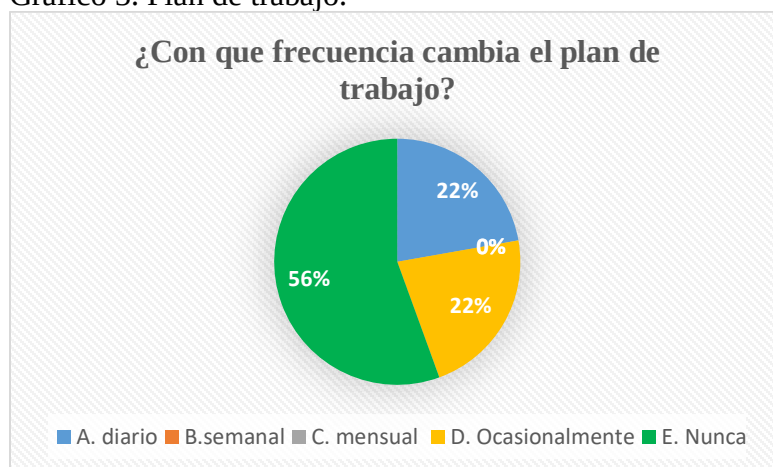


Fuente: Autores.

Con respecto a la pregunta ¿Cómo se lleva a cabo una orden de producción y quien la realiza?, los encuestados establecen que es válido afirmar la existencia de un conducto regular para dar a conocer el trabajo que se realizará durante la jornada. Freddy Zambrano, quien es el jefe de producción y despachos, entrega una orden de producción al mojadador y este posteriormente la transmite a los panaderos.

Los resultados obtenidos para esta pregunta (Ver Gráfico 3), indica que el 56% afirma que no existe ningún cambio en el plan de trabajo. Sin embargo, un 22% declaró que sí existen cambios ocasionales, y otro 22% expresan que el plan de trabajo cambia diariamente. Por tanto, se concluye que no hay claridad sobre las directrices del plan de trabajo.

Gráfico 3. Plan de trabajo.

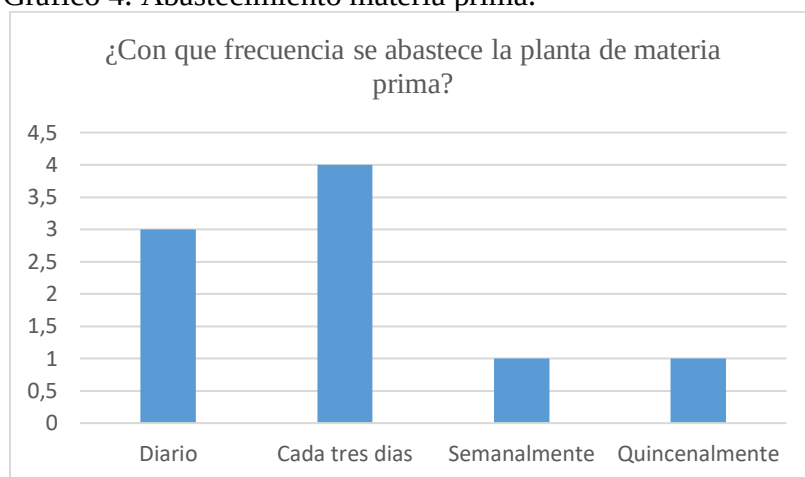


Fuente: Autores

Con respecto a la pregunta, ¿Existe algún tiempo de referencia establecido para la realización de las diferentes actividades relacionadas con el proceso productivo?, el 78% de los empleados indicaron que si existe un tiempo establecido por la empresa para el desarrollo de sus deberes y un 22% afirman que no lo hay y que es necesario implementar esta medida para cumplir sin retrasos la jornada laboral.

Seguidamente se pregunta, ¿Qué medios de control existen para garantizar la calidad del producto?, los encuestados indicaron que la panadería establece algunos controles para gestionar el proceso de producción y garantizar la calidad del producto. Algunos controles se relacionan con la particularidad del proceso interno de fabricación. Por ejemplo, en el proceso de moldeado cuidan las cantidades en el relleno, la forma del pan y peso; en el horneado se fijan en la coloración y el pinte del pan y, por último, en la zona de producto terminado, revisan el pan antes de empacarlo y tiene cuidado de no dañar la bolsa al sellarla.

Gráfico 4. Abastecimiento materia prima.



Fuente: Autores.

Como consecuencia los resultados de la Gráfica 4, indican que se tienen variabilidad en los tiempos de abastecimiento de la materia prima para la producción; por lo que se debe tener cuidado en el proceso de planificación de la producción, la cual depende de los tiempos de abastecimiento de los insumos requeridos para la fabricación de las referencias de panes que maneja la empresa.

Finalmente, se hacen dos preguntas referentes al manejo de inventarios de materia prima. ¿Se realiza un registro de entrada y salidas de materia prima?, la respuesta positiva conduce a la correlación con la siguiente pregunta: ¿La persona encargada de suministro de materia prima lleva un registro de máximos y mínimos?; con base en los resultados de las encuestas, el 44% de los operarios indican que no se lleva un registro de entrada y salida, así como tampoco un control de máximo y mínimos. Por el contrario, los encuestados que indicaron que existe un control informan que esto se lleva a cabo mediante un procedimiento empírico determinado por el operario que está en el proceso de pesaje y mezclado.

Basados en las respuestas entregadas por los empleados, se vio en la necesidad de correlacionar esta información con un proceso de observación, para el cual se utilizó como base de referencia la encuesta suministrada a los trabajadores. Se llevó a cabo una visita empresarial durante una jornada laboral que permitió contrastar y desarrollar un análisis comparativo (Ver Tabla 18)

Tabla 18. Comparación de apreciaciones entre cuestionario y visita empresarial

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE INFORMACIÓN DEL CUESTIONARIO Y LA VISITA EMPRESARIAL	
Apreciaciones de los resultados de la encuesta	Apreciaciones de la visita empresarial
En la pregunta 1, los empleados conocen el proceso general de la elaboración del pan.	Se corroboró que todos los empleados de la planta conocen el proceso general productivo.
En la pregunta 2, Cuello de botella en la jornada de la mañana por falta de latas o bandejas y escabiladeros.	Durante la visita se presenció un cuello de botella no mayor a 10 minutos, debido a que un operario se demoró en vaciar los escabiladeros en las vitrinas del local.
Integrando los resultados de la pregunta 3 y 4., los empleados consideran en excelente estado la maquinaria de producción y puntúan como óptimo su lugar de trabajo.	En la visita, los equipos se encuentran en perfecto estado y cuentan con fichas de mantenimiento preventivo. Asimismo, se observó que los trabajadores cuentan con buen espacio, limpieza, temperatura y ruido aceptables en el lugar de trabajo.
Con respecto a la pregunta 5, existe un encargado y una forma estipulada para iniciar producción.	Durante la visita se pregunta al jefe de producción quien confirma ser el encargado de dar las órdenes y su forma de ejecutarlas.
En la pregunta 6, indican que no existe claridad sobre la variación en los planes de producción y sus frecuencias.	El encargo en el área expresa respecto a este tema que el plan de producción y sus cantidades es el mismo todos los días.
En el resultado de la pregunta 7, el 78% de los empleados afirman la existencia de un tiempo límite para la realización de sus deberes.	Se pregunto sobre ¿cuál era el tiempo límite para realizar el pesaje de insumos?, a lo cual contestaron que no hay claridad y que trabajan a un ritmo considerado normal.
De acuerdo con la pregunta 8, existen controles informales durante los procesos para garantizar la calidad del producto.	La empresa no cuenta con formatos o protocolos específicos para controlar la calidad del producto durante cada proceso.
En el análisis de la pregunta 9, no hay claridad sobre el tema de materia prima.	Durante la visita se preguntó, si durante el día llegaría algún proveedor con materia prima, a lo cual contestaron que no.
La síntesis de las respuestas a las preguntas 10 y 11, indica que no existen registros de entrada-salida, máximos-mínimos de materias prima.	No se encontraron documentos, listas de verificación o formatos que evidencien un registro de los insumos en la bodega.

Fuente: Autores

Al realizar la comparación de la información suministrada entre la encuesta y la visita a la empresa, se encuentran algunas diferencias entre las respuestas de los empleados y lo observado en la vista. En primer lugar, refiriéndose a la pregunta ¿Usted cree que el proceso de producción fluye correctamente?, los empleados afirmaron que se presentaban algunos cuellos de botella durante la jornada debido a la falta de escabiladeros y latas. Sin embargo, en la visita se presenció que el problema no radica en la falta de capacidad, sino a la falta de atención de un empleado, quien debe estar constantemente liberando los escabiladeros tan pronto el pan se encuentre en condiciones para ser almacenado.

En la pregunta ¿Existe algún tiempo de referencia establecido para la realización de las diferentes actividades relacionadas con el proceso productivo? La mayoría de los encuestados aseguraban la existencia de un tiempo de referencia para llevar acabo sus actividades, a pesar de ello, en la visita fue posible observar ciertas situaciones que ponían en duda esta respuesta. Por ejemplo, se percibía la poca agilidad y rapidez de ciertos operarios en sus tareas, lo cual puede influir directamente en el tiempo de producción. Además, se preguntó al jefe de producción sobre el tema, a lo cual respondió que no se manejaba ningún tiempo de referencia para la realización de las diferentes actividades comprendidas en el proceso.

Durante la visita, se observó también que los panaderos acabaron sus labores a las 6:45 p.m., lo cual difiere del horario laboral que plantea la empresa, por lo tanto, es posible cuestionar el manejo de tiempos entandar en sus producciones. En vista de lo anterior, se procede con la propuesta de un estudio de tiempos que permita normalizar, estandarizar los procesos de producción y a su vez cumplir con los horarios planteados.

Finalmente, en la pregunta ¿Con qué frecuencia cambia el plan de trabajo?, se obtuvo diferentes respuestas entre los panaderos, lo que permite inferir que no hay claridad sobre el tema en general. Dado a esto, se preguntó al gerente sobre este aspecto, a lo cual respondió: “El orden del plan de trabajo es el mismo todos los días al igual que sus cantidades. Sin embargo, el viernes se produce una arroba de más.”

Debido a que existen diferencias significativas entre las respuestas de los trabajadores y el gerente, es necesario tomar como base el estudio de tiempos y realizar un análisis de capacidad, utilizando como referencia la medida de producción actual que se maneja en la panadería para las diferentes líneas de estudio (500, 1000, 2000, cascara y mestiza). Apoyados en esta información, se realizará una secuenciación de operaciones para contrastar la hipótesis generada entre las opiniones de los trabajadores y el gerente de la panadería.

7. Estudio de tiempos.

Con base en el análisis diagnóstico de la empresa, se establece que existen variaciones en los tiempos de procesamiento, según la habilidad de los operarios en cada una de las actividades que hacen parte del proceso de fabricación. Como en la mayoría de los procesos, se dispone de un solo operario para realizar la actividad, exceptuando el proceso de moldeado y montaje en escabiladeros, se procede con un estudio de tiempos asociado a cinco líneas de producción de la panadería (Aliñado de 500, 1000, 2000, mestiza y cascara) con el fin de establecer un tiempo estándar de producción para cada referencia, lo que permitirá estimar la capacidad de producción, así como el desarrollo de propuestas de mejoramiento en el rendimiento de la producción de la panadería.

Inicialmente, se reunió información sobre el proceso de fabricación del pan, por medio de observación directa y las respuestas entregadas por los empleados. Una vez, se logró la comprensión del proceso de fabricación de cada referencia, se elaboró el diagrama de flujo en donde se presenta la precedencia secuencial de las actividades asociadas a la fabricación de cada una de las referencias de pan. (Figura 7). Cabe resaltar que las líneas de pan que cumplen con todo el recorrido del diagrama de flujo son el aliñado de 500, 1000 y 2000. Con respecto a la fabricación del pan cascarita y mestiza se tiene el mismo diagrama exceptuando que estos no pasan por el proceso de alistamiento pre-horneado.

Adicionalmente, se hace claridad en que las actividades de la 1 a la 9 ocurren en la jornada de la tarde, ya que el producto en proceso debe estar toda la noche en cuarto de

crecimiento para cumplir con el proceso de fermentación; una vez que se tenga la fermentación del producto la noche anterior, se procede con el horneado a primera hora del día para cumplir con la producción y distribución de las referencias.

Figura 7. Diagrama de flujo pan aliñado

DIAGRAMA DE FLUJO					
OBJETO DEL DIAGRAMA:			DIAGRAMA NUMERO:		
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella			FECHA: Abril 25 de 2018		HORA: Jornada tarde
METODO ACTUAL X (1@)					
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción					
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque					
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO					
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO	
1 Pesaje y mezclado de insumos	○→▽□□□				
2 Masa a rovera	○→▽□□○		1		
3 Amasado	○→▽□□○				
4 Tira de masa a mesa producción	○→▽□□○		1,3		
5 Corte y pesaje de masa	○→▽□□○				
6 División de masa	○→▽□□○				
7 Moldeado	○→▽□□○				
8 Montaje a escabiladeros	○→▽□□○				
9 Escabiladero a cuarto de crecimiento	○→▽□□○		15,56		
10 Fermentación e inspección	○→▽□□○				
11 Escabiladero a zona de hornos	○→▽□□○		0,5		
12 Alistamiento pre-Horneado	○→▽□□○				
13 Escabiladero a horno	○→▽□□○		0,5		
14 Horneado e inspección	○→▽□□○				
15 Pan horneado a zona de enfriamiento	○→▽□□○		11,56		
16 Enfriamiento del pan	○→▽□□○				
17 Inspección y empaque	○→▽□□○			Ubicar el proceso de empaque y sellado en la misma zona para ahorrar tiempos por	
18 Pan empacado a zona de producto terminado	○→▽□□○		8		
19 Sellado de bolsas	○→▽□□○				
20 Almacenamiento en estantería	○→▽□□○				
RESUMEN					
EVENTO	NUMERO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)		
○ OPERACIONES	9	0,00	38,42		
□ INSPECCIONES	0	0,00			
○ ACTIVIDADES COMBINADAS	3	0,00			
⇒ TRANSPORTE	7	0,00			
▽ ALMACENAMIENTOS	1	0,00			
⏸ RETRASOS	0	0,00			
TOTAL	20	0.00			

Fuente: Autores.

Una vez que se define la estructura del diagrama de flujo, se debe considerar que actividades depende del operario o la máquina asociada a cada uno de los procesos de producción; por tanto, se establece un diagrama hombre-máquina de tal forma que se establezca para cada operación, un tiempo contributivo de producción que depende exclusivamente del

trabajador encargado de la operación; lo anterior permite tener facilidad de obtener el tiempo promedio observado en cada operación de producción, según las referencias consideradas para establecer su tiempo estándar de producción.

Se desarrollan los diagramas hombre-máquina para cada una de las referencias estudiadas. A manera de ejemplo, se presenta el diagrama hombre-máquina para el proceso de horneado de mestiza en la Figura 8. De igual manera, se realizó con cada una de las operaciones en las cuales interviene maquinaria para las líneas de pan de 500, 1000, 2000, mestiza y cascara. (Ver anexo C)

Figura 8. Ejemplo diagrama hombre-maquina

DIAGRAMA DEL PROCESO DEL TRABAJADOR Y LA MAQUINA			
Tema del diagrama: Horneado		Diagrama No. 14	
Comienzo del diagrama: Cargar horno		Diagrama del método: Actual	
Termino del diagrama: Descargar horno		Diagrama por: Castaño P, Mejía C	
Descripción del proceso	Operador	Horno	
		Maquina 1	
Cargar horno	0,5	Cargando	0,50
Alistamiento de otras líneas de pan	24,80	Horneado	24,80
Descargar horno	0,5	Cargando	0,50
RESUMEN			
Tiempo Ocioso por ciclo:	0,00	Tiempo Ocioso por ciclo:	0,00
Tiempo de hombre trabajando:	<u>25,8</u>	Tiempo maquina 1 trabajando:	<u>25,8</u>
Minutos hombre por ciclo:	25,80	Minutos maquina 1 por ciclo:	25,80

Fuente: Autores

De acuerdo con los resultados presentados en el resumen del diagrama, se concluye que el proceso de horneado depende totalmente de la máquina, debido a que el tiempo contributivo del operario es usado para realizar otras actividades distintas a esta.

Basados en la información anterior, se inicia el registro de los tiempos durante seis semanas aproximadamente, comprendidas entre el 4 de junio y 13 de Julio del presente año. El estudio de tiempos se realizó únicamente en el área de producción de la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, iniciando con el proceso de pesaje y mezclado de insumos y terminando con el almacenamiento en estantería.

Teniendo en cuenta que parte de la producción se realiza en diferentes jornadas, se elaboró un formato de tiempos acumulados para la recolección de los datos de cada una de las cinco líneas de pan. (Ver anexo B)

7.1. Estudio de tiempos para las referencias seleccionadas.

La producción de las referencias seleccionadas comienza con la orden del jefe de producción, quien determina la cantidad de arrobas (una arroba es igual a 25lb) a producir. El proceso inicia en el pesaje y mezclado de insumos con dos arrobas de masa, sin embargo, la roquera tiene capacidad solamente para una. Por tal motivo, todos los procesos de ahí en adelante fueron cronometrados basados en una arroba de masa. Cabe resaltar, que las referencias de pan cascara y mestiza inician con una arroba desde el proceso de pesaje y mezclado.

Para realizar el registro de los tiempos y facilitar el análisis de este, se agruparon las actividades representadas en el diagrama de flujo (ver figura 7) en 13 elementos, los cuales se pueden observar en la figura 9. Cabe resaltar que las referencias que cumplen con todo el recorrido de este diagrama de flujo son el aliñado de 500, 1000 y 2000. Con respecto al pan cascarita y mestiza se tiene el mismo diagrama exceptuando que estos no tienen el elemento de alistamiento pre-horneado.

Figura 9. Diagrama de flujo con actividades agrupadas en elementos

DIAGRAMA DE FLUJO							
OBJETO DEL DIAGRAMA:		DIAGRAMA NUMERO:					
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella		FECHA: Abril 25 de 2018		HORA: Jornada tarde			
METODO ACTUAL X (1@)							
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción							
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque							
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO							
ELEMENTO		SIMBOLO		TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO	
1	Pesaje y mezclado de insumos	○	⇒	▽	□	○	
2	Amasado	○	⇒	▽	□	○	
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero	○	⇒	▽	□	○	
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento	○	⇒	▽	□	○	15,56
5	Fermentación e inspección	○	⇒	▽	□	○	
6	Alistamiento pre-Horneado	○	⇒	▽	□	○	
7	Horneado e inspección	○	⇒	▽	□	○	
8	Pan horneado a zona de enfriamiento	○	⇒	▽	□	○	11,56
9	Enfriamiento del pan	○	⇒	▽	□	○	
10	Inspección y empaque	○	⇒	▽	□	○	Ubicar el proceso de empaque y sellado en la misma zona para ahorrar tiempos por desplazamiento
11	Pan empacado a zona de producto terminado	○	⇒	▽	□	○	
12	Sellado de bolsas	○	⇒	▽	□	○	
13	Almacenamiento en estantería	○	⇒	▽	□	○	
RESUMEN							
SIMBOLO		NUMERO	TIEMPO (min)		DISTANCIA (m)		
○	OPERACIONES	7	0,00		35,12		
□	INSPECCIONES	0	0,00				
○	ACTIVIDADES COMBINADAS	2	0,00				
⇒	TRANSPORTE	3	0,00				
▽	ALMACENAMIENTOS	1	0,00				
□	RETRASOS	0	0,00				
TOTAL		13	0,00				

Fuente: Autores

Los transportes representados en las actividades 2, 4, 11 y 13 de la figura 7 se agruparon en los elementos 2, 3, 6 y 7 respectivamente debido a que su tiempo de transición no era mayor a cinco segundos y su recorrido no superaba 1,5 m. Por otra parte, las actividades; corte y pesaje de masa, división, moldeado y montaje a escabiladeros se agruparon en el elemento número 5, puesto que estas actividades ocurrían simultáneamente.

7.1.1. Determinación de la muestra. Para continuar con el estudio de tiempos, se realizó un pre-muestreo con seis tomas de tiempos. Seguido se aplicó una hipótesis estadística para determinar el tamaño de la muestra. Ver Expresión (4). Esta expresión permite obtener la cantidad adicional de elementos de muestreo en el estudio de tiempo, basada en una confiabilidad de 95% y un margen de error del 5%.

$$n_{ij} = \left[\frac{1 - \left(\frac{t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)} \cdot S_{ij}}{\varepsilon} \right)^2}{1 - (1/n_0) \left(\frac{t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)} \cdot S_{ij}}{\varepsilon} \right)^2} \right] \quad \begin{array}{l} \forall i \in \text{Referencia de producto} \\ \forall j \in \text{elemento} \end{array} \quad (4)$$

Donde,

n_{ij} : número de muestras necesarias para el elemento j que hace parte de la referencia i

S_{ij} : desviación estandar del elemento j que hace parte de la referencia i

$t_{(1-\frac{\alpha}{2}, n_0-1)}$: valor t student de acuerdo una significancia del 0,1 y 6 grados de libertad

ε : margen de error.

n_0 : número de muestra inicial

En las Tablas 19 a 23, se presentan los cálculos asociados a la cantidad de muestras necesarias para determinar el tiempo de observación de cada referencia. Con respecto a la fila “Toma de tiempos adicionales”, se obtiene su valor sustrayendo la cantidad de muestras necesarias (n) con la cantidad de pre-muestreo (seis muestras).

Tabla 19. Número de muestras necesarias para pan aliñado de 500

t-student	2,015	Error	0,1											
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Número de muestras necesarias (n)	6,57	6,32	8,34	9,57	6,00	6,64	6,03	-1,26	6,00	6,21	0,65	6,22	6,08	
Toma de tiempos adicionales	1	1	3	4	0	1	0	0	0	1	0	1	1	

Fuente: Autores.

Tabla 20. Número de muestras necesarias para pan aliñado de 1000

t-student	2,015	Error	0,1											
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Número de muestras necesarias	6,72	8,14	6,08	-2,25	6,00	6,04	6,03	8,17	6,00	6,01	0,41	6,02	3,00	
Toma de tiempos adicionales	1	3	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	

Fuente: Autores

Tabla 21. Número de muestras necesarias para pan aliñado 2000

t-student	2,015	Error	0,1											
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Número de muestras necesarias	6,09	6,61	6,27	9,40	6,00	6,08	15,28	6,02	6,00	7,98	-0,76	6,02	6,09	
Toma de tiempos adicionales	1	1	1	4	0	1	10	1	0	2	0	1	2	

Fuente: Autores

Tabla 22. Número de muestras necesarias para Mestiza

t-student	2,015	Error	0,1											
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Número de muestras necesarias	6,03	6,46	6,11	-46,88	6,00	-2,95	6,02	6,00	6,02	10,16	6,01	6,06		
Toma de tiempos adicionales	1	1	1	0	0	0	1	0	1	5	1	1		

Fuente: Autores

Tabla 23. Número de muestras necesarias para pan cascarita

t-student	2,015	Error	0,1									
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Número de muestras necesarias	6,02	6,96	6,01	0,53	6	6,11	0,66	6	6,01	-0	6,09	6,08
Toma de tiempos adicionales	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1

Fuente: Autores

Luego de realizar las tomas de tiempo necesarias para cada referencia de pan, se procede con la estimación del tiempo normal o tiempo tipo, considerando los factores de la Tabla de normalización de la Westinghouse (ver tabla 3).

7.1.2. Obtención del tiempo normal de las referencias. Para el cálculo del tiempo normal, se debe considerar los factores que se establecen en la Tabla de la Westinghouse. Se definen cuatro factores de normalización: habilidad, esfuerzo, condición y consistencia. Estos cuatro factores se adicionan al tiempo de observación de cada operación que constituye una referencia de producto, tal como se presenta en la expresión (5).

$$T_{Nij} = T_{Oij} \left[1 + \sum_{k=1}^4 \mu_{ijk} \right] \quad \begin{array}{l} \forall i \in \text{referencia de producto} \\ \forall j \in \text{Elemento} \end{array} \quad (5)$$

Donde,

T_{Nij} : Tiempo normalizado del elemento j que hace parte de la referencia i

T_{Oij} : Tiempo observado del elemento j que hace parte de la referencia i

μ_{ijk} : factor de normalización k que se incluye en el elemento j que hace parte de la referencia i

El método Westinghouse, fue aplicado a cada uno de los elementos del proceso productivo. (Ver anexo F). Los dos primeros ítems mencionados fueron evaluados por el gerente de la empresa debido a su experiencia en el campo, por otra parte, los estudiantes evaluadores realizaron la calificación de las condiciones y consistencia.

Para evaluar la consistencia se tuvo como referencia lo que establece García (2007), “este factor se define como el grado de variación en los tiempos transcurridos en relación con la media”. Por lo tanto, se calculó el coeficiente de variación (CV), de todos los elementos por cada referencia de pan. Tal como se presenta en la expresión (6)

$$Cv_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{|\bar{x}_{ij}|} \quad \begin{array}{l} \forall i \in \text{referencia de producto} \\ \forall j \in \text{operación} \end{array} \quad (6)$$

Donde,

Cv_{ij} : *coeficiente de variación de la operación j que hace parte de la referencia i*

σ_{ij} : *Desviación estándar de la operación j que hace parte de la referencia i*

$|\bar{x}_{ij}|$: *Valor absoluto de la media de la operación j que hace parte de la referencia i*

Luego se crearon rangos, teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos del coeficiente de variación agrupados por elementos. A continuación, se calcula la amplitud del intervalo (Ver expresión 7) teniendo en cuenta el número de calificaciones sugeridas por la Westinghouse -seis calificaciones-.

$$Amp = \frac{cv_j \text{máx} - cv_j \text{mín}}{n} \quad (7)$$

Donde,

Amp: Amplitud del intervalo del elemento *j*

cv_jmáx: Valor máximo del coeficiente de variación del elemento *j*

cv_j min: Valor mínimo del coeficiente de variación del elemento *j*

n: número de calificaciones sugeridas por el Westinghouse

Por último, se establecen los intervalos de cada elemento, tomando el valor mínimo Cv_j y sumando la amplitud del elemento; así sucesivamente hasta completar los seis intervalos. Por último, se ubican los Cv_{ij} : dentro del intervalo de calificación. (Ver anexo H)

7.1.2.1. Tiempo normal pan aliñado de 500. En la tabla 24 se presenta el resumen de la calificación Westinghouse para los elementos del pan aliñado de 500. Para ver con detalle la calificación de cada factor referirse al anexo F.

Tabla 24. Calificación Westinghouse pan aliñado de 500

ALIÑADO 500					
ELEMENTO	CALIFICACIÓN				
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Pesaje y mezclado	0,08	0,1	0,02	0,04	0,24
Moldeado	0,08	0,02	0,02	-0,02	0,10
Alistamiento pre-horneado	0,15	0,1	0,02	0,04	0,31
Transporte de escabiladero	0,03	0	0,02	-0,04	0,01
Empaque	0,06	0,02	0,02	0,04	0,14
Sellado	0,08	0,05	0,02	0,04	0,19
Almacenamiento en estantería	0,03	0,02	0,02	-0,02	0,05

Fuente: Autores.

En la tabla 25, se ilustra el tiempo observado de cada elemento y su correspondiente calificación Westinghouse para finalizar con el cálculo del tiempo normal.

Tabla 25. Tiempo normal para el pan aliñado de 500.

ELEMENTO		Calificación Westinghouse	Tiempo medio observado	Tiempo Normal (minutos)
1	Pesaje y mezclado de insumos	1,24	13,95	17,30
2	Amasado	1,00	4,51	4,51
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero	1,10	12,04	13,24
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento	1,01	0,60	0,61
5	Fermentación e inspección	1,00	857,56	857,56
6	Alistamiento pre-Horneado	1,31	5,63	7,37
7	Horneado e inspección	1,00	23,19	23,19
8	Pan horneado a zona de enfriamiento	1,01	0,30	0,30
9	Enfriamiento del pan	1,00	44,18	44,18
10	Inspección y empaque	1,14	10,04	11,44
11	Pan empacado a zona de producto terminado	1,01	0,16	0,16
12	Sellado de bolsas	1,19	10,52	12,52
13	Almacenamiento en estantería	1,05	4,91	5,16
				997,55

Fuente: Autores.

7.1.2.2. Tiempo normal pan aliñado de 1.000. En la tabla 26 se presenta el resumen de la calificación Westinghouse para los elementos del pan aliñado de 1000. Para ver con detalle la calificación de cada factor referirse al anexo F.

Tabla 26. Calificación Westinghouse pan aliñado de 1.000

ALIÑADO 1.000					
ELEMENTO	CALIFICACIÓN				
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Pesaje y mezclado	0,08	0,1	0,02	0	0,20
Moldeado	0,08	0,02	0,02	-0,04	0,08
Alistamiento pre-horneado	0,15	0,1	0,02	-0,04	0,23
Transporte de escabiladero	0,03	0	0,02	0,04	0,09
Empaque	0,06	0,02	0,02	-0,04	0,06
Sellado	0,08	0,05	0,02	-0,02	0,13
Almacenamiento en estantería	0,03	0,02	0,02	0,04	0,11

Fuente: Autores.

En la tabla 27, se ilustra el tiempo observado de cada elemento y su correspondiente calificación Westinghouse para finalizar con el cálculo del tiempo normal.

Tabla 27. Tiempo normal pan aliñado de 1000

ELEMENTO		Calificación Westinghouse	Tiempo medio observado	Tiempo Normal (minutos)
1	Pesaje y mezclado de insumos	1,20	14,03	16,84
2	Amasado	1,00	4,56	4,56
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero	1,08	10,95	11,83
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento	1,09	0,64	0,69
5	Fermentación e inspección	1,00	887,53	887,53
6	Alistamiento pre-Horneado	1,23	6,61	8,13
7	Horneado e inspección	1,00	34,22	34,22
8	Pan horneado a zona de enfriamiento	1,09	0,30	0,32
9	Enfriamiento del pan	1,00	55,98	55,98
10	Inspección y empaque	1,06	11,02	11,68
11	Pan empacado a zona de producto terminado	1,09	0,22	0,24
12	Sellado de bolsas	1,13	8,41	9,50
13	Almacenamiento en estantería	1,11	2,28	2,53
				1044,04

Fuente: Autores

7.1.2.3. Tiempo normal para pan aliñado de 2.000. En la tabla 28 se presenta el resumen de la calificación Westinghouse para los elementos del pan aliñado de 2.000. Para ver con detalle la calificación de cada factor referirse al anexo F.

Tabla 28. Calificación Westinghouse pan aliñado de 2.000

ALIÑADO 2.000					
ELEMENTO	CALIFICACIÓN				
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Pesaje y mezclado	0,08	0,1	0,02	0,03	0,23
Moldeado	0,08	0,02	0,02	0,04	0,16
Alistamiento pre-horneado	0,15	0,1	0,02	-0,02	0,25
Transporte de escabiladero	0,03	0	0,02	-0,04	0,01
Empaque	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13
Sellado	0,08	0,05	0,02	-0,04	0,11
Almacenamiento en estantería	0,03	0,02	0,02	-0,04	0,03

Fuente: Autores

En la tabla 29, se ilustra el tiempo observado de cada elemento y su correspondiente calificación Westinghouse para finalizar con el cálculo del tiempo normal.

Tabla 29. Tiempo normal pan aliñado 2.000

	ELEMENTO	Calificación Westinghouse	Tiempo medio observado	Tiempo Normal (minutos)
1	Pesaje y mezclado de insumos	1,23	14,26	17,55
2	Amasado	1,00	4,52	4,52
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero	1,16	11,58	13,43
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento	1,01	0,60	0,60
5	Fermentación e inspección	1,00	826,13	826,13
6	Alistamiento pre-Horneado	1,25	6,25	7,81
7	Escabiladero a zona de enfriamiento	1,01	0,36	0,37
8	Horneado e inspección	1,00	37,14	37,14
9	Enfriamiento del pan	1,00	91,59	91,59
10	Inspección y empaque	1,13	5,74	6,48
11	Pan empacado a zona de producto terminado	1,01	0,23	0,23
12	Sellado de bolsas	1,11	5,70	6,32
13	Almacenamiento en estantería	1,03	3,56	3,67
				1015,84

Fuente: Autores

7.1.2.4. Tiempo normal para pan aliñado de mestiza. En la tabla 30 se presenta el resumen de la calificación Westinghouse para los elementos del pan aliñado de mestiza. Para ver con detalle la calificación de cada factor referirse al anexo F.

Tabla 30. Calificación Westinghouse mestiza.

MESTIZA					
ELEMENTO	CALIFICACIÓN				
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Pesaje y mezclado	0,08	0,1	0,02	0,01	0,21
Moldeado	0,08	0,02	0,02	-0,04	0,08
Transporte de escabiladero	0,03	0	0,02	0,01	0,06
Empaque	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11
Sellado	0,08	0,05	0,02	-0,02	0,13
Almacenamiento en estantería	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08

Fuente: Autores

En la tabla 31, se ilustra el tiempo observado de cada elemento y su correspondiente calificación Westinghouse para finalizar con el cálculo del tiempo normal.

Tabla 31. Tiempo normal mestiza

ELEMENTO		Calificación Westinghouse	Tiempo medio observado	Tiempo Normal (minutos)
1	Pesaje y mezclado de insumos	1,21	17,74	21,46
2	Amasado	1,00	2,37	2,37
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero	1,08	8,95	9,67
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento	1,06	0,72	0,76
5	Fermentación e inspección	1,00	660,34	660,34
6	Escabiladero a horno	1,06	0,62	0,66
7	Horneado e inspección	1,00	23,80	23,80
8	Enfriamiento del pan	1,00	36,68	36,68
9	Inspeccion y empaque	1,11	12,96	14,39
10	Pan empacado a zona de producto terminado	1,06	0,30	0,32
11	Sellado de bolsas	1,13	14,44	16,32
12	Almacenamiento en estantería	1,08	6,52	7,04
				793,82

Fuente: Autores

7.1.2.5. Tiempo normal para cascara. En la tabla 32 se presenta el resumen de la calificación Westinghouse para los elementos del pan aliñado de Cascara. Para ver con detalle la calificación de cada factor referirse al anexo F.

Tabla 32. Calificación Westinghouse cascara

CASCARA					
ELEMENTO	CALIFICACIÓN				
	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Pesaje y mezclado	0,08	0,1	0,02	-0,04	0,16
Moldeado	0,08	0,02	0,02	0,01	0,13
Transporte de escabiladero	0,03	0	0,02	0,04	0,09
Empaque	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11
Sellado	0,08	0,05	0,02	0,03	0,18
Almacenamiento en estantería	0,03	0,02	0,02	-0,02	0,05

Fuente: Autores

En la tabla 33 se ilustra el tiempo observado de cada elemento y su correspondiente calificación Westinghouse para finalizar con el cálculo del tiempo normal.

Tabla 33. Tiempo normal cascara

ELEMENTO		Calificación Westinghouse	Tiempo medio observado	Tiempo Normal (minutos)
1	Pesaje y mezclado de insumos	1,16	13,07	15,16
2	Amasado	1,00	3,48	3,48
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero	1,13	28,35	32,04
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento	1,09	0,76	0,83
5	Fermentación e inspección	1,00	944,26	944,26
6	Horneado e insección	1,00	16,56	16,56
7	Pan horneado a zona de enfriamiento	1,09	0,30	0,33
8	Enfriamiento del pan	1,00	35,00	35,00
9	Inspección y empaque	1,11	24,32	26,99
10	Pan empacado a zona de producto terminado	1,09	0,22	0,24
11	Sellado de bolsas	1,18	8,75	10,33
12	Almacenamiento en estantería	1,05	4,90	5,14
				1090,36

Fuente: Autores.

7.1.3. Obtención tiempo estándar para las referencias. Para el cálculo del tiempo estándar, se debe considerar un porcentaje de suplementos, el cual tiene como objetivo compensar los retrasos, demoras y elementos contingentes que se presentan en el proceso. Estos suplementos se dividen en suplementos fijos y variables y son descritos por la OIT. Este porcentaje se incluye al tiempo normal de cada elemento que constituye una referencia del producto, tal como se presentan en la expresión (8):

$$T_{Eij} = T_{Nij} \left[1 + \sum_{k=1}^n s_{ijk} \right] \quad \begin{array}{l} \forall i \in \text{referencia de producto} \\ \forall j \in \text{Elemento} \end{array} \quad (8)$$

Donde,

T_{Eij} : Tiempo estándar del elemento j que hace parte de la referencia i

T_{Nij} : *Tiempo normal del elemento j que hace parte de la referencia i*

s_{ijk} : *suplemento k que se incluye en el elemento j que hace parte de la referencia i*

7.1.3.1. Determinación de los suplementos constantes para el cálculo del tiempo

estándar. Para el cálculo de los suplementos se utilizó la tabla suministrada por la OIT (ver tabla 4) en la cual están contemplados suplementos constantes y variables. Cabe resaltar que se calificó cada uno de los elementos del proceso productivo, independientemente a la línea de pan que pertenecía. (Ver anexo G). Lo anterior debido a que la panadería comparte los procesos y las instalaciones con cada uno de ellos.

Todos los operarios del área de producción son hombres y por esta razón los suplementos constantes en cada uno de los elementos fueron del 9%. Lo cual se divide en un 5% por necesidades personales y un 4% por fatiga.

7.1.3.2. Determinación de los suplementos variables en el cálculo del tiempo

estándar. Continuando con la tabla suministrada por la OIT, se califican los suplementos variables. Trabajar de pie, uso de fuerza, mala iluminación, ruido y tedio fueron algunos de los suplementos variables que se utilizaron en la calificación.

Para realizar las mediciones de iluminación y ruido fue necesario solicitar a la Universidad Pontificia Bolivariana un luxómetro y un sonómetro (las especificaciones técnicas se encuentran en los anexos I y J), los cuales se emplearon para realizar las correspondientes

mediciones en los puestos de trabajo. Se tomaron 18 muestras en diferentes horas del día, por puesto de trabajo, que fueron promediadas para determinar un valor de luminosidad y ruido.

7.1.3.2.1. *Obtención del suplemento asociado a la iluminación para el cálculo del tiempo estándar.* En la calificación de la luminosidad se basó en los autores Niebel & Freivalds (2009), quienes proponen clasificar dentro de una categoría el tipo de actividad que se realiza (ver tabla 34). Luego se asigna un porcentaje de luz reflejada (reflectancia) (ver tabla 35) y por último se ubican los resultados mencionados en la tabla de ponderaciones (ver tabla 36) para determinar el nivel específico de iluminación dentro de la categoría.

Tabla 34. Niveles de iluminación recomendados para utilizarse en el diseño de alumbrado en interiores

Categoría	Rango de luminiscencia (fc)	Tipo de actividad	Área de referencia
A	2-3-5	Áreas públicas con inmediaciones oscuras	Alumbrado general a través de un cuarto o área.
B	5-7.5-10	Orientación simple para visitas temporales breves	
C	10-15-20	Espacios de trabajo donde las tareas visuales se realizan sólo en ocasiones.	
D	20-30-50	Realización de tareas visuales de gran contraste y tamaño, por ejemplo, lectura de material impreso, captura de originales, escritura a mano con tinta y xerografía; trabajo rudo de prensa y máquina; inspección ordinaria; ensamblado rudo.	Luminancia en la tarea
E	50-75-100	Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeño tamaño, por ejemplo, lectura de manuscritos a lápiz, material con muy baja calidad de impresión y reproducción; trabajo mediano de prensa y máquina; difícil inspección; ensamblado medio.	
F	100-150-200	Realización de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño, por ejemplo, lectura de manuscritos con lápiz duro sobre papel de muy baja calidad y material pobremente reproducido; inspección altamente difícil, ensamble difícil.	
G	200-300-500	Realización de trabajos visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por un periodo prolongado, por ejemplo, ensamble fino; inspección muy difícil; trabajo fino de prensa y máquina; ensamble extrafino.	Luminancia sobre la tarea a través de combinación de alumbrados locales generales y complementarios.
H	500-750-1000	Realización de trabajos visuales muy precisos y prolongados, por ejemplo, inspección difícil; trabajo extrafino de prensa y máquina; ensamble extrafino.	
I	1000-1500-2000	Realización de trabajos visuales muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño, por ejemplo, procedimientos quirúrgicos.	

Fuente: Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niebel & Freivalds, 2009, p. 187).

Tabla 35. Reflectancias de acabados típicos de pintura y madera.

Color o acabado	Porcentaje de luz reflejada	Color o acabado	Porcentaje de luz reflejada
Blanco	85	Azul medio	35
Beige claro	75	Gris oscuro	30
Gris claro	75	Rojo oscuro	13
Amarillo claro	75	Café oscuro	10
Café claro	70	Azul oscuro	8
Verde claro	65	Verde oscuro	7
Azul claro	55	Arce	42
Amarillo medio	65	Satín	34
Café medio	63	Nogal	16
Gris medio	55	Caoba	12
Verde medio	52		

Fuente: Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niegel & Freivalds, 2009, p. 185).

Tabla 36. Factores de ponderación que deben tomarse en cuenta en la selección de los niveles de iluminación específicos dentro de cada categoría.

Características de la tarea y del trabajador	Peso		
	-1	0	+1
Edad	<40	40-55	>55
Reflectancia del fondo de la tarea/superficie	>70%	30-70%	<30%
Velocidad y precisión (sólo de las categorías D-I)	Sin importancia	Importante	Crítico

Fuente: Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (Niegel & Freivalds, 2009, p. 187).

Con referencia a lo anterior, las actividades fueron clasificadas en la categoría D. El nivel de reflectancia seleccionado es del 85% puesto que los acabados de pintura son de color blanco en toda el área de producción. Por otra parte, la velocidad y precisión para la realización de la actividad fueron considerados importantes y la edad de las personas que trabajan en el área de producción es menor a 40 años.

Como resultado a lo mencionado, se obtuvo una valoración en reflectancia de -1, en edad -1 y en velocidad y precisión de 0, lo cual arroja una calificación total de -2. Por consiguiente, el nivel de iluminación recomendada para la categoría D es de 20 fc. Finalmente, se compara el

nivel de las mediciones realizadas con el calculado y así ubicarlos dentro de las calificaciones de la OIT. (Ver anexo K)

7.1.3.2.2. *Obtención del suplemento asociado al ruido para el cálculo del tiempo estándar.* Según Niebel & Freivalds(2009) es necesario añadir un suplemento por fatiga cuando los niveles de ruido en el lugar de trabajo se encuentran o superan los 80 dBA.

De acuerdo con las mediciones realizadas en la Panadería y Bizcochería Quinta Estrella, los niveles de ruido en los diferentes puestos de trabajo oscilaron entre 63,10 dBA y 72,89 dBA (ver anexo L). En efecto este ítem fue clasificado como ruido continuo el cual tiene un peso de 0.

Una vez realizados todos los cálculos correspondientes y su calificación, los resultados fueron los siguientes. (Ver Tabla 37).

Tabla 37. Suplementos.

Resumen de suplementos			
Elemento	Constantes	Variables	Total
Pesaje y mezclado	9	8	17
Moldeado	9	4	13
Transporte de escabiladero	9	11	20
Alistamiento pre-horneado	9	6	15
Empaque	9	4	13
Sellado	9	9	18
Alistamiento en estanteria	9	2	11

Fuente: Autores.

En el elemento de pesaje y mezclado se evaluaron suplementos variables como: trabajar de pie (2%), uso de fuerza (1%), mala iluminación (5%), el tedio y monotonía también se puntuaron como (0%) ya que Benjamin W. Niebel (2009) explica que se debe añadir un suplemento por monotonía si se realiza una actividad cognoscitiva durante horas y tedio si se realiza un número (10000) de movimientos con la misma extremidad.

En el elemento número dos, moldeado, se evaluaron suplementos variables como: trabajar de pie (2%) y tedio de un (2%), puesto que en este elemento se realizan una gran cantidad de movimientos repetitivos con las manos al momento de moldear el pan durante toda la jornada de trabajo.

El transporte de los escabiladeros tuvo un suplemento variable por estar de pie (2%) y de un 9% dado al peso (25 kg) de los escabiladeros.

En el alistamiento pre-horneado se añadió un suplemento por estar de pie (2%), mala iluminación (2%), porque que el nivel de luminosidad está bastante por debajo de lo recomendado y tedio (2%).

En el sellado, se calificaron suplementos variables como: trabajar de pie (2%), mala iluminación (5%), y tedio (2%) pues en este elemento se realizan una gran cantidad de movimientos repetitivos con las manos al momento de sellar el pan. En el almacenamiento de estantería, se tuvo en cuenta elementos variables por estar de pie (2%).

7.1.3.3. *Tiempo estándar para cada referencia de producto.*

7.1.3.3.1. *Tiempo estándar pan aliñado 500.* Una vez calculados los suplementos, se adicionan al tiempo normal y se obtiene el tiempo estándar. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de con sus respectivos tiempos estándar.

Figura 10. Diagrama de flujo pan aliñado de 500 con tiempos estándar.

DIAGRAMA DE FLUJO				
OBJETO DEL DIAGRAMA: Aliñado 500		DIAGRAMA NUMERO:		1
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella		FECHA: Abril 25 de 2018	HORA: Jornada tarde	
METODO ACTUAL X (1@)				
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción				
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque				
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO				
ELEMENTO	SIMBOLO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO
1 Pesaje y mezclado de insumos		20,24		
2 Amasado		4,51		
3 Moldeado de masa y montaje a escabiladero		14,96		
4 Escabiladero a cuarto de crecimiento		0,71	15,56	
5 Fermentación e inspección		857,56		
6 Alistamiento pre-Horneado		8,48		
7 Horneado e inspección		23,19		
8 Pan horneado a zona de enfriamiento		0,36	11,56	
9 Enfriamiento del pan		44,18		
10 Inspección y empaque		12,93		Ubicar el proceso de empaque y sellado en la misma zona para ahorrar tiempos por desplazamiento
11 Pan empacado a zona de producto terminado		0,20	8	
12 Sellado de bolsas		14,78		
13 Almacenamiento en estantería		5,73		
RESUMEN				
SIMBOLO	NUMERO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	
OPERACIONES	7	130,34	35,12	
INSPECCIONES	0	0,00		
ACTIVIDADES COMBINADAS	2	870,49		
TRANSPORTE	3	1,27		
ALMACENAMIENTOS	1	5,73		
RETRASOS	0	0,00		
TOTAL	13	1007,82		

Fuente: Autores

En la figura 10 se evidencia que para la fabricación de una arroba de pan aliñado de 500 (270 panes), se requiere de 1007,82 minutos. Distribuidos en siete operaciones, dos actividades

combinadas, tres transportes y un almacenamiento, con un recorrido total de 35,12 m durante toda la producción.

7.1.3.3.1. *Tiempo estándar pan aliñado 1.000.* Una vez calculados los suplementos, se adicionan al tiempo normal y se obtiene el tiempo estándar. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de con sus respectivos tiempos estándar.

Figura 11. Diagrama de flujo pan aliñado de 1000 con tiempos estándar.

DIAGRAMA DE FLUJO (1.000)					
OBJETO DEL DIAGRAMA: Aliñado 1.000			DIAGRAMA NUMERO:		2
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella			FECHA: Abril 25 de 2018		HORA: Jornada tarde
METODO ACTUAL X (1@)					
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción					
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque					
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO					
ELEMENTO		SIMBOLO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO
1	Pesaje y mezclado de insumos		19,70		
2	Amasado		4,56		
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero		13,36		
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento		0,83	15,56	
5	Fermentación e inspección		887,53		
6	Alistamiento pre-Horneado		9,35		
7	Horneado e inspección		34,22		
8	Pan horneado a zona de enfriamiento		0,39	11,56	
9	Enfriamiento del pan		55,98		
10	Inspección y empaque		13,20		Ubicar el proceso de empaque y sellado en la misma zona para ahorrar tiempos por desplazamiento
11	Pan empacado a zona de producto terminado		0,28	8	
12	Sellado de bolsas		11,22		
13	Almacenamiento en estantería		2,81		
RESUMEN					
SIMBOLO		NUMERO	TIEMPO (min)		DISTANCIA (m)
	OPERACIONES	7	148,38		35,12
	INSPECCIONES	0	0,00		
	ACTIVIDADES COMBINADAS	2	900,72		
	TRANSPORTE	3	1,50		
	ALMACENAMIENTOS	1	2,81		
	RETRASOS	0	0,00		
TOTAL		13	1053,41		

Fuente: Autores

En la figura 11 se evidencia que para la fabricación de una arroba de pan aliñado de 1000 (137 panes), se requiere de 1053,82 minutos. Distribuidos en siete operaciones, dos actividades combinadas, tres transportes y un almacenamiento, con un recorrido total de 35,12 m durante toda la producción.

7.1.3.3.2. *Tiempo estándar pan aliñado de 2.000.* Una vez calculados los suplementos, se adicionan al tiempo normal y se obtiene el tiempo estándar. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de con sus respectivos tiempos estándar.

Figura 12. Diagrama de flujo pan aliñado de 2.000 con tiempos estándar

DIAGRAMA DE FLUJO (2.000)						
OBJETO DEL DIAGRAMA: Aliñado 2.000			DIAGRAMA NUMERO:		3	
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella			FECHA: Abril 25 de 2018		HORA: Jornada tarde	
METODO ACTUAL X (1@)						
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción						
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque						
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO						
ELEMENTO		SIMBOLO		TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO
1	Pesaje y mezclado de insumos			20,53		
2	Amasado			4,52		
3	Moldeado de masa y montaje a escabilladero			15,18		
4	Escabilladero a cuarto de crecimiento			0,72	15,56	
5	Fermentación e inspección			826,13		
6	Alistamiento pre-Horneado			8,98		
7	Horneado e inspección			0,44		
8	Pan horneado a zona de enfriamiento			37,14	11,56	
9	Enfriamiento del pan			91,59		
10	Inspección y empaque			7,33		
11	Pan empacado a zona de producto terminado			0,28	8	
12	Sellado de bolsas			7,46		
13	Almacenamiento en estantería			4,07		
RESUMEN						
SIMBOLO		NUMERO	TIEMPO (min)		DISTANCIA (m)	
	OPERACIONES	7	148,70		35,12	
	INSPECCIONES	0	0,00			
	ACTIVIDADES COMBINADAS	2	833,45			
	TRANSPORTE	3	38,14			
	ALMACENAMIENTOS	1	4,07			
	RETRASOS	0	0,00			
TOTAL		13	1024,36			

Fuente: Autores

En la figura 12 se evidencia que para la fabricación de una arroba de pan aliñado de 2000 (68 panes), se requiere de 1024,36 minutos. Distribuidos en siete operaciones, dos actividades combinadas, tres transportes y un almacenamiento, con un recorrido total de 35,12 m durante toda la producción.

7.1.3.3.3. Tiempo estándar mestiza. Una vez calculados los suplementos, se adicionan al tiempo normal y se obtiene el tiempo estándar. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de con sus respectivos tiempos estándar.

Figura 13. Diagrama de flujo Mestiza

DIAGRAMA DE FLUJO (MESTIZA)						
OBJETO DEL DIAGRAMA: Mestiza			DIAGRAMA NUMERO:		5	
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella			FECHA: Abril 25 de 2018		HORA: Jornada tarde	
METODO ACTUAL X (1@)						
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción						
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque						
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO						
ELEMENTO		SIMBOLO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO	
1	Pesaje y mezclado de insumos		25,11			
2	Amasado		2,37			
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero		10,93			
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento		0,92	15,56		
5	Fermentación e inspección		660,34			
6	Horneado e inspección		0,79			
7	Pan horneado a zona de enfriamiento		23,80	1,5		
8	Enfriamiento del pan		36,68			
9	Inspeccion y empaque		16,26		Ubicar el proceso de empaque y sellado en la misma zona para ahorrar tiempos por desplazamiento	
10	Pan empacado a zona de producto terminado		0,39	8		
11	Sellado de bolsas		19,26			
12	Almacenamiento en estantería		7,82			
RESUMEN						
SIMBOLO		NUMERO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)		
	OPERACIONES	6	95,14	25,06		
	INSPECCIONES	0	0,00			
	ACTIVIDADES COMBINADAS	2	676,60			
	TRANSPORTE	3	25,10			
	ALMACENAMIENTOS	1	7,82			
	RETRASOS	0	0,00			
TOTAL		12	804,65			

Fuente. Autores

En la figura 13 se evidencia que para la fabricación de una arroba de pan Mestiza (293 panes), se requiere de 804,65 minutos. Distribuidos en siete operaciones, dos actividades combinadas, tres transportes y un almacenamiento, con un recorrido total de 35,12 m durante toda la producción.

7.1.3.3.4. Tiempo estándar pan cascara. Una vez calculados los suplementos, se adicionan al tiempo normal y se obtiene el tiempo estándar. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de con sus respectivos tiempos estándar.

Figura 14. Diagrama de flujo pan cascara

DIAGRAMA DE FLUJO (CASCARA)					
OBJETO DEL DIAGRAMA: Cascara			DIAGRAMA NUMERO:		4
UBICACIÓN: Panadería y Bizcochería Quinta Estrella			FECHA: Abril 25 del 2018		HORA: Jornada tarde
METODO ACTUAL X (1@)					
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: Zona de producción					
EL DIAGRAMA TERMINA EN: Zona de Empaque					
ELABORADO POR: PAULA ANDREA CASTAÑO POLO; CRISTIAN SNEYDER MEJIA SARMIENTO					
ELEMENTO		SIMBOLO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	RECOMENDACIÓN DE METODO
1	Pesaje y mezclado de insumos		17,74		
2	Amasado		3,48		
3	Moldeado de masa y montaje a escabiladero		36,21		
4	Escabiladero a cuarto de crecimiento		1,00	15,56	
5	Fermentación e inspección		944,26		
6	Horneado e inspección		16,56		
7	Pan horneado a zona de enfriamiento		0,40	11,56	
8	Enfriamiento del pan		35,00		
9	Inspeccion y empaque		30,50		Ubicar el proceso de empaque y sellado en la misma zona para ahorrar tiempos por desplazamiento
10	Pan empacado a zona de producto terminado		0,29	8	
11	Sellado de bolsas		12,18		
12	Almacenamiento en estantería		5,71		
RESUMEN					
SIMBOLO		NUMERO	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	
	OPERACIONES	6	121,17	35,12	
	INSPECCIONES	0	0,00		
	ACTIVIDADES COMBINADAS	2	974,76		
	TRANSPORTE	3	1,69		
	ALMACENAMIENTOS	1	5,71		
	RETRASOS	0	0,00		
TOTAL		12	1103,32		

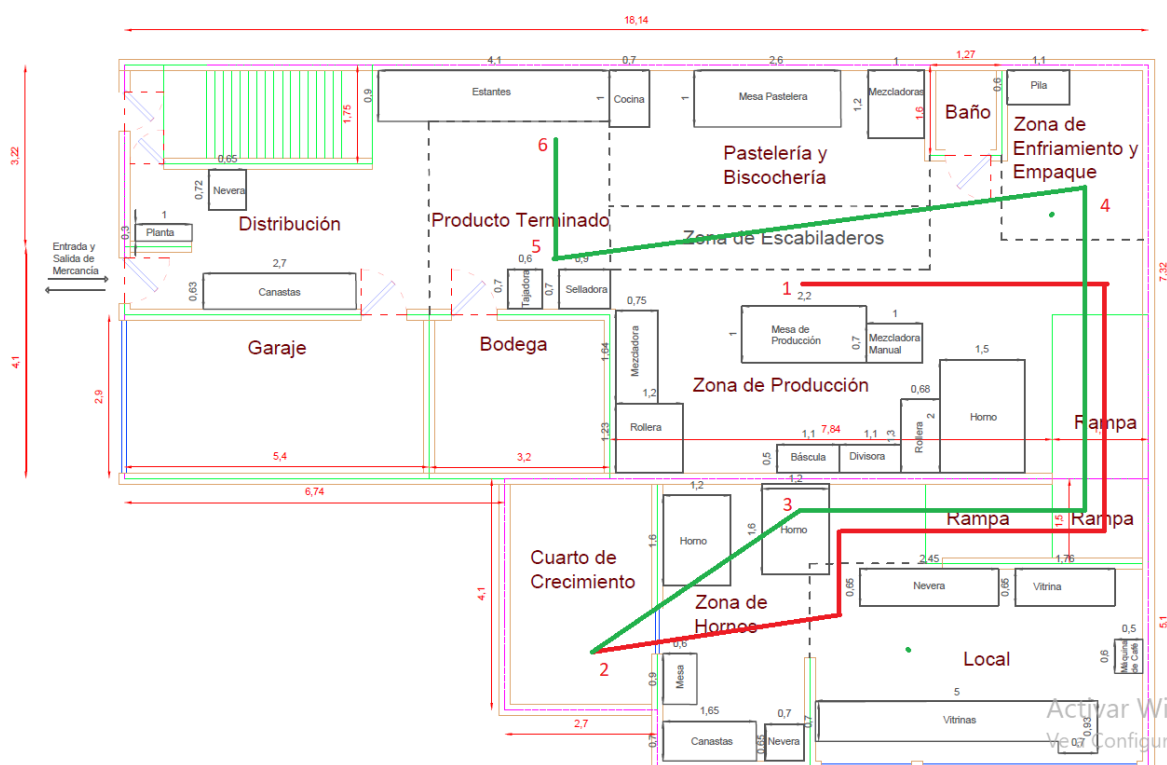
Fuente: Autores

En la figura 14 se evidencia que para la fabricación de una arroba de pan Cascara (643 panes), se requiere de 804,65 minutos. Distribuidos en siete operaciones, dos actividades combinadas, tres transportes y un almacenamiento, con un recorrido total de 35,12 m durante toda la producción.

8. Análisis de capacidad.

La panadería y bizcochería quinta estrella cuenta con un área total de 188,22 m², asociada a la distribución de planta que en la Figura 15. Las referencias de pan son elaboradas en la zona de producción, posteriormente deben subir por una rampa y atravesar la zona de hornos para llegar al cuarto de crecimiento. Al día siguiente, continúan el proceso en la zona de hornos. Una vez horneadas, bajan la rampa para llegar a la zona de empaque y enfriamiento. Para finalizar su recorrido cruzan la zona de escabiladeros y llegan a producto terminado, donde son selladas y almacenadas en la estantería.

Figura 15. Layout Panadería y Bizcochería Quinta Estrella



Fuente: Autores.

8.1. Capacidad instalada de la empresa

De acuerdo con la distribución de planta, la empresa cuenta con un cuarto de crecimiento, el cual tiene unas dimensiones de 4,1 m x 2,7 m y un área total de 11,07 m². Este lugar se dispone para el almacenamiento de los escabiladeros que contienen el pan de producción. Cada escabiladero tiene unas dimensiones de 0,50 m x 0,70m y ocupa un área de 0,35 m². Según la expresión (9), es posible determinar la cantidad máxima de escabiladeros que este lugar puede almacenar.

$$C_{cc} = \frac{A_{cc}}{A_e} \quad (9)$$

Donde,

C_{cc} : Capacidad del cuarto de crecimiento

A_{cc} : Área del cuarto de crecimiento

A_e : Área del escabiladero

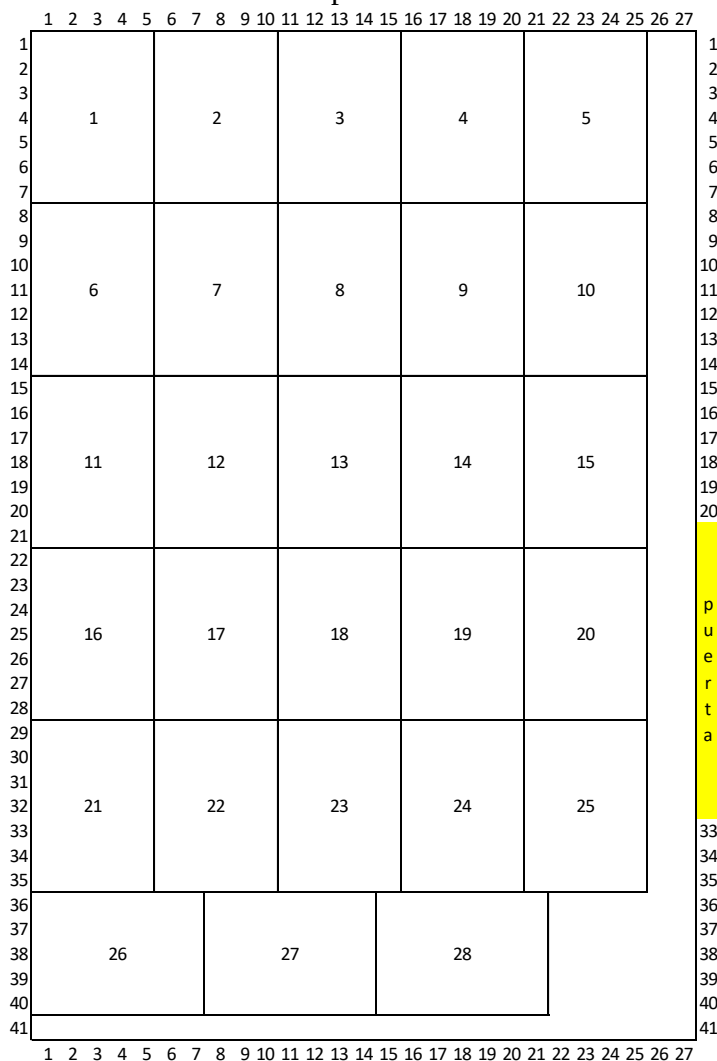
Por lo tanto:

$$C_{cc} = \frac{11,07m^2}{0,35m^2} = 31,62 \approx 31 \text{ escabiladeros} \quad (10)$$

El cuarto de crecimiento tiene una capacidad de 31 escabiladeros. Sin embargo, en las actividades diarias se pueden almacenar 28. Lo anterior se considera porque, se tiene una asignación espacial de los escabiladeros, de tal forma que se maneje un espacio para movilidad y

fácil acceso de los operarios, tal como se presenta en la Figura 16; cabe resaltar que una unidad de escala en la Figura 16, representa 0,10cm.

Figura 16. Demostración de la capacidad del cuarto de crecimiento



Fuente: Autores

Con base en la información suministrada por la Figura 16, se concluye que la verdadera capacidad del cuarto de crecimiento es de 28 escaliladeros. Por otra parte, para llevar a cabo la producción diaria de pan, la empresa tiene un total de 35 escaliladeros, los cuales se clasifican de acuerdo con la cantidad de latas que estos pueden contener. Es necesario mencionar que los

escabiladeros son usados en líneas específicas dependiendo de su capacidad; por ejemplo, los escabiladeros de 25 latas, son usados exclusivamente para las referencias de pan aliñado de 500 y mestiza. (Ver Tabla 38)

Tabla 38. Capacidad instalada Escabiladeros

Escabiladeros		
Tipo de escabiladero	Cantidad	Referencia de uso
30	9	cascara
25	12	Mestiza - 500
20	8	1000
15	6	2000
TOTAL	35	

Fuente: Autores

Sin embargo, para la producción de las referencias de pan que se consideran en este trabajo, se disponen de 20 escabiladeros; debido a que siete escabiladeros son ocupados por otras líneas de pan, que no fueron consideradas por el estudio, y los otros ocho son necesarios para iniciar la producción de pan para el día siguiente. En la Tabla 39, se presenta a la asignación de escabiladeros para las referencias consideradas en el caso de estudio.

Tabla 39. Asignación de escabiladeros según referencia.

Tipo de escabiladero	Cantidad	Referencia de uso
30	2	cascara
25	10	Mestiza - 500
20	4	1000
15	4	2000
TOTAL	20	

Fuente: Autores

La capacidad de la planta está determinada por la cantidad de escabiladeros disponibles, teniendo en cuenta su capacidad de latas y la cantidad de pan que puede ubicarse en ellas. Por tanto, para calcular la capacidad instalada, se multiplica la cantidad de latas requeridas por la cantidad de panes por lata. La capacidad instalada de la planta de producción para las referencias consideradas como caso de estudio es de 5.180 panes. (Ver Tabla 40)

Tabla 40. Capacidad instalada de producción.

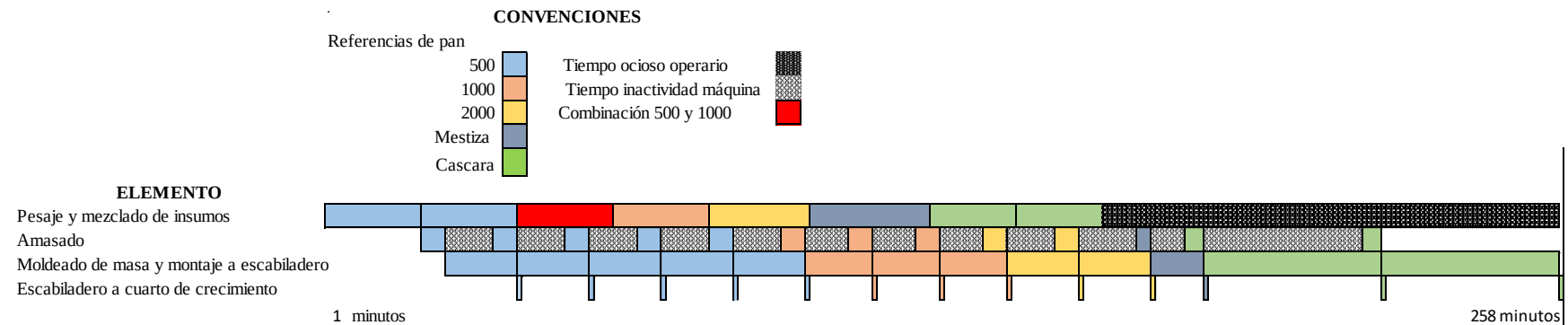
CAPACIDAD INSTALADA DE PRODUCCIÓN.				
Tipo de escabiladero	Cantidad de escabiladeros disponibles	Cantidad de latas requeridas	Cantidad de panes por lata	Total de panes
30	2	60	22	1320
25	10	250	12	3000
20	4	80	7	560
15	4	60	5	300
TOTAL	20			5180

Fuente: Autores

8.2. Condición actual de la capacidad de producción.

Con base en la información entrega por el jefe de producción, la empresa actualmente produce cinco arrobas de pan de 500, tres de 1.000, dos de 2.000, una de mestiza, y dos de pan cascara; teniendo como resultado final una orden de producción de 13 arrobas, la cual deben cumplir en una jornada de 270 minutos. La secuencia de trabajo para la elaboración de los productos es iniciar con el pan aliñado de 500, seguir con la línea de 1000, 2000, mestiza y terminar con el pan cascara. Para corroborar esta información se realizó un diagrama de Gantt (ver figura 17) teniendo en cuenta el tiempo estándar calculado de cada línea de producción y la secuencia de producción que establece el jefe de producción de la panadería.

Figura 17. Diagrama de Gantt Situación Actual.



Fuente: Autores

Es importante recordar que el proceso de pesaje y mezclado de insumos de las referencias de pan aliñado de 500, 1000 y 2000 inician con dos arrobas de masa, y que a partir del proceso de amasado continua con una arroba. A excepción, de las referencias de pan cascara y mestiza, que inician todo su proceso con una arroba de masa. De esta forma, se puede seguir la secuencia de producción en el diagrama de Gantt. La barra de color rojo indica que, de las dos arrobas mezcladas, se destina una para pan aliñado de 500 y una para pan aliñado de 1000.

De acuerdo con la figura 17, se concluye que es posible realizar la orden de producción indicada en un tiempo de 258 minutos, lo cual se encuentra 12 minutos por debajo del tiempo límite de la jornada laboral diaria que establece la empresa.

En la Tabla 41, se muestra la cantidad de panes producidos y la cantidad de escabiladeros requeridos por cada referencia, de acuerdo con la orden de producción establecida. Cabe resaltar, que se hace uso de 13 escabiladeros de los 20 disponibles para la producción, lo que genera una disponibilidad de 7 escabiladeros para otras actividades diarias de la panadería.

Tabla 41. Total de panes producidos y escabiladeros requeridos situación actual.

Referencia	Panes por arroba	Arrobas producidas	Total de panes	Panes por lata	Latas requerida	Tipo de escabiladero	Escabiladeros requeridos
500	270	5	1350	12	113	25	5,0
1000	135	3	405	7	58	20	3,0
2000	68	2	136	5	27	15	2,0
cascara	643	2	1286	22	58	30	2,0
Mestiza	293	1	293	12	24	25	1,0
TOTAL		13	3470				13

Fuente: Autores

El índice de capacidad utilizada está dado por la expresión (11)

$$C_u = \frac{Tpp}{Ci} * 100\% \quad (11)$$

Donde,

C_u = *Indice de Capacidad utilizada*

Tpp = *Total de panes producidos*

Ci = *Capacidad instalada*

Por lo tanto, el índice de capacidad está dada por la expresión (12)

$$C_u = \frac{3470 \text{ panes}}{5180 \text{ panes}} * 100\% = 66,98\% \quad (12)$$

En la Tabla 42, se observa el tiempo asociado a la capacidad de producción de cada referencia, es decir el tiempo necesario para producir cierta cantidad de arrobas. A manera de ejemplo, para producir cinco arrobas de pan aliñado de 500 son necesarios 101 minutos, lo que indica una tasa de producción de 13 panes por minuto.

Tabla 42. Tiempo asociado a la capacidad de producción situación actual.

Referencia	Arrobas	Panes producidos	tiempo (min)	panes/minuto
500	5	1350	101	13
1000	3	405	102	3
2000	2	136	92	1
cascara	2	1286	131	9
Mestiza	1	293	82	3
TOTAL	13	3470		

Fuente: Autores.

Continuando con los análisis del diagrama de Gantt, en la Tabla 43 se muestra el tiempo ocioso de ciclo el cual es 120 minutos, donde el 70,16% del tiempo ocioso está asociado a las actividades del proceso de pesaje y mezclado de insumos; mientras que el 20,84%, de tiempo ocioso está asociado a la actividad moldeado de masa y montaje a escabiladero.

Tabla 43. Tiempo ocioso.

PROCESO	TIEMPO(minutos)
Pesaje y mezclado de insumos	95
Moldeado de masa y montaje a escabiladero	25
TOTAL	120

Fuente: Autores

Para finalizar, otro factor de interés del sistema de producción de la panadería es el índice de utilización de la máquina roquera. Lo anterior, debido a que mediante el diagrama de Gantt se

evidenció que hay un porcentaje de utilización mínima, para esto se va a considerar el tiempo de operación de la máquina con respecto al tiempo de ciclo de esta. (Ver expresión 13).

$$I_u = \frac{T_o}{T_{c_m}} \quad (13)$$

I_u : Índice de utilización de la máquina

T_o : Tiempo de operación de la máquina

T_{c_m} : Tiempo de ciclo de la máquina

Por lo tanto, el índice de utilización de la máquina está dada por la expresión (14)

$$I_u = \frac{61 \text{ minutos}}{200 \text{ minutos}} \times 100 = 30,5\% \quad (14)$$

Por último, en la tabla 44 se puede evidenciar la cantidad de ingresos que se tiene con la producción actual, tomando como referencia su precio unitario.

Tabla 44. Ingresos actuales.

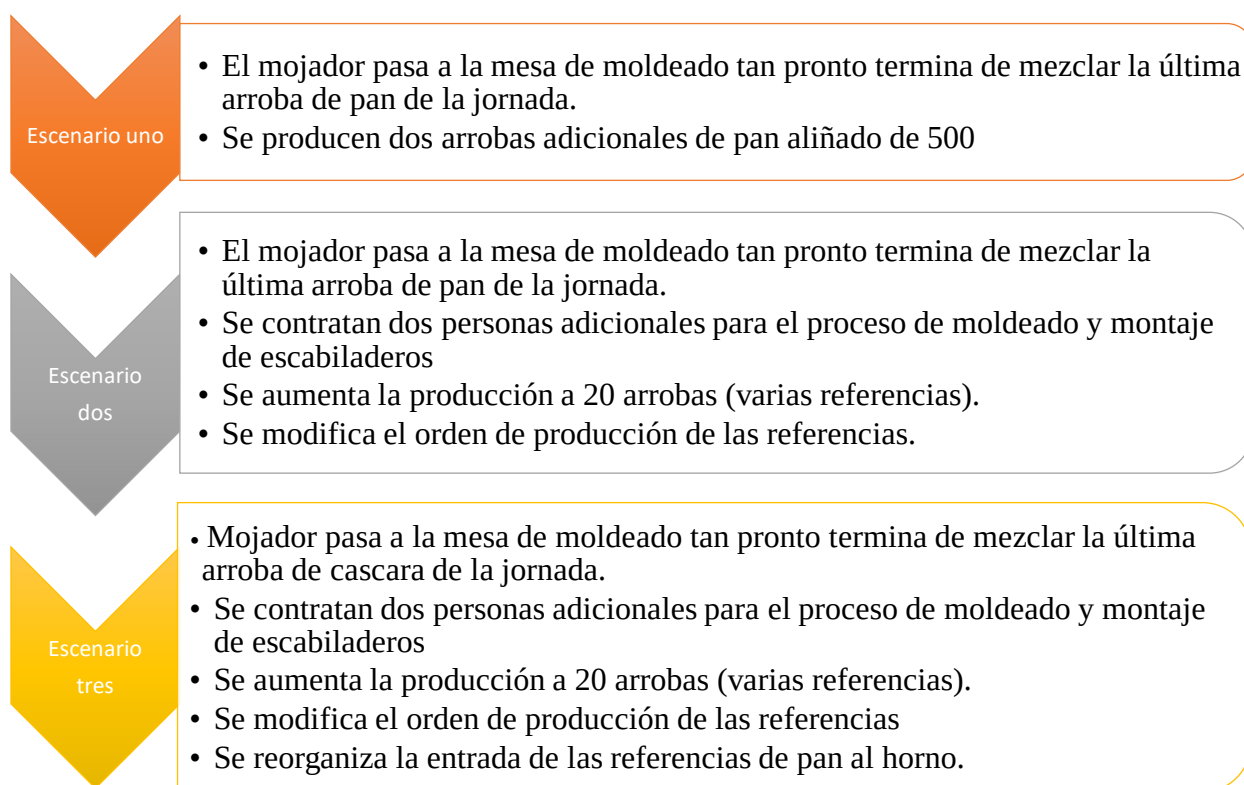
Referencia	Precio Unitario	Cantidad	Ingresos
500	\$ 400	1350	\$ 540.000
1000	\$ 833	405	\$ 337.500
2000	\$ 1.667	136	\$ 226.667
cascara	\$ 167	1286	\$ 214.333
Mestiza	\$ 400	293	\$ 117.200
Total			\$ 1.435.700

Fuente: Autores.

9. Plan de mejora.

Basados en toda la información vista sobre la condición actual de la empresa; su capacidad, restricciones, y esquema de trabajo, se proponen los escenarios que se presentan en la Figura 18.

Figura 18. Descripción de escenarios de producción



Fuente: Autores

Los escenarios propuestos tienen como propósito mejorar la producción por medio de la estandarización de sus procesos, aumentar la capacidad haciendo uso de los recursos actuales, así como proponer un nuevo plan de producción que permite tener surtido de las referencias al

momento de despachar pedidos y satisfacer la creciente demanda. A continuación, se explican los escenarios propuestos.

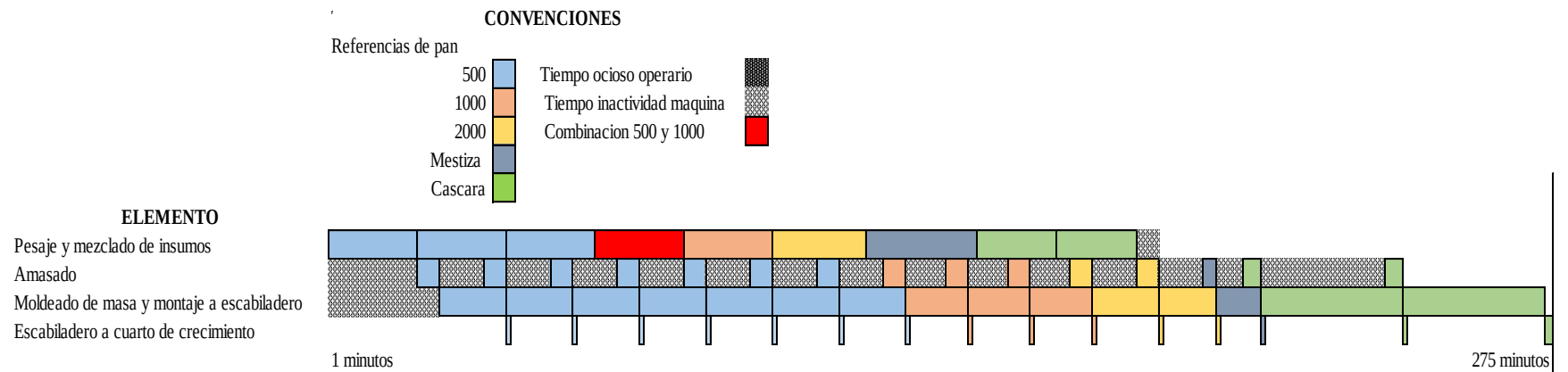
9.1. Escenario Uno: Mismos recursos, más capacidad.

Este escenario hace énfasis en el tiempo ocioso presentado por el operario encargado del pesaje y mezclado de insumos. Esto debido a que termina sus labores 95 minutos antes que el proceso de moldeado y montaje a escabiladero. Se propone, que el operario pase a moldear en la última arroba de pan cascara, con el fin de reducir el tiempo de ciclo.

Una vez realizada adecuación de esta propuesta de mejora en el diagrama de Gantt se observó que el tiempo de ciclo es de 247 minutos, es decir, se presentó una reducción de 11 minutos con respecto a la situación actual, y de 23 minutos con respecto al tiempo sugerido por el encargado de la empresa. (Ver anexo M).

Considerando esta propuesta de mejoramiento, se sugiere aumentar la producción de pan aliñado de 500 en dos arrobas, con el fin de aumentar la capacidad de producción del sistema de producción de la empresa, lo que permite tener un nuevo tiempo de ciclo de 275 minutos. Este tiempo excede al establecido por la empresa y se debe considerar pago de horas extras. (Ver Figura 19).

Figura 19. Diagrama de Gantt Escenario Uno



Fuente: Autores

Es importante aclarar que, para la realización de la secuenciación de operaciones, se tuvo en cuenta los lineamientos de producción establecidos por la empresa (secuencia de trabajo, capacidad de la roquera y cantidad de masa por referencia en el proceso de pesaje y mezclado de insumos) y las dos modificaciones propuestas.

En la Tabla 45, se muestra la cantidad de panes producidos y la cantidad de escabiladeros requeridos por cada referencia, de acuerdo con la orden de producción propuesta. Cabe resaltar, que se hace uso de 15 escabiladeros de los 20 disponibles para la producción, lo que genera una disponibilidad de 5 escabiladeros para otras actividades diarias de la panadería.

Tabla 45. Total de panes producidos y escabiladeros requeridos escenario uno.

ESCENARIO UNO							
Referencia	Panes por arroba	Arrobas producidas	Total de panes	Panes por lata	Latas requerida	Tipo de escabiladero	Escabiladeros requeridos
500	270	7	1890	12	158	25	7,0
1000	135	3	405	7	58	20	3,0
2000	68	2	136	5	27	15	2,0
cascara	643	2	1286	22	58	30	2,0
Mestiza	293	1	293	12	24	25	1,0
TOTAL		15	4010		325		15

Fuente: Autores.

Por otra parte, como resultado de las modificaciones planteadas, la producción aumentó a 4010 panes que hacen parte de la combinación de las referencias (500, 1000, 2000, mestiza y cascara) y por la tanto el índice de capacidad utilizada para este escenario está dado por la expresión (15):

$$C_u = \frac{4010 \text{ panes}}{5180 \text{ panes}} * 100\% = 77,41\% \quad (15)$$

En la Tabla 46, se observa el tiempo asociado a la capacidad de producción de cada referencia, es decir el tiempo necesario para producir cierta cantidad de arrobas. A manera de ejemplo, para producir siete arrobas de pan aliñado de 500 son necesarios 131 minutos, lo que indica una tasa de producción de 14 panes por minuto.

Tabla 46. Tiempo asociado a la capacidad de producción escenario uno.

Referencia	Arrobas	Panes producidos	tiempo (min)	(panes/minuto)
500	7	1890	131	14
1000	3	405	112	3
2000	2	136	100	1
cascara	2	1286	129	9
Mestiza	1	293	89	3
TOTAL	15	4010		

Fuente: Autores

Continuando con el análisis del diagrama de Gantt, en la tabla 47 se muestra el tiempo ocioso de ciclo el cual es de 30 minutos, donde el 83, 33% está asociado a las actividades del proceso de moldeado de masa y montaje a escabiladero; mientras que 16,66% de tiempo ocioso está asociado a la actividad de pesaje y mezclado de insumos.

Tabla 47. Tiempo Ocioso escenario uno.

PROCESO	TIEMPO(minutos)
Pesaje y mezclado de insumos	5
Moldeado de masa y montaje a escabiladero	25
TOTAL	30

Fuente: Autores.

Cabe resaltar que en el proceso de amasado la máquina (royera) tiene un tiempo muerto debido a que esta depende del proceso de moldeado de masa y montaje a escabiladero. En este escenario según la expresión (16) la máquina tiene un índice de utilización:

$$I_u = \frac{51 \text{ minutos}}{200 \text{ minutos}} \times 100 = 22,62 \quad (16)$$

9.2. Escenario dos: Una aproximación a la capacidad instalada.

Este escenario busca aumentar el índice de capacidad utilizada de la planta, con base en un aumento en la producción y el uso de siete escabiladeros, que, según la situación actual, no están siendo utilizados. (Ver Tabla 48).

Tabla 48. Uso de escabiladeros Situación Actual

Tipo de	Cantidad	Usados en	Libres
30	2	2	0
25	10	6	4
20	4	3	1
15	4	2	2
TOTAL	20	13	7

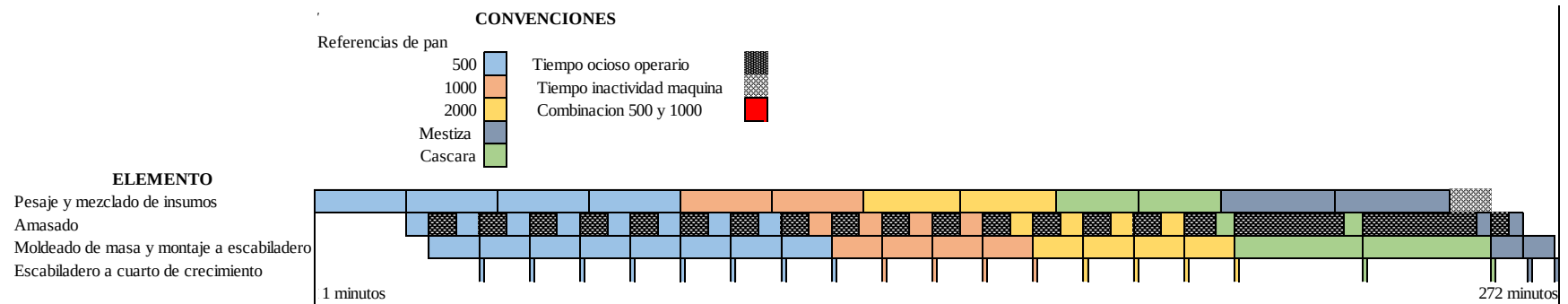
Fuente: Autores

Cabe recordar que cada escabiladero tiene un uso exclusivo por referencia de pan. Por lo tanto, se puede concluir que hay disponibles cuatro escabiladeros de 25 latas para la producción de pan aliñado de 500 y mestiza; un escabiladero de 20 latas para la producción de pan aliñado de 1000 y dos escabiladeros de 15 latas para la producción de pan aliñado de 2.000. Por tal motivo, la nueva propuesta de producción considera realizar tres arrobas adicionales de pan aliñado de 500, una de mestiza, una de pan aliñado de 1000 y dos de pan aliñado de 2000.

Para el desarrollo este segundo escenario es necesario contratar dos panaderos, quienes solamente trabajarán media jornada para estar en el proceso de moldeado. Además, se utilizará el tiempo libre del mojadador para que moldee en las últimas arrobas.

En la Figura 20, se presenta la secuencia de producción por medio del diagrama de Gantt, teniendo en cuenta las sugerencias planteadas.

Figura 20. Diagrama de Gantt segundo escenario



Fuente: Autores

De acuerdo con la Figura 20, es posible llevar a cabo la orden de producción propuesta en un tiempo promedio de 272 minutos, lo cual se encuentra dos minutos por encima del tiempo límite sugerido por la empresa. Este tiempo adicional es considerado como una fracción de una hora extra, la cual se debe considerar para su remuneración en periodos mensuales.

En la Tabla 49, se muestra la cantidad de panes producidos y la cantidad de escabiladeros requeridos por cada referencia, de acuerdo con la orden de producción propuesta. Cabe resaltar, que se hace uso de los 20 escabiladeros disponibles para la producción.

Tabla 49. Total de panes producidos y escabiladeros requeridos escenario dos.

Referencia	Panes por arroba	Arrobas producidas	Total de panes	Panes por lata	Latas requerida	Tipo de escabiladero	Escabiladeros requeridos
500	270	8	2160	12	180	25	8,0
1000	135	4	540	7	77	20	4,0
2000	68	4	272	5	54	15	4,0
cascara	643	2	1286	22	58	30	2,0
Mestiza	293	2	586	12	49	25	2,0
TOTAL		20	4844		419		20

Fuente: Autores.

Por otra parte, como resultado de las modificaciones planteadas, la producción aumentó a 4844 panes que hacen parte de la combinación de las referencias (500, 1000, 2000, mestiza y cascara), y por tanto el índice de capacidad utilizada para este escenario se presenta en la expresión (17)

$$C_u = \frac{4844 \text{ panes}}{5180 \text{ panes}} * 100\% = 93,51\% \quad (17)$$

En la Tabla 50, se observa el tiempo asociado a la capacidad de producción de cada referencia, es decir el tiempo necesario para producir cierta cantidad de arrobas. A manera de ejemplo, para producir ocho arrobas de pan aliñado de 500 son necesarios 114 minutos, lo que indica una tasa de producción de 18 panes por minuto.

Tabla 50. Tiempo asociado a la capacidad de producción escenario dos.

Referencia	Arrobas	Panes producidos	tiempo (min)	panes/minuto
500	8	2160	114	18
1000	4	540	77	7
2000	4	272	81	3
cascara	2	1286	95	13
Mestiza	2	586	73	8
TOTAL	20	4844		

Fuente: Autores.

Continuando con el análisis del diagrama de Gantt, en la tabla 51 se muestra el tiempo ocioso de ciclo el cual es de 304 minutos, donde el 73,53% está asociado a las actividades del proceso de moldeado de masa y montaje a escabiladero; mientras que 26,47% de tiempo ocioso está asociado a la actividad de pesaje y mezclado de insumos.

Tabla 51. Tiempo Ocioso escenario dos.

PROCESO	TIEMPO(minutos)
Pesaje y mezclado de insumos	9
Moldeado de masa y montaje a escabiladero	25
TOTAL	34

Fuente: Autores.

Cabe resaltar que en el proceso de amasado la máquina (royera) tiene un tiempo muerto debido a que esta depende del proceso de moldeado de masa y montaje a escabiladero. En este escenario la máquina tiene un índice de utilización dado por la expresión (18):

$$I_u = \frac{93 \text{ minutos}}{243 \text{ minutos}} \times 100 = 38,27 \% \quad (18)$$

9.3. Escenario Tres: Del inicio al fin.

En este escenario se tomaron como base las modificaciones realizada en el escenario número dos. Adicionalmente, se planteó una nueva secuencia para el proceso de horneado de las diferentes referencias de pan. Para esto se tuvo en cuenta dos restricciones. La primera, es dar prioridad al pan que surte el local, debido a que este abre a las 6:00 am. Segundo, los hornos tienen que estar disponibles a las 9:00 a.m. para hornear las demás referencias de pan que surten el local durante el resto del día. Es importante destacar que el diagrama Gantt de planificación para el escenario 3 es el mismo que se empleó para el escenario dos, esto para los elementos del 1 al 4. (Ver Anexo M.)

La realización de la secuenciación de operaciones en este escenario permitió disminuir cuatro minutos el tiempo ocioso presentado en el proceso de inspección y empaque con respecto al escenario dos. Además, el tiempo de ciclo de los procesos de la mañana pasó de 278 minutos a 265 minutos, presentando así una disminución de 13 minutos.

Por último, la nueva secuencia permite tener un mejor surtido de las referencias a distintas horas de la mañana, lo cual puede ser beneficioso para el alistamiento de pedidos. (Ver Tabla 52)

Tabla 52. Disponibilidad por horas de las referencias de pan.

Hora	Escenario dos					Escenario tres				
	500	1000	2000	cascara	mestiza	500	1000	2000	cascara	mestiza
8:00 a.m	1	0	0	1	2	3	1	0	1	1
9:00 a.m	5	0	0	1	2	4	1	0	2	2
10:00 a.m	8	2	0	1	2	6	2	2	2	2

Fuente: Autores

Según la tabla 52, a las 8:00 am se van a tener disponibles en el tercer escenario; 3 arrobas de 500, una 1.000, una de cascara y una de mestiza. A diferencia del escenario dos que solo tendrá disponible para esta hora una arroba de pan de 500, dos de cascara y dos de mestiza.

10. Análisis de escenarios productivos.

En este capítulo del trabajo, se realizan análisis comparativos de los diferentes escenarios propuestos con respecto a la situación actual de la compañía. Lo anterior, con el fin de demostrar al gerente general de la empresa los posibles beneficios de la aplicación de alguno de los tres escenarios.

10.1. Situación actual vs Primer escenario

Con este primer escenario se presenta un leve aumento en la producción, sin necesidad de hacer grandes inversiones, y manejando los mismos recursos humanos. En la tabla 53, se presenta una breve descripción de los indicadores utilizados para la comparación de la situación actual y el primer escenario.

Tabla 53. Resumen comparativo situación actual vs primer escenario

INDICADOR	SITUACION ACTUAL	PRIMER ESCENARIO
Tiempo total (min) (Elemento 1-4)	258	275
Producción (panes)	3470	4010
Indice Capacidad Utilizada	66,98%	77,41%
Tasa de producción. (panes/minutos)		
500	13	14
1000	3	3
2000	1	1
Cascara	9	9
Mestiza	3	3
Tiempo Ocioso (min) Elemento 1-4	120	30
Costo/beneficio		1,27

Fuente: Autores

El tiempo establecido por la empresa para realizar la producción, es utilizado totalmente, incluso excediéndose 5 minutos que se tendrán en cuenta como remuneración por horas extras

mensuales. Sin embargo, este sistema logra producir dos arrobas más de pan aliñado de 500, que traducen para la empresa un aumento del 15% en su producción. Otro factor importante, es el índice de capacidad utilizada, el cual paso de un 66,98% a un 74,41% lo que nos indica que se está haciendo un mayor uso de la capacidad instalada de la planta.

Por otra parte, la tasa de producción se mantuvo en todas las referencias a excepción del pan aliñado de 500, en donde esta aumentó en 1 pan/minuto. El tiempo ocioso fue otro indicador en el cual se lograron ver mejorías en el sistema pasando de 120 minutos a 30 minutos, es decir, una reducción del 75% para este tiempo.

Por último, en la Tabla 54, se muestra el aumento de la producción genera unos ingresos mensuales de \$3.840.000, y unos costos adicionales mensuales por horas extras de \$33.908 y costos de producción de 3.000.000. Basados en esta información, se realizó el cálculo de la relación beneficio costo (B/C) en 12 periodos mensuales, con una tasa de oportunidad del 10%. (ver anexo M)

Tabla 54. Beneficios y costos asociados primer escenario

Mensual			
Costos		Beneficios	
Horas extras	\$ 33.908	Aumento de ventas mensuales	\$ 4.320.000
Costos de producción	\$ 3.000.000		
TOTAL	\$ 3.033.908		
		\$ 4.320.000	

Fuente: Autores

El B/C para la propuesta de mejora es de 1.27, lo cual nos permite concluir que es una propuesta viable.

10.2. Situación actual vs Segundo escenario.

Con este segundo escenario se presenta un aumento significativo en la producción, utilizando los mismos recursos materiales de la empresa, pero contratando dos personas más que son asignadas al proceso de moldeado y montaje a escabiladero.

En la tabla 55, se presenta una breve descripción de los indicadores utilizados para la comparación de la situación actual y el segundo escenario.

Tabla 55. Resumen comparativo situación actual vs Segundo Escenario

Indicador	Situación Actual	segundo Escenario
Tiempo total (min) (Elemento 1-4)	258	272
Producción (panes)	3470	4844
Indice Capacidad Utilizada	66,98%	93,51%
Tasa de producción. (panes/minutos)		
500	13	18
1000	3	7
2000	1	3
Cascara	9	13
Mestiza	3	8
Tiempo Ocioso (min)(Elemento 1-4)	120	34
Aumento porcentual de ingresos	54%	
Costo/beneficio		1,16

Fuente: Autores

Un factor que se tuvo en cuenta fue el tiempo establecido por la empresa para realizar la producción. El segundo escenario hace uso de todo el tiempo permitido, incluso extendiéndose dos minutos que se tendrán en cuenta como remuneración por horas extras mensuales. Esta nueva configuración del sistema permite producir siete arrobas adicionales a las que ya se producen en la situación actual.

Otra mejora que se observo fue el índice de capacidad utilizada, el cual paso de un 66,98% a un 93,51%. Lo que nos indica que se está haciendo un mayor uso de la capacidad instalada de la planta.

Por otra parte, la tasa de producción aumentó considerablemente en todas las referencias de pan. El pan aliñado de 500 aumento en 5 panes/minuto, el pan aliñado de 1000 en 4 panes/minuto, el pan aliñado de 2000 en 2 panes/minuto, la cascara en 4 panes/minuto y la mestiza en 5 panes/minuto. El tiempo ocioso fue otro indicador en el cual se lograron mejoras debido a que se redujo un 70,83%.

En la Tabla 56, se muestra que el aumento de la producción genera unos ingresos mensuales de \$15.607.333. y unos costos mensuales asociados por salarios \$868.453, horas extras \$18.989 y costo de producción de \$10.500.000. Por otra parte, también se tuvo en cuenta liquidación del personal \$1.294.231, una mesa de trabajo adicional \$1.400.000 (Ver anexo N), utensilios \$40.000 (ver anexo N) y dotaciones \$124.00 (ver anexo N). Por último, se realizó el cálculo de la relación beneficio costo (B/C) en 12 periodos mensuales, con una tasa de oportunidad del 10%. (ver anexo M)

Tabla 56. datos beneficio/costo segundo escenario

Costos		Beneficios	
Salarios	\$ 869.453	Aumento de ventas mensuales	\$ 15.607.260
Horas extras	\$ 18.989		
Dotaciones	\$ 124.000		
Utencilios	\$ 80.000		
Mesa de trabajo	\$ 1.400.000		
Costo de producción	\$ 10.500.000		
Liquidaciones	\$ 1.294.231	\$ 15.607.260	
TOTAL	\$ 12.992.442		

Fuente: Autores

La relación B/C para la propuesta de mejora es de 1,16 lo cual nos permite concluir que es una propuesta viable.

10.3. Situación actual vs Escenario tres

El escenario tres se caracteriza por manejar los mismo recursos y capacidades del escenario dos. Sin embargo, este escenario tiene una modificación en la secuenciación del proceso de horneado, lo cual permitió disminuir tiempos ociosos en los elementos 7 – 13. (Ver Tabla 57)

Tabla 57. Resumen comparativo situación actual vs Tercer Escenario

Indicador	Situación Actual	Tercer Escenario
Tiempo total (min) (Elemento 1-4)	258	272
Producción (panes)	3470	4844
Índice Capacidad Utilizada	66,98%	93,51%
Tasa de producción. (panes/minutos)		
500	13	18
1000	3	7
2000	1	3
Cascara	9	13
Mestiza	3	8
Tiempo Ocioso (min)(Elemento 1-4)	120	34
Tiempo Ocioso (min)(Elemento 7-13)	54	34
Aumento porcentual de ingresos	54%	
Costo/beneficio		1,16

Fuente: Autores

Los indicadores presentados en la tabla 57, ya han sido analizados en el numeral 10.2 a excepción del tiempo ocioso (Elemento 7 -13), el cual está representado por los elementos de horneado hasta almacenamiento en estantería.

Con la modificación realizada al orden de horneado, se logra la disminución del tiempo de ciclo y de los tiempos ociosos de dichos elementos en 20 minutos.

La relación B/C es de 1.16 al igual que en el escenario dos, debido a que se manejaron los mismos costos y beneficios.

11. Socialización de alternativas de mejora.

Se realizó una reunión con el gerente de la empresa con el fin de presentar los resultados obtenidos con la estandarización de tiempos, el análisis de capacidad y la elaboración de los escenarios de producción. En esta reunión se hizo un resumen acerca de los indicadores que cada uno de los escenarios presentaba. De esta forma el gerente podía elegir bajo su criterio cual se ajustaba a las necesidades de la panadería, o cual estaría dispuesto a implementar en un periodo de tiempo dado.

A continuación, un breve resumen de lo que fue la entrevista con el gerente.

Una vez presentados cada uno de los escenarios con sus modificaciones, indicadores, inversiones y relación beneficio/costo. El gerente manifiesta que está interesado en la aplicación del primer escenario, debido a que presenta una relación beneficio/costo mayor que los otros escenarios planteados, y porque en el momento no se encuentra interesado en contratar más personal para la empresa. También expresa que la temporada de fin de año está cerca, por lo que hacer modificaciones así, podría ser poco beneficioso. Concluye diciendo que el escenario tres también le llama la atención, por su viabilidad y porque con este escenario podría acaparar más mercado. Podría implementarlo el otro año.

12. Conclusiones

A través del diagnóstico se concluye que los trabajadores de la panadería conocen de forma general el proceso productivo del pan. También, manejan un orden jerárquico para recibir las órdenes de producción. Sin embargo, no tienen muy claro la frecuencia con la cual este cambia. Por otro lado, no tienen estipulados tiempos límites para los procesos.

Se logró determinar un tiempo estándar de producción para cada referencia de pan, el cual fue la principal herramienta para iniciar con el estudio de capacidades.

Con base en el estudio de capacidades, se logró determinar que la panadería no tiene un índice de capacidad utilizada mayor al 70%, y que es posible aumentar su producción teniendo en cuenta que la cantidad de escabiladeros que quedan libres.

Todos escenarios planteados mejoraban las condiciones actuales de la planta, teniendo en cuenta las diferentes restricciones que se tenían, con respecto a capacidad, tiempo límite de producción, secuencia de trabajo y capacidad de los hornos. Además, cada escenario presentado tuvo una relación beneficio/costo mayor a 1, lo que indicaba su viabilidad.

13. Recomendaciones

Se recomienda a la empresa ubicar el proceso de empaque junto al proceso de sellado, de esta forma se pueden acortar distancias innecesarias.

Hacer uso de un formato en el cual puedan registrar sus inventarios de materia prima, para poder llevar un control de máximos y mínimos. Asimismo, llevar una organización de la recepción de los insumos, debido a que durante la visita se evidencio que los proveedores no tienen parámetros para surtir la panadería.

Se recomienda contemplar la posibilidad del montaje de una planta dedicada solo a la producción, que surta el pan para pedidos a los clientes de Bucaramanga y su área metropolitana. De esta forma la panadería podría reforzar sus fortalezas en la producción y captar un mayor mercado.

Bibliografía.

abraham, C. J. (2008). Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos. En C. J.

abraham, *Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos.* (págs. 69-72).

Mexico: Limusa S.A.

Arévalo, W. E. (2010). Mejoramiento del proceso productivo en la obtención de pan de molde

mediante la metodología de las 5s. Guayaquil, Ecuador .

Benjamin W. Niebel, A. F. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y desempeño del

trabajo . Mexico: McGraw Hill .

Cabrera, A., & Gonzales, G. (2014). Mejora de la Productividad del área de producción de tortas

finas en la empresa pastelería Briselli SAC aplicando metodología PHVA. Lima, Perú.

Calzada , J. E., Narvaéz, J. A., Aguilar, R., Romelo, M., & Tapia, S. (2017). *Innovar para*

competir. 40 casos de éxito. SAGARPA.

Castillo, O. (5 de Febrero de 2005). *Biblioteca USAC.* Obtenido de

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1454_IN.pdf

Ferneto. (2013). *Ferneto* . Obtenido de

http://ferneto.com/equipamentos/divisoras?set_language=es

Garcia, R. (2007). Estudio del trabajo. En R. Garcia, *Estudio del trabajo.* Monterrey: Mc Graw

Hill.

Info Trends. (2011). *Graphic West renueva los envoltorios de la industria farmacéutica* . Info

Trends.

Jaén, U. d. (10 de 25 de 2005). *Universidad de Jaén* . Obtenido de

<http://www4.ujaen.es/~cruiz/tema5.pdf>

- larevista.aqpsoluciones. (5 de Noviembre de 2017). *larevista.aqpsoluciones*. Obtenido de <http://larevista.aqpsoluciones.com/2017/05/11/selladora-de-bolsas-pedal-pfs-600-boxa/>
- Mancha, S. e. (12 de Julio de 2017). *dclm*. Obtenido de <http://www.dclm.es/noticias/60369/la-levadura-potencia-las-propiedades-del-pan>
- map.gob.do*. (2014). Obtenido de <https://map.gob.do/wp-content/uploads/2012/04/GUIA-para-la-Elaboracion-e-Implementacion-del-Plan-de-Mejora-Institucional.pdf>
- Mejia, G. B. (20 de Enero de 2018). Procesos productivos de PBQE. (C. Mejia, Entrevistador)
- Meyers, F. (2000). Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. En F. Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (pág. 83). México : Person educación .
- Niebel, B. (1990). Ingeniería industrial metodos, tiempos y movimientos. En B. Niebel, *Ingeniería industrial metodos, tiempos y movimientos*. Mexico: Ediciones Alfaomega S.A.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Metodos, estandares y diseño de trabajo. Mexico: McGraw Hill.
- Parrles, C. A. (junio de 2006). *tesis.ipn.mx*. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23168/Rodriguez%20Parralles%20Claudia%20Azeneth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pascual, J. (15 de marzo de 2017). *Pasteleria*. Obtenido de <http://www.pasteleria.com/articulo/201703/2606-el-papel-de-la-sal-en-el-amasado-metodo-pascual-iii>
- Pascual, R., & Subias, A. (1998). *Nissan Chair*. Obtenido de http://www.nissanchair.com/docencia/L_CN-LC-09-2010-web.pdf

Paz, K. d. (8 de Noviembre de 2016). Propuesta de mejora del proceso prodcutivo de la panaderia el progreso E.I.R.L para el incremento de la producción. Chiclayo, Perú.

Pérez, J., Ruiz, M., & Ramírez, M. (5 de Octubre de 2011). *congreso.investiga.fca.unam*.

Obtenido de congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xvi/docs/4B.pdf

Perez, L. (s.f.). *cataroina.udelap*. Obtenido de

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/perez_g_g/capitulo3.pdf

Pleguezuelos, T. (2000). Calidad total en la administración Publica. Granada, España. Obtenido

de Altero Consultores: <https://www.aiteco.com/que-es-un-proceso/>

psgroup. (s.f.). *psgroup.es*. Obtenido de [http://www.psgroup.es/maquinaria-de-](http://www.psgroup.es/maquinaria-de-panaderia/maquinas-de-panaderia/balanza-digital-panaderia.html?tmpl=component&print=1)

[panaderia/maquinas-de-panaderia/balanza-digital-](http://www.psgroup.es/maquinaria-de-panaderia/maquinas-de-panaderia/balanza-digital-panaderia.html?tmpl=component&print=1)

[panaderia.html?tmpl=component&print=1](http://www.psgroup.es/maquinaria-de-panaderia/maquinas-de-panaderia/balanza-digital-panaderia.html?tmpl=component&print=1)

QuimiNet. (10 de Mayo de 2006). *QuimiNet*. Obtenido de

<https://www.quiminet.com/articulos/funcion-de-los-ingredientes-en-la-elaboracion-del-pan-2561051.htm>

Rubhima. (2016). <http://rubhima.com/calor-2/hornos-de-pasteleria-y-panaderia/>. Obtenido de

<http://rubhima.com/calor-2/hornos-de-pasteleria-y-panaderia/>

Salazar, B. (2016). *Ingenieria industrial*. Obtenido de

[https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/aplicaci%C3%B3n-del-tiempo-est%C3%A1ndar/)

[industrial/estudio-de-tiempos/aplicaci%C3%B3n-del-tiempo-est%C3%A1ndar/](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/aplicaci%C3%B3n-del-tiempo-est%C3%A1ndar/)

Sammic. (s.f.). *Sammic*. Obtenido de [https://es.sammic.com/catalog/preparacion-](https://es.sammic.com/catalog/preparacion-dinamica/amasadora-industrial)

[dinamica/amasadora-industrial](https://es.sammic.com/catalog/preparacion-dinamica/amasadora-industrial)

Schroeder. (1981). Operations Management. New York: McGraw Hill Book Co .

Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeacion y control de la produccion* . Mexico D.F: McGraw-Hill.

Tejero, F. (s.f.). *Asesoría técnica en panificación* . Obtenido de

<http://www.franciscotejero.com/tecnicas/los-emulsionantes-en-la-panificacion/>

Villalobos, N. C., Altahona, O. C., & Herrera, T. J. (2011). *Biblioteca UTEC*. Obtenido de

http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55847.pdf

ANEXOS.

Anexo A. Encuesta para la recolección de información de la Panadería y Bizcochería**Quinta Estrella.**

PLAN DE MEJORA PARA EL FORTALECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y CUMPLIMIENTO

FECHA DE APLICACIÓN

--	--	--

NÚMERO DE FORMATO

--

Lea atentamente las preguntas y complete la encuesta teniendo en cuenta cada uno de los campos que se describen a continuación. La encuesta consta de tres tipos de preguntas. Las preguntas de tipo cerrado son de única respuesta y la opción se debe marcar con una “X”. Las preguntas de tipo abierto se deben responder en el espacio, diligenciando la información que se requiere conocer. Por último, las preguntas de tipo semiabierto se deben responder teniendo en cuenta las instrucciones anteriores. La información suministrada en esta encuesta será utilizada solo para fines académicos en la alimentación del trabajo de grado de los estudiantes Paula Castaño y Cristian Mejía.

Nombre: _____ Cargo: _____

Antigüedad en la empresa: _____ Jefe inmediato: _____

ENCUESTA:

1. ¿Cuál es el proceso de producción?

2. ¿Usted cree que el proceso de producción fluye correctamente?

a. Si

b. No, a veces se presentan cuellos de botella. ¿Por qué?

3. ¿Cómo considera el estado actual de los equipos?

a. Malo

- b. Regular
 - c. Bueno
 - d. Excelente
4. ¿Cómo considera las condiciones (limpieza, condiciones atmosféricas y espacio) de su lugar de trabajo?
- a. Mala
 - b. Regular
 - c. Aceptable
 - d. Optima
5. ¿De qué forma se lleva a cabo una orden de producción y quien la realiza?
6. ¿Con que frecuencia cambia el plan de trabajo?
- a. Diario
 - b. Semanal
 - c. Mensual
 - d. Ocasional
 - e. Nunca
7. ¿Existe algún tiempo de referencia establecido para la realización de las diferentes actividades relacionadas con el proceso productivo?
- a. Si.
 - b. No.
8. ¿Qué medios de control existen para garantizar la calidad del producto?
-
9. ¿Con que frecuencia se abastece la plata de materia prima?
- a. Diario
 - b. Cada tres días
 - c. Semanalmente
 - d. Quincenalmente
10. ¿Se realiza un registro de entrada y salidas de materia prima?
- a. Si
 - b. No
11. ¿La persona encargada de suministro de materia prima lleva un registro de máximos y mínimos?
- a. Si
 - b. No

Anexo B. Formato de tiempos acumulados para la recolección de los datos para el estudio de tiempos.

LINEA DE PAN				
PROCESO	TIEMPO TRANSCURRIDO	TIEMPO FUERA DE PUESTO	TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
Pesaje			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Amasado			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Moldeado			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Escabiladero a cuarto de crecimiento			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Fermentación e inspección			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Alistamiento pre- horneado			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Horneado e inspección			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Pan horneado a zona de enfriamiento			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Enfriamiento del pan			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Inspección y empaque			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Pan empacado a zona de producto terminado			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Sellado de bolsas			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		
Almacenamiento en estantería			0:00:00	
	0:00:00	0:00:00		

Anexo C. Diagramas hombre-máquina de las líneas elegidas para el diagnóstico de la empresa. (Ver archivo Excel diagramas hombre máquina)

Anexo D. Formatos de toma de tiempos diligenciados. (ver archivo Excel Formato de toma de tiempos).

Anexo E. Formato para el cálculo del tiempo estándar. (ver archivo Excel Tiempo estándar)

Anexo F. Calificación Westinghouse. (ver archivo Excel Método Westinghouse)

Anexo G. Evaluación de suplementos. (ver archivo Excel Suplementos)

Anexo H. Rangos para determinación del nivel de consistencia.

LÍNEA	PROCESO	CV	MIN	MAX	AMPLITUD INTERVALO	INTERVALOS	DENOMINACION				
500	Pesaje y mezclado	0,0250	0,0250	0,1566	0,0219	0,0250-0,0469	Perfecta				
1000		0,0954				0,0469-0,0689	Excelente				
2000		0,0593				0,0689-0,0908	Buena				
CASCARA		0,1566				0,0908-0,1128	Regular				
MESTIZA		0,0885				0,1128-0,1347	Aceptable				
						0,1347-0,1566	Deficiente				
500	Moldeado	0,1000	0,0445	0,1198	0,0125	0,0445-0,0570	Perfecta				
1000		0,1198				0,057-0,0696	Excelente				
2000		0,0445				0,0696-0,0821	Buena				
CASCARA		0,0818				0,0821-0,0947	Regular				
MESTIZA		0,1128				0,0947-0,1072	Aceptable				
						0,1072-0,1198	Deficiente				
500	Alistamiento	0,0822	0,0822	0,1936	0,0186	0,0822-0,1008	Perfecta				
1000		0,1936				0,1008-0,1194	Excelente				
2000		0,1646				0,1194-0,1379	Buena				
						0,1379-0,1565	Regular				
						0,1565-0,1751	Aceptable				
						0,1751-0,1936	Deficiente				
500	Transporte	0,2436	0,1200	0,2547	0,0225	0,1200-0,1424	Perfecta				
1000		0,1200				0,1424-0,1649	Excelente				
2000		0,2547				0,1649-0,1873	Buena				
CASCARA		0,1399				0,1873-0,2098	Regular				
MESTIZA		0,1608				0,2098-0,2322	Aceptable				
						0,2322-0,2547	Deficiente				
500	Empaque	0,0717	0,0717	0,2337	0,0270	0,0717-0,0987	Perfecta				
1000		0,2337				0,0987-0,1257	Excelente				
2000		0,1081				0,1257-0,1527	Buena				
CASCARA		0,1292				0,1527-0,1797	Regular				
MESTIZA		0,1428				0,1797-0,2067	Aceptable				
						0,2067-0,2337	Deficiente				
500	Sellado	0,0547	0,0547	0,2794	0,0375	0,0547-0,0921	Perfecta				
1000		0,2255				0,0921-0,1296	Excelente				
2000		0,2794				0,1296-0,1670	Buena				
CASCARA		0,0965				0,1670-0,2045	Regular				
MESTIZA		0,2253				0,2045-0,2419	Aceptable				
						0,2419-0,2794	Deficiente				
500	Almacenamiento	0,1797	0,1025	0,2452	0,02377395	0,1025-0,1263	Perfecta				
1000		0,1025				0,1263-0,1501	Excelente				
2000		0,2452				0,1501-0,1738	Buena				
CASCARA		0,2084				0,1738-0,1976	Regular				
MESTIZA		0,1648				0,1976-0,2214	Aceptable				
						0,2214-0,2452	Deficiente				

Anexo I. Ficha técnica Luxómetro

ESPECIFICACIONES	
Rango máximo	400.000 Lux
Precisión	+/- 5%, +/- 0d (<10.000 lux) +/- 10%, +/- 0d (>10.000 lux)
Resolución máxima	0,1 lux/0,01 FC
Tasa de medición	1,5 veces por segundo
Foto detector	115mm x 60mm x 27mm
Dimensiones	203mm x 75mm x 50mm
Peso	280g



Anexo J. Ficha técnica sonómetro

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
Estándares aplicados	IEC61672-1 Type 2, ANSI S1.4 Type2
Exactitud	±1.4dB
Rangos de medición	LO: 30~80dB Med: 50~100dB Hi: 80~130dB Auto: 30dB~130dB
Rango de frecuencia	31.5 ~ 8KHZ
Rango dinámico	50dB
Constantes de tiempo	FAST (125mS), SLOW (1s
Micrófono	Micrófono condensador de diámetro 1/2"
Resolución	0,1 dB
Actualización del Display	2 veces/seg
Interfaz a PC	UDB
Software	Para adquisición y análisis de datos
Registro de datos (data logger)	Memoria para 32600 datos (sólo DT-8852)
Nivel de alarma	Ajustable (sólo DT-8852)
Salidas Analógicas	Salidas AC/DC AC=1Vrms/dB, DC=10mV/dB
Dimensiones y peso	278 x 76 x 50 mm / 350g



Anexo K. Mediciones de luminosidad y evaluación según OIT.

PUESTO DE TRABAJO	HORA	LUMINOSIDAD (fc)						PROMEDIO	LUMINOCIDAD DEL LUGAR DE TRABAJO	EVALUACIÓN
Pesaje y Mezclado	8:30am - 10:00am	6,32	7,71	8,46	7,44	7,55	8,02	7,58	8,95	Absolutamente por debajo de la potencia calculada
	12:00pm- 2:00pm	12,04	11,85	12,16	9,94	9,33	9,91	10,87		
	4:00am- 6:00am	8,94	8,29	8,55	8,26	8,27	8,03	8,39		
Moldeado de masa y montaje a escabiladero	8:30am - 10:00am	18,8	20,67	16,91	14,47	15,07	19,39	17,55	20,55	sobre la potencia calculada
	12:00pm- 2:00pm	18,86	17,44	17,09	17,04	17,48	16,84	17,46		
	4:00am- 6:00am	23,8	27,63	28,47	28,2	27,37	24,44	26,65		
Alistamiento prehorneado	8:30am - 10:00am	7,95	9,24	8,75	8,53	8	8,83	8,55	14,22	bastante por debajo de la potencia calculada
	12:00pm- 2:00pm	7,86	7,94	7,12	8,04	8,13	8,98	8,01		
	4:00am- 6:00am	25,38	25,83	25,68	26,41	26,7	26,67	26,11		
Empaque	8:30am - 10:00am	17,24	22,67	22,13	23,54	23,65	25,27	22,42	18,57	Ligeramente por debajo de la potencia calculada
	12:00pm- 2:00pm	21,92	26,81	27,64	24,99	25,5	24,65	25,25		
	4:00am- 6:00am	8,93	8,98	8,97	7,42	7,43	7,41	8,03		
Sellado	8:30am - 10:00am	9,81	10,14	10,3	10,01	9,85	9,69	9,97	7,07	Absolutamente por debajo de la potencia calculada
	12:00pm- 2:00pm	6,29	6,28	6,21	6,71	6,44	6,26	6,37		
	4:00am- 6:00am	5,11	4,76	4,75	4,69	5,03	4,96	4,88		
Estantería	8:30am - 10:00am	31,73	32,12	32,27	32,38	32,55	32,49	32,26	33,73	por encima de la potencia calculada
	12:00pm- 2:00pm	32,28	32,53	32,52	32,52	32,4	32,27	32,42		
	4:00am- 6:00am	35,57	36,94	35,94	37,64	37,22	35,85	36,53		

Anexo L. Mediciones de ruido y evaluación según la OSHA.

PUESTO DE TRABAJO	HORA	RUIDO(dBA)						PROMEDIO	RUIDO DEL LUGAR DE TRABAJO	EVALUACIÓN
Pesaje y Mezclado	8:30am - 10:00am	70,4	65,5	62,4	68,7	70,2	72,3	68,25	72,89	La evaluacion de ruido es continua, ya que no presenta ningun pico que alcance los limites establecidos por la OSHA y la medicion en dBA esta por debajo de los 90dAB
	12:00pm- 2:00pm	68,7	75,7	69,9	76,4	71,7	69,4	71,97		
	4:00am- 6:00am	69,8	82	79,43	78,2	81	80,2	78,44		
Moldeado de masa y montaje a escabiladero	8:30am - 10:00am	66,9	63,1	69,3	64,6	63,6	69,3	66,13	72,08	
	12:00pm- 2:00pm	68,6	78,8	66,21	73,6	62,4	67,8	69,57		
	4:00am- 6:00am	80,7	78,4	83,7	80	80,9	79,5	80,53		
Alistamiento prehorneado	8:30am - 10:00am	68,7	66,8	67,9	76,9	69,4	68,7	69,73	70,54	
	12:00pm- 2:00pm	73,9	70	68,5	69,1	74,9	73,7	71,68		
	4:00am- 6:00am	70,7	69,9	68,7	70,6	72,5	68,9	70,22		
Empaque	8:30am - 10:00am	69,6	74,1	64	70,2	72,3	68,1	69,72	66,29	
	12:00pm- 2:00pm	62,4	66,3	65,7	65	68,5	67,3	65,87		
	4:00am- 6:00am	60,8	61,6	65,1	68,3	63,6	60,3	63,28		
Sellado	8:30am - 10:00am	67,8	65	72,6	69	70,9	68,7	69,00	64,52	
	12:00pm- 2:00pm	60,9	65,9	66,9	64,5	57,7	60,7	62,77		
	4:00am- 6:00am	69,1	64,9	68	55,6	58,5	54,7	61,80		
Estantería	8:30am - 10:00am	66	69,8	70,6	68	68,1	70,4	68,82	63,10	
	12:00pm- 2:00pm	57,7	58,9	62,4	61,2	61,5	61,5	60,53		
	4:00am- 6:00am	69,3	54,6	61,6	60,3	60,6	53,3	59,95		

Anexo M. Diagramas de Gantt. Escenarios de producción

Anexo N. Carpeta de cotizaciones