

Mejoramiento del proceso productivo para la empresa Incolpan SAS

Deixon Ortiz Ruiz

Dexy Liliana Manosalva Chivata

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Fabio Adolfo Velasco Sossa

Magister Administración de Empresa

Codirector

Edwin Alberto Garavito Hernández

Magister Ingeniería Industrial

Tutor

Karina Carlier Galeano

Ingeniera Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos terminar esta etapa de nuestras vidas, por darnos la paciencia y sabiduría para culminar este proceso de la mejor manera. A nuestros padres que han sido la principal fuente de inspiración y apoyo. A nuestro apreciado profesor Fabio Velasco, quien fue nuestro guía y apoyo incondicional, al profesor Edwin Garavito y cada uno de los profesores que de una u otra forma nos brindaron sus asesorías y conocimientos para aprender de ellos. A la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, la cual se convirtió en nuestro segundo hogar. A la universidad Industrial de Santander por acogernos como hijos y llenarnos de aprendizajes y enseñanzas, también por permitirnos encontrar en nuestros caminos a grandes compañeros y amigos que siempre estuvieron ahí, brindando su motivación y apoyo para no desistir, porque los logros nunca son individuales, si no son un conjunto de esfuerzos de aquellas personas que quieren verte feliz.

Dedicatoria

Hoy tengo la fortuna de decir que lo logré, esta meta la dedico en primer lugar a Dios, al todo poderoso que me dio la oportunidad de conseguir uno de mis sueños y junto a él le dedico este logro a mis padres, Rodrigo Manosalva y Gloria Chivata por estar siempre presentes, esforzándose por sacarme adelante y dándome palabras de aliento para no caer.

A mi hermana Leidy Manosalva quien ha sido parte importante de mi proceso con sus consejos y apoyo incondicional.

A toda mi familia que siempre han estado presentes y han creído en mis capacidades.

A todos y cada una de las personas que con sus palabras hicieron de este sueño posible.

La vida consta de buenos y malos momentos, pero hoy guardo en mi memoria los momentos más agradables de esta experiencia y dedicó este triunfo a ustedes, mi familia, mi fuente de inspiración.

Dexy Liliana Manosalva.

Dedicatoria

Dedico mi triunfo en primer lugar a Dios por guiarme y mostrarme el mejor camino.

A mis padres Pedro Julio Ortiz Mora y Francelina Ruiz Cuadros por el gran apoyo incondicional que me dieron durante este proceso, fue gracias a sus consejos y esfuerzos que dedicaron día a día para darme lo necesario y poder culminar este logro.

A mi hermano Edwin Ortiz Ruiz por ser mi fuente de inspiración y motivación para poder superarme cada día más.

A mis compañeros y amigos que sin esperar nada a cambio, compartieron sus conocimientos, tristezas y alegrías durante todo mi proceso y lograron que este sueño se hiciera realidad.

Deixon Ortiz Ruiz

Contenido

	Pág.
Introducción.....	22
1. Generalidades de la empresa.....	24
1.1 Identificación de la empresa	24
1.2 Misión.....	24
1.3 Visión	25
1.4 Valores Corporativos.....	25
1.5 Estructura Organizacional	25
1.6 Mapa de Procesos.....	26
2. Planteamiento del Problema	27
3. Objetivos.....	29
3.1 Objetivo General	29
3.2 Objetivos Específicos	29
4. Metodología	30
4.1 Etapa I: Introducción a la empresa.....	30
4.2 Etapa II: Diagnóstico del proyecto.....	30
4.3 Etapa III: Plan de mejoramiento.	31

4.4 Etapa IV: Simulación del proceso productivo.	31
4.5 Etapa V: Implementación del plan de mejoramiento.	32
4.6 Etapa VI: Formulación de indicadores.	32
4.7 Etapa VII: Socialización y capacitación.	33
4.8 Etapa VIII: Presentación de resultados.....	33
5. Marco de Referencia	33
5.1 Marco de Antecedentes	33
5.2 Marco Teórico.....	35
5.2.1 Mejoramiento de procesos.	35
5.2.2 Elaboración de diagramas.....	36
5.2.3 Lean Manufacturing.	37
5.2.4 Metodología 5S'.....	38
5.2.5 Metodología Despilfarros.	40
5.2.6 Estudio Métodos y Tiempos.	40
5.2.6.1 Muestreo del trabajo.	40
5.2.6.2 Toma de Tiempos por Cronómetro.	42
5.2.7 Capacidad.....	43
5.2.8 Diagrama Causa y Efecto.	43
5.2.9 Metodología SLP (System Layout Planning).	44
5.2.10 Estandarización de los procesos.	45

5.2.11 Plan Maestro de Producción (MPS).	46
6. Diagnóstico	47
6.1 Metodología del diagnóstico.....	47
6.1.1 Etapa 1: Recolección de la información.	47
6.1.1.1 Observación y entrevistas.	47
6.1.2 Etapa II: Organización de la Información	49
6.1.2.1 Producto.	49
6.1.2.2 Producción.	50
6.1.2.3 Localización y Planta Física.....	55
6.1.2.4 Procesos Productivos.....	57
6.1.2.5 Diagnóstico 5 S'.	62
6.1.2.6 Análisis de despilfarros y muestreo del trabajo.	67
6.1.2.6.1 Muestreo del trabajo.	67
6.1.2.6.2 Resultados muestreo del trabajo	73
6.1.2.6.3 Análisis de despilfarros.....	79
6.1.2.7 Análisis de capacidad.	81
6.1.2.7.1 Tiempos por cronómetro.....	82
6.1.2.7.2 Capacidad Real.	86
6.1.2.8 Diagrama Causa – Efecto.....	88
6.1.3 Etapa III: Resultados del diagnóstico.	89

7. Plan de Mejoramiento	91
7.1 Metodología del plan de mejoramiento	91
7.1.1 Etapa 1. Presentación de las propuestas.	91
7.1.2 Etapa 2. Descripción de las propuestas.	91
7.1.3 Etapa 3. Implementación de las propuestas avaladas.	91
7.1.4 Etapa 4. Control y seguimiento de las propuestas implementadas.	92
7.2 Análisis del diagnóstico y presentación de propuestas.	92
7.3 Descripción de las propuestas.	95
7.3.1 Redistribución de planta.	95
7.3.2 Programa de las 5´s	102
7.3.3 Estandarización de los procesos.	106
7.3.4 Análisis del flujo del proceso mediante la simulación en el software Flexsim, para posteriormente aumentar los recursos necesarios para eliminar las restricciones.	109
7.3.5 Diseño de un programa maestro de producción.	110
8. Simulación proceso productivo.....	112
8.1 Etapa de conceptualización.....	114
8.2 Etapa de Formulación.....	116
8.3 Etapa de experimentación.....	118
8.4 Resultados.....	119
9. Implementación Plan de Mejoramiento	125

9.1 Implementación redistribución de planta.	125
9.2 Implementación programa de 5 S.	127
9.3 Implementación estandarización de los procesos	132
9.4 Análisis del flujo del proceso mediante la simulación en el Software FlexSim, para posteriormente aumentar los recursos necesarios para eliminar las restricciones	137
9.5 Implementación programa maestro de producción.	139
10. Indicadores de gestión.	143
10.1 Tiempo de Recorrido	143
10.2 Indicador de efectividad en la calidad.	145
10.3 Indicador de producción por unidad de tiempo	148
10.4 Indicador de productividad	150
10.5 Indicador eficacia de la producción.....	153
11. Jornadas de socialización y capacitación del personal	155
12. Conclusiones	158
12. Recomendaciones.....	160
Referencias Bibliográficas.....	161

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1</i> Estructura Organizacional INCOLPAN.	26
<i>Figura 2.</i> Mapa de procesos INCOLPAN.	26
<i>Figura 3.</i> Diagrama de Pareto unidades producidas del 2018.	52
<i>Figura 4.</i> Diagrama de Pareto costo de fabricación productos 2018.	54
<i>Figura 5.</i> Ubicación empresa INCOLPAN SAS. Tomado de google maps.	55
<i>Figura 6.</i> Diagrama de red 5 S'	63
<i>Figura 7.</i> Diagrama de torta resultados pre-muestreo.	70
<i>Figura 8.</i> Diagrama resultados generales muestreo del trabajo	73
<i>Figura 9.</i> Diagrama Causas tiempo contributivo.	74
<i>Figura 10.</i> Diagrama causas tiempo no contributivo.	75
<i>Figura 11.</i> Diagrama de barras causas tiempo no contributivo	76
<i>Figura 12.</i> Diagrama de barras detenciones	77
<i>Figura 13.</i> Diagrama de barras Tiempo productivo vs Tiempo no productivo por operación	78
<i>Figura 14.</i> Diagrama de barras despilfarros	79
<i>Figura 15.</i> Tabla número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos	83
<i>Figura 16.</i> Método SLP (System Layout Planning)	97
<i>Figura 17.</i> Redistribución de planta.	101
<i>Figura 18.</i> Lista de chequeo	105

<i>Figura 19.</i> Lista de chequeo estandarización de los procesos.....	108
<i>Figura 20.</i> Sistema para la elaboración de una simulación.....	113
<i>Figura 21.</i> Diseño simulación pan leche de 1000	119
<i>Figura 22.</i> Diagrama de tiempo recorrido simulación.....	120
<i>Figura 23.</i> Diagrama de utilización de hornos escenario 1	121
<i>Figura 24.</i> Diagrama de utilización de horno 1 escenario 2	122
<i>Figura 25.</i> Diagrama de utilización de hornos 2 y 3 escenario 2	122
<i>Figura 26.</i> Diagrama de barras incremento de recursos	123
<i>Figura 27.</i> Diagrama aumento de productividad escenario 1.	124
<i>Figura 28.</i> Diagrama aumento de productividad escenario 2.	124
<i>Figura 29.</i> Capacitación al personal sobre el programa de 5S'	128
<i>Figura 30.</i> Jornada de limpieza programa 5S'	130
<i>Figura 31.</i> Diagrama de Cumplimiento programa de 5s	131
<i>Figura 32.</i> Reunión métodos de trabajo.....	133
<i>Figura 33.</i> Formato estandarización de procesos	134
<i>Figura 34.</i> Diagrama resultados de estándar de procesos	136
<i>Figura 35.</i> Gráfica tiempo recorrido por producto	145
<i>Figura 36.</i> Comportamiento de índice de efectividad en la calidad	147
<i>Figura 37.</i> Gráfica de indicador de producción por unidad de tiempo.....	149
<i>Figura 38.</i> Indicador de productividad	152
<i>Figura 39.</i> Gráfico indicador eficacia de la producción	154

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cumplimiento de Objetivos</i>	23
Tabla 2. <i>Conclusiones Observación y Entrevistas</i>	48
Tabla 3. <i>Clasificación de productos por proceso</i>	50
Tabla 4. <i>Unidades producidas en el 2018</i>	51
Tabla 5. <i>Costo de fabricación productos en el 2018</i>	53
Tabla 6 <i>Descripción operaciones en planta de producción</i>	58
Tabla 7. <i>Relación de operaciones y proceso de productos</i>	60
Tabla 8. <i>Resultados diagramas de flujo de los procesos</i>	61
Tabla 9. <i>Resultados análisis de 5s'</i>	63
Tabla 10. <i>Resultados pre-muestreo</i>	69
Tabla 11. <i>Tiempo productivo vs tiempo no productivo</i>	69
Tabla 12. <i>Resultado muestreo en general</i>	73
Tabla 13. <i>Escala de valoración</i>	84
Tabla 14 <i>Resumen tiempo tipo por proceso</i>	85
Tabla 15 <i>Análisis de capacidad por proceso</i>	87
Tabla 16 <i>Análisis diagnóstico y propuestas</i>	93
Tabla 17. <i>Cronograma implementación de propuestas</i>	94
Tabla 18. <i>Recursos y responsables</i>	95
Tabla 19. <i>Cantidad y costos por producto</i>	97
Tabla 20 <i>Necesidades de espacio</i>	99

Tabla 21 <i>Elementos de la simulación</i>	115
Tabla 22 <i>Organización y demarcaciones de áreas programa 5S'</i>	129
Tabla 23 <i>Porcentaje de Cumplimiento programa de 5S'</i>	132
Tabla 24. <i>Resultados de la estandarización de los procesos</i>	135
Tabla 25. <i>Matriz de Priorización de Hornos</i>	139
Tabla 26. <i>Tiempo de fabricación de productos</i>	140
Tabla 27. <i>Producción semanal en arrobas</i>	142
Tabla 28. <i>Ficha técnica indicador de tiempos recorridos</i>	143
Tabla 29. <i>Distancias recorridas por producto</i>	144
Tabla 30. <i>Tiempos de recorrido por producto</i>	144
Tabla 31. <i>Ficha técnica del indicador de efectividad en la calidad</i>	146
Tabla 32. <i>Cálculo de indicador de efectividad en la calidad</i>	146
Tabla 33. <i>Ficha Técnica del indicador de producción por unidad de tiempo.</i>	148
Tabla 34. <i>Promedio de unidades diarias</i>	148
Tabla 35. <i>Cálculo del indicador eficiencia de la producción.</i>	149
Tabla 36. <i>Ficha técnica de indicador índice de comparación</i>	150
Tabla 37. <i>Cálculo de indicador de productividad</i>	151
Tabla 38. <i>Ficha técnica indicador eficacia de la producción</i>	153
Tabla 39. <i>Cálculo del indicador eficacia de la producción</i>	154

Lista de Apéndices

Apéndice 1. Entrevistas personal de la empresa Incolpan .	47
Apéndice 2. Diseño y distribución de planta.	56
Apéndice 3. Diagramas de recorrido.	57
Apéndice 4. Diagramas de flujo del proceso productivo.	61
Apéndice 5. Análisis 5S' empresa Incolpan.	62
Apéndice 6. Evidencia estado actual 5S'.	62
Apéndice 7. Formato muestreo del trabajo.	73
Apéndice 8. Muestreo del trabajo por observación.	73
Apéndice 9. Tiempo productivo vs tiempo no productivo.	77
Apéndice 10. Despilfarros encontrados por muestreo del trabajo.	79
Apéndice 11. Definición de ciclos por operación.	82
Apéndice 12. Pre-muestra tiempos por cronómetro.	82
Apéndice 13. Tiempos por cronómetro.	84
Apéndice 14. Tabla de suplementos	84
Apéndice 15. Cálculo de capacidad.	87
Apéndice 16. Herramienta 5 por qué.	88
Apéndice 17. Diagrama de causa y efecto.	88
Apéndice 18. Diagrama multiproducto.	97
Apéndice 19. Diagrama de interrelaciones.	98
Apéndice 20. Diagrama relacional de actividades	98

Apéndice 21. Plano actual empresa Incolpan.	99
Apéndice 22. Espacio disponible.	99
Apéndice 23. Diagrama relacional de espacios.	100
Apéndice 24. Relación de espacios en plano físico de la empresa Incolpan.	100
Apéndice 25. Propuesta final del diseño de planta	100
Apéndice 26. Diseño de planta a implementar.	101
Apéndice 27. Lista de chequeo 5S'	105
Apéndice 28. Formato programa maestro de producción.	111
Apéndice 29. Diagrama de flujo pan leche de 1000.	114
Apéndice 30. Tiempos pan leche de 1000.	116
Apéndice 31. Distribuciones de probabilidad.	116
Apéndice 32. Simulación proceso productivo pan leche de 1000.	119
Apéndice 33. Lista de chequeo programa 5 S'	131
Apéndice 34. Documentación procesos productivos Incolpan.	134
Apéndice 35. Estandarización de los procesos Incolpan.	134
Apéndice 36. Listas de chequeo estandarización.	135
Apéndice 37. Pedidos meses noviembre y diciembre.	140
Apéndice 38. Pronóstico noviembre y diciembre	141
Apéndice 39. Programa maestro de producción.	141
Apéndice 40. Presentación propuestas de mejora.	155
Apéndice 41. Presentación de resultados simulación proceso productivo.	156
Apéndice 42. Evidencia jornadas de socialización y capacitación.	157

Nota: Ver apéndices en la carpeta adjunta al CD

Resumen

Título: Mejoramiento del proceso productivo para la empresa INCOLPAN SAS.*

Autores: Deixon Ortiz Ruiz
Dexy Liliana Manosalva Chivata**

Palabras Claves: Mejoramiento, productividad, capacidad, distribución de planta, estudio de tiempos, 5s, despilfarros, Lean Manufacturing.

Descripción:

La empresa INCOLPAN SAS se dedica a la fabricación y comercialización de pan en Santander, que ha venido evolucionando con el fin de aumentar su productividad y adaptabilidad a los cambios que exige el mercado en la industria panificadora. El objetivo de este documento es diseñar e implementar un plan de mejoramiento del proceso productivo, basado en la filosofía Lean Manufacturing, que permita mejorar la productividad y ventas de la empresa.

Inicialmente en el proyecto se realiza un diagnóstico en la planta de producción a seis productos seleccionados, en el cual se aplican diferentes herramientas de Lean Manufacturing, como: análisis de despilfarros, metodología de 5's y estandarización de los procesos. También se realizó un estudio de medición de tiempos, análisis de capacidad instalada, plan maestro de producción (MPS) y diagrama de causa y efecto. Además, un análisis y rediseño sobre la distribución actual de la planta y el análisis del flujo del proceso mediante la simulación en el software FlexSim para el aumento de recursos y eliminación de cuellos de botella.

En la etapa de la implementación de las propuestas, se realizaron capacitaciones a todo el personal involucrado en el proceso, después se realizó el seguimiento a cada una de las propuestas y por último se evaluaron los resultados obtenidos. A través de los diferentes capítulos se muestra el estudio y trabajo realizado.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas Escuela de Estudios Industriales y Empresariales Director: Fabio Adolfo Velasco Sossa. Codirector: Edwin Alberto Garavito. Tutor: Karina Carlier Galeano

Abstract

Title: Improvement of the productive process for the company INCOLPA SAS. *

Authors: Deixon Ortiz Ruiz
Dexy Liliana Manosalva Chivata **

Keywords: Improvement, productivity, capacity, plant distribution, time study, 5s, waste, Lean Manufacturing.

Description

The company Incolpan SAS is dedicated to the manufacture and marketing of bread in Santander, which has been evolving in order to increase its productivity and adaptability to the changes demanded by the market in the bakery industry. The objective of this document is to design and implement a product process improvement plan, based on the Lean Manufacturing philosophy, that allows improving the company's productivity and sales.

Initially in the project, a diagnosis is made in the production plant of six selected products, in which different Lean Manufacturing tools are applied, such as: waste analysis, 5s methodology and standardization of the processes. A study of measurement and times, analysis of installed capacity, master production plan (MPS) and cause and effect diagram were also carried out. In addition, an analysis and redesign of the current distribution of the plant and the analysis of the process flow through the simulation in flexSim software to increase the necessary resources and eliminate bottlenecks, depending on the problem faced.

In the implementation phase of the proposals, training was carried out for all the personnel involved in the process. Afterwards, each of the proposals was followed up and finally the results obtained were evaluated. Through the different chapters, the study and work carried out are shown.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas Escuela de Estudios Industriales y Empresariales Director: Fabio Adolfo Velasco Sossa. Codirector: Edwin Alberto Garavito. Tutor: Karina Carlier Galeano

Introducción

Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013). Las industrias de Bucaramanga hacen parte de las pequeñas y medianas empresas, las grandes empresas se caracterizan por su organización y las estrategias implementadas que permitan que estas crezcan y sean competitivas en el mercado.

La empresa INCOLPAN como parte de las pequeñas y medianas empresas, han tomado la decisión de buscar alternativas que permitan día a día su crecimiento y llegar abarcar cada día más mercados, por tal motivo han permitido la realización de un estudio detallado, el cual se presentará a continuación, inicialmente se realizará un diagnóstico con diferentes herramientas de la filosofía Lean Manufacturing tal como el análisis de desperdicios y 5s'; para ello se utilizaron metodologías como toma de tiempos, análisis de capacidad, diagramas de causa y efecto, entre otros. De esta forma se llegará a unos resultados que permitirán plantear estrategias para mejorar la productividad y eficiencia de la empresa. Consecutivamente se diseñó un Plan de Mejoramiento que permitió dar solución a las problemáticas encontradas, mediante metodologías como System Layout Planing (SLP), Estandarización de procesos, Programa Maestro de Producción, entre otros. Además se presenta una simulación del proceso productivo y su mejoramiento en el Software FlexSim, lo cual apoyará las estrategias planeadas para posteriormente dar paso a su implementación.

A continuación, se presentarán los resultados del diagnóstico, el plan de mejoramiento, la implementación de las propuestas y los indicadores de gestión, los cuales demostrarán los cambios obtenidos durante este proceso llevando a mejorar la calidad y productividad de la empresa INCOLPAN SAS.

Tabla cumplimiento de objetivos

Tabla 1. *Cumplimiento de Objetivos*

Objetivos	Capítulo	Pág
Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos, para la elaboración de los productos de panadería y bizcochería en la empresa “Industria Colombiana de Pan” (INCOLPAN).	Capítulo 6	41
Formular un plan de mejoramiento, de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico, que contribuyan al mejoramiento de los procesos productivos.	Capítulo 7	93
Evaluar las propuestas de mejora mediante una simulación de los posibles escenarios, basados en las variables de análisis de capacidad y flujo del proceso productivo	Capítulo 8	116
Implementar las propuestas de mejora avaladas por los directivos de la empresa.		
Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar y verificar las mejoras implementadas en el sistema productivo de la empresa INCOLPAN.	Capítulo 10	151
Realizar jornadas de socialización y capacitación al personal encargado de la producción, sobre las mejoras implementadas.	Capítulo 11	164

1. Generalidades de la empresa

1.1 Identificación de la empresa

La empresa INCOLPAN S.A.S es una pequeña empresa, ubicada en la Carrera 12 # 6-24 de Piedecuesta Santander, dedicada a la fabricación y comercialización de productos de panificación, pastelería y galletería; su creador y dueño es el licenciado Adolfo Carlier Ardila. Sus productos son comercializados principalmente en las tiendas y supermercados del Área Metropolitana de Bucaramanga (Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Bucaramanga), San Vicente, Barrancabermeja y Socorro. Desde 1990 se encuentra registrada en la Cámara de Comercio, cumpliendo así en la actualidad 30 años de funcionamiento, cuenta con una planta de producción acorde a los lineamientos trazados por el INVIMA, entre los cuales se destaca pisos, paredes, enchapados y maquinaria.

1.2 Misión

Nuestra principal tarea es la de elaborar productos alimenticios saludables en las regiones de bizcochería y pastelería, para satisfacer las necesidades de nuestros consumidores y las expectativas de los proveedores. Para ello contamos con un equipo humano idóneo y calificado; con espíritu de trabajo dinámico y emprendedor, soportado en los valores corporativos, la tecnología, el mejoramiento continuo y el cumplimiento de las normas legales que nos rigen.

1.3 Visión

Lograr que “INCOLPAN” se consolide dentro de una posición de liderazgo en la producción y comercialización del pan y sus derivados, en el ámbito local, regional y nacional.

Aplicaremos un mejoramiento continuo en todos los procesos, respaldados por la calidad humana de nuestros funcionarios en la búsqueda de bienestar.

1.4 Valores Corporativos

- Inocuidad
- Calidad
- Amor al trabajo
- Honestidad
- Excelente servicio
- Compromiso

1.5 Estructura Organizacional

La empresa INCOLPAN actualmente cuenta con 24 empleados fijos y 9 empleados temporales. A continuación en la Figura 1; se presenta la estructura organizacional de la empresa.

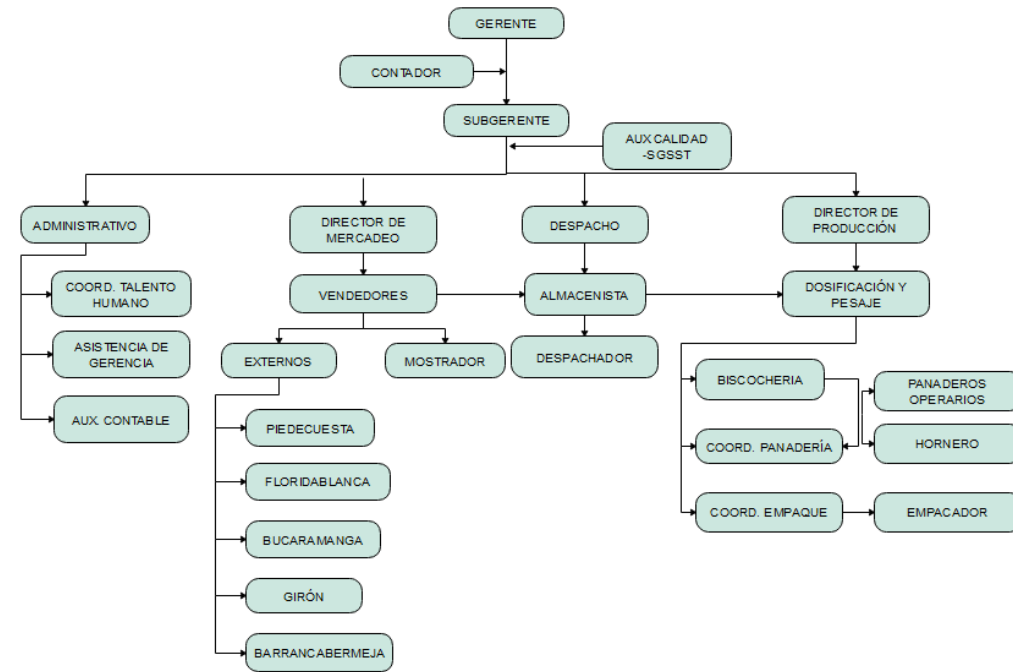


Figura 1 Estructura Organizacional INCOLPAN. Adaptado de: INCOLPAN SAS

1.6 Mapa de Procesos

En la Figura 2; se presentan los principales procesos de la empresa mediante el mapa de procesos.

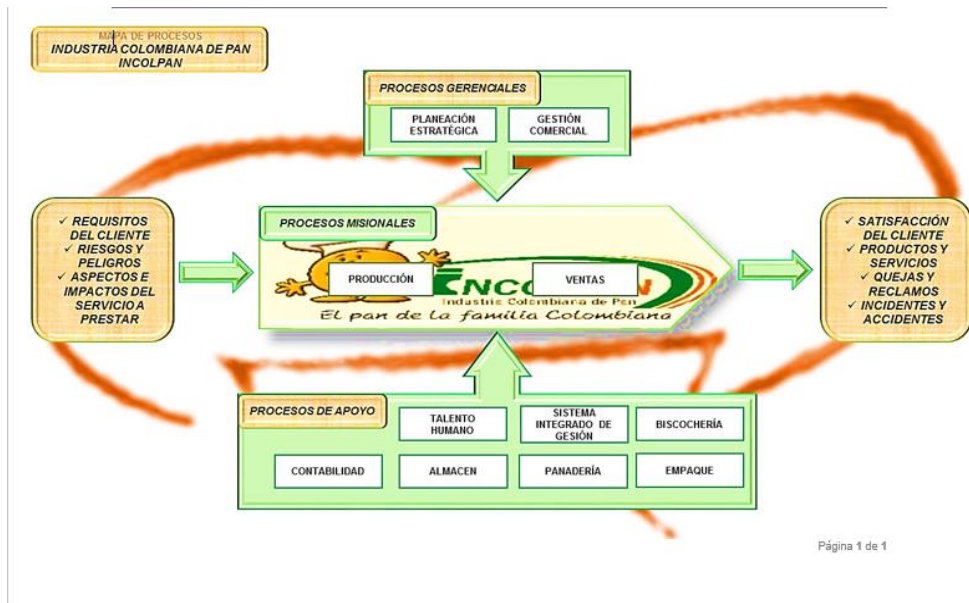


Figura 2. Mapa de procesos INCOLPAN. Adaptado de: INCOLPAN SAS

2. Planteamiento del Problema

La industria panificadora en Colombia comenzó desde el siglo XVI, desde entonces se han presentado varios avances y este producto se ha convertido en uno de los alimentos primordiales para el consumo de los colombianos, según un estudio realizado por la firma Nielsen a más de 4 mil hogares en 9 ciudades del país. Se concluyó, que el 70% de los hogares incluyen en su desayuno huevos, pan, arepa, café y chocolate, dándole a la industria panificadora la oportunidad de capturar una gran parte del mercado (The Nielsen Company (US), LLC., 2019). Santander es la cuarta economía con mayor PIB del país, la participación de las empresas de la región es relativamente baja, donde tan solo 33 empresas hacen parte de las grandes del país y las industrias panificadoras no alcanzan a ser parte de este ranking, en Piedecuesta existe la empresa INCOLPAN “Industria Colombiana de Pan” la cual tiene una trayectoria de 28 años, donde se ha dedicado a la elaboración y comercialización de una variedad de productos en Barrancabermeja, Bucaramanga y su área metropolitana.

Esta empresa ha querido posicionarse como una de las primeras en la industria del pan en Santander, por esto se ha convertido en un reto mejorar su productividad. Sin embargo, la gerencia ha evidenciado algunos problemas que no han permitido cumplir con su objetivo. En entrevistas con la jefe de operaciones se encontró que existen problemas en el flujo del proceso, dado que se trabajan dos procesos principales, el de bizcochería y panadería; lo que hace que la ubicación de materiales y productos terminados no tengan un orden específico, además se tienen problemas de distribución y espacio de la planta, ya que el área de producción es de aproximadamente 420 m²,

de los cuales alrededor del 70% está ocupado por maquinaria y equipo, haciendo que el espacio para desplazamientos sea reducido, ya que para la elaboración de los productos es necesario los constantes transportes. También se han evidenciado problemas en programación de producción e inventario de producto en proceso, lo que hace que en un momento determinado se detenga el proceso de producción, generando tiempo ocioso en los operarios alrededor de un 25% de la jornada de trabajo, además, limitando la capacidad de producción de la planta a tan solo 1136 kg de harina por día, lo cual no ha permitido que la empresa pueda ampliar su producción, perdiendo la oportunidad de incrementar en un 20% o más en sus ventas.

Las situaciones anteriormente mencionadas no permiten que la empresa logre el crecimiento esperado, por tanto, a través de este proyecto se busca implementar un plan de mejoramiento basado en la filosofía Lean Manufacturan, que permita a la empresa alcanzar sus niveles de producción y generar un aumento en sus ventas para llegar a ser una de las primeras industrias panificadoras de Santander.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento del proceso productivo para la empresa “Industria Colombiana de Pan” (INCOLPAN) de Piedecuesta, basado en la filosofía Lean Manufacturing, que permita mejorar la productividad y ventas de la empresa.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos, para la elaboración de los productos de panadería y bizcochería en la empresa “Industria Colombiana de Pan” (INCOLPAN).
- Formular un plan de mejoramiento, de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico, que contribuyan al mejoramiento de los procesos productivos.
- Evaluar las propuestas de mejora mediante una simulación de los posibles escenarios, basados en las variables de análisis de capacidad y flujo del proceso productivo
- Implementar las propuestas de mejora avaladas por los directivos de la empresa.
- Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita evaluar y verificar las mejoras implementadas en el sistema productivo de la empresa Incolpan.
- Realizar jornadas de socialización y capacitación al personal encargado de la producción, sobre las mejoras implementadas.

4. Metodología

4.1 Etapa I: Introducción a la empresa

Esta etapa consiste en conocer detalladamente la empresa Incolpan (Industria Colombiana de Pan), los mercados abarcados, las ventas, los productos, la maquinaria utilizada, entre otros aspectos que tienen relación con la planta de producción, operarios y su funcionamiento como empresa.

4.2 Etapa II: Diagnóstico del proyecto

Para la elaboración del diagnóstico inicialmente se realiza un estudio de fuentes primarias, secundarias, revisión bibliográfica y antecedentes de otros proyectos. Lo anterior con la finalidad de conocer la metodología que se empleará para el desarrollo del proyecto de grado y así mismo determinar la situación actual de los procesos productivos de la empresa. A partir de esto se seleccionan las herramientas y la metodología a utilizar para la elaboración del diagnóstico, se iniciará utilizando diagramas de Pareto que permitan reconocer los productos a intervenir, para después utilizar herramientas como diagramas de flujo, de recorrido, análisis al diseño de planta, 5s', muestreo del trabajo, despilfarros, toma de tiempos, análisis de capacidad y diagramas de causa y efecto.

4.3 Etapa III: Plan de mejoramiento.

En esta etapa se realizará una serie de propuestas que den solución a las problemáticas encontradas en el diagnóstico, elaborando un plan estratégico que estará constituido por la problemática que pretende atender, el objetivo de la propuesta y la metodología a realizar para cumplir con la misma. Para llevar a cabo estas propuestas se utilizaron herramientas como la metodología SLP (System Layout Planing), Estandarización de procesos, Programa Maestro de Producción y 5s'. Posteriormente se presenta a las directivas de la empresa el plan constituido y se hacen los correspondientes ajustes, para finalmente proceder a la ejecución del mismo.

4.4 Etapa IV: Simulación del proceso productivo.

La simulación se desarrollará en el Software FlexSim, para su elaboración es necesario llevar a cabo tres fases fundamentales, inicialmente se realiza la conceptualización del proceso, en esta fase se realiza la definición del problema, se plantean los objetivos de la simulación y se formula un plan del modelo que se quiere; la segunda fase consta de la recolección de datos y el desarrollo del modelo, después de obtener el modelo se realiza la verificación del modelo y la validación, la cual es realizada por una persona externa con conocimiento en el tema. Finalmente, la tercera fase consta de la experimentación de los posibles escenarios y el respectivo análisis de los resultados obtenidos.

4.5 Etapa V: Implementación del plan de mejoramiento.

Una vez establecido el plan de mejoramiento se procede a ejecutarlo de acuerdo al orden establecido, para esto se realizan capacitaciones que permitan sensibilizar y familiarizar al personal con el fin de involucrarlos y aclarar el papel que desempeñaran en la implementación de cada una de las propuestas. Luego se ejecutaron las propuestas empezando con la redistribución de planta y el programa de 5 s', con el fin de dar un orden a la producción y a la planta, posteriormente se llevó a cabo las propuestas de incrementar algunos recursos y la realización de un programa maestro de producción, para mejorar en cuanto a la capacidad y orden de la producción; finalmente se ejecutó la propuesta de estandarización de los procesos, donde se pretendía especificar algunos aspectos de la producción y también evitar pérdidas de tiempo por parte de los operarios.

4.6 Etapa VI: Formulación de indicadores.

Una vez iniciada la implementación de las propuestas, se inicia la creación de indicadores que permitan medir las mejoras obtenidas dentro de la empresa. Posteriormente se ejecutan, para ello es necesario recolectar la información necesaria, esto se lleva a cabo mediante información brindada por la empresa y otra que debe ser tomada durante y después de la implementación de las propuestas. Finalmente se evalúa el rendimiento y efectividad de cada uno de ellos.

4.7 Etapa VII: Socialización y capacitación.

Para la ejecución de la etapa VII, se prepara material como carteleras y formatos que permiten de una forma más sencilla explicar las metodologías a utilizar, esto es necesario realizarlo antes de la implementación de las propuestas; posterior a la implementación se realiza una reunión donde se socializan los cambios obtenidos con la implementación del plan de mejoramiento.

4.8 Etapa VIII: Presentación de resultados.

Al finalizar todas las actividades en el proyecto y culminar el compromiso con el mismo, se realizará un análisis de todo el desarrollo del proyecto contrastado con los objetivos propuestos y alcanzados. También se presentarán los indicadores de gestión formulados y las recomendaciones a tener en cuenta por parte de la empresa o para futuros proyectos.

5. Marco de Referencia

5.1 Marco de Antecedentes

La revisión de proyectos anteriores sirvió como base fundamental para la elaboración del proyecto, donde se revisaron herramientas y metodologías que se podían utilizar para el

mejoramiento del sistema productivo de la empresa INCOLPAN, de los cuales se identificaron entre otros, tres en particular:

Durante el año 2015, se realizó el proyecto MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA GARCIA VEGA S.A.S EN SU PLANTA DE GIRON (Tibaduisa, 2015), Elaborado para la empresa García Vega S.A.S, buscó un mejoramiento y aumento de la productividad utilizando herramientas de Lean Manufacturing, por lo cual se realizó un diagnóstico en primera instancia para identificar claramente las fortalezas y debilidades del sistema productivo, dando paso a las propuestas de mejora; como una apropiada distribución de planta, implementación adecuada de las 5 S' para evitar desperdicios de tiempo en búsqueda de herramientas y materiales, aumento de la capacidad, entre otras. Además, la implementación de indicadores de medición para el proceso productivo y la estandarización de procesos.

De igual manera el proyecto MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA LA PARED (Ardila, 2017), Elaborado para la empresa Promotora de Arte y Diseño La Pared, busco un mejoramiento y aumento de la productividad, por lo cual se realizó un diagnóstico en primera instancia para identificar los problemas del sistema productivo, posteriormente se dio marcha a las propuestas de mejora; como una adecuada distribución de planta con el fin de mejorar el flujo del proceso de fabricación, la implementación adecuada de las 5 S', mejoramiento en la gestión de inventarios, entre otras. En la empresa se creó la conciencia de mantener ordenado y limpio los puestos de trabajo a través de la metodología de las 5's, además, se redujo circunstancialmente los inventarios que presentaba la organización.

En la empresa Servicio de Acondicionado a Curtiembres S.A.S desarrollaron un proyecto denominado MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA SERVICIO DE ACONDICIONADO A CURTIEMBRES S.A.S (Pinto, 2015), también busca un

mejoramiento y aumento de la productividad, por lo cual se realizó un diagnóstico del sistema productivo, dando paso a las propuestas de mejora; como una apropiada distribución de planta, programación de la producción, mejora en los tiempos de las operaciones, entre otras. Además, diseñaron un sistema de indicadores para medir las mejoras realizadas y se implementó un plan de sensibilización y capacitación del personal para crear conciencia de mantener ordenado y limpio los puestos de trabajo.

5.2 Marco Teórico

5.2.1 Mejoramiento de procesos. La mejora de los procesos significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando los controles y reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas del mercado. Para conseguirlo una empresa requiere responsables de los procesos, documentación, requisitos definidos de proveedores, requisitos y necesidades del cliente, indicadores, criterios de medición y herramientas de mejora estadística.







Fases de Mejoramiento de los Procesos de una Empresa (Harrington, 1993)

- I.** Organización para el mejoramiento: Asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso.
- II.** Comprensión del proceso: comprender todas las dimensiones del actual proceso de la empresa.
- III:** Modernización: Mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso de la empresa.
- IV.** Mediciones y controles: Poner en práctica un sistema para controlar el proceso para un mejoramiento progresivo.
- V.** Mejoramiento continuo: Poner en práctica un proceso de mejoramiento continuo.

5.2.2 Elaboración de diagramas. Los diagramas facilitan el análisis de las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utiliza en un proceso, desde la llegada de materia prima hasta la salida del producto terminado mostrando gráficamente quien proporciona insumos y a quien van dirigidos, además, permite identificar problemas como los recursos restrictivos que se presentan durante el desarrollo del proceso.

I. Diagrama de Flujo

Diagrama de flujo muestra todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone el producto a medida que recorre la planta (Niebel & Freivalds, 2009). Por lo tanto, necesitan varios símbolos que están conectados por medio de flechas indicando la secuencia de la operación:

- Operación: Transforma 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 

II. Diagrama de recorrido

El Diagrama de Recorrido también denominado Diagrama de Circulación o Diagrama de Flujo, es una representación gráfica de la distribución de la planta y los edificios, que muestra la localización de todas las actividades del Diagrama de Proceso de Recorrido.

Su construcción incluye la identificación de cada actividad con el símbolo que lo representa y número correspondiente al que aparece en el Diagrama de Proceso de Recorrido. La dirección del

flujo se indica con el sentido de las flechas sobre las líneas. Y su elaboración ideal es sobre un plano existente de la planta donde se realiza el proceso y sobre el delinear el flujo del proceso.

Este diagrama es un completo ideal del Diagrama de Proceso de Recorrido, puesto que indica las posibles aéreas congestionadas, los avances y retrocesos del proceso y facilita el desarrollo de una mejor distribución de planta.

Su objetivo es determinar y después, eliminar o disminuir: Los retrocesos, los desplazamientos y los puntos de acumulación de tránsito.

5.2.3 Lean Manufacturing. Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicio”, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro.

Su objetivo final es el de generar una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

5.2.4 Metodología 5S'. 5's es un programa de trabajo que consiste en desarrollar actividades de orden. Limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que, por su sencillez, básicamente permiten la participación de todos a nivel individual o grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos, además de la productividad, siendo aplicable tanto a talleres como a oficinas. Se denominan “5S”, por estar basados en cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada (Rey Sacristan, 2005).

Definición de las 5'S (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

- **SEIRI (Eliminar):** La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.
- **SEITON (Ordenar):** Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. Para su puesta en práctica hay que decidir

dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

- **SEISO (Limpieza e Inspección):** Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

- **SEIKETSU (Estandarizar):** La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen.

- **SHITSUKE (Disciplina):** Se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y

mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación.

5.2.5 Metodología Despilfarros. En el entorno Lean se define “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando identificamos una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, aunque no tengan un valor añadido. En este caso estos despilfarros tendrán que ser asumidos (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Tipos de despilfarros: Tiempo, Inventario, Transporte, Movimiento, Defectos, Proceso, Sobreproducción.

5.2.6 Estudio Métodos y Tiempos. La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty, 1996).

5.2.6.1 Muestreo del trabajo. El muestreo de trabajo es el proceso de observar al azar el desenvolvimiento de los empleados para determinar cómo aprovechan su tiempo (Meyers, 2000)

Pasos preliminares:

- a. Definir los objetivos, los cuales incluyen la especificación de las categorías de actividad por observar.

- b. Diseño del procedimiento de muestreo, lo que implica: Estimación satisfactoria de las observaciones, Selección de la longitud del trabajo.
- c. Determinación de los detalles del procedimiento de muestreo, tales como programación de las observaciones, método exacto de observaciones, diseño de la hoja de observaciones y rutas a seguir.
- d. Recopilación de datos por medio de la ejecución de un plan de muestreo previamente diseñado.
- e. Procesamiento de cálculos.
- f. Presentación de resultados.
- g. Para determinar el número total de observaciones necesarias, con objeto de tener la exactitud y la tolerancia deseadas, se siguen estos pasos:
- h. Hacer un cálculo aproximado del porcentaje que representa un elemento cualquiera con relación al total de actividades:

$$p = (\text{Actividades de mayor interés}) / \text{número total de actividades}$$

$$p = \frac{\text{Actividades de mayor interés}}{\text{Número total de actividades}}$$

- i. Determinar los límites aceptables de tolerancia, es decir, decidir qué aproximación se desea tener en los resultados en relación con los valores reales. Una tolerancia aceptable es de +5%, pero en cada caso particular se debe decidir lo que se desea y recordar que, al disminuir este valor, se incrementa el número necesario de observaciones.
 - a) Determinar la exactitud o certidumbre y nivel de confianza que se desean. Por exactitud se entiende el número de veces que se tendrá la seguridad de que el resultado obtenido este dentro de los límites de tolerancia fijados.
 - b) Determinar el número de observaciones por día

$$\# \text{ Observaciones día} = \frac{\text{Min.de presencia en planta}}{\text{cant analistas} * \text{Min.recorrido}} \text{ (García Criollo, 2005)}$$

5.2.6.2 Toma de Tiempos por Cronómetro. Es una técnica de medición de trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty, 1996)

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas). Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse en hojas en blanco o de distinto formato cada vez, sin embargo, sería una gran contradicción que quién se encarga de la normalización de un proceso no tenga estandarizada una metodología de registro, y esto incluye los formularios. Por otro lado, los formularios normalizados prácticamente obligan a seguir cierto método, minimizando el riesgo de que se escapen datos esenciales (Vides, Díaz, & Gutiérrez, 2017).

Procedimiento del estudio de tiempos (Meyers, 2000)

Seleccionar el trabajo que se va a estudiar, hacer acopio de la información sobre el trabajo, dividir el trabajo en elementos, efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho, hacer la extensión del estudio de tiempo, determinar el número de ciclos a cronometrar, calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador, aplicar tolerancias, verificar la lógica, publicar el estándar de tiempos.

5.2.7 Capacidad. Se puede definir la capacidad como “la máxima cantidad de bienes o servicios que puede obtenerse en una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento en un período de tiempo determinado”. La determinación de la capacidad productiva es una decisión estratégica clave dado que, una vez determinada la capacidad de las instalaciones ésta se convierte en una restricción para el resto de las decisiones del director de operaciones pues es difícil de alterar sin incurrir en elevados costes.

Además, esta decisión lleva asociada una importante inversión de capital que va a determinar en gran medida las posibilidades de éxito de la organización pues si la capacidad de la empresa es insuficiente para satisfacer la demanda, se perderán clientes y la imagen de la empresa puede verse perjudicada, mientras que un exceso de capacidad puede tener importantes repercusiones sobre la estructura de costes de la organización.

5.2.8 Diagrama Causa y Efecto. El diagrama causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años cincuenta mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la “cabeza del pescado” y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado. Por lo general, las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales: humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente, administrativas, cada una de las cuales se subdividen en sub-causas. El proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista. Un buen diagrama tendrá varios niveles de espinas y proporcionará un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia. Después, los factores se analizan de

manera crítica en términos de su probable contribución a todo el problema. Es posible que este proceso también tienda a identificar soluciones potenciales (Nebel & Freivalds, 2009)

5.2.9 Metodología SLP (System Layout Planning). (Memoria PFC , 2007) El Método S.L.P. (Systematic Layout Planning) fue desarrollado por Richard Muther que, basándose en las distintas técnicas empleadas por los Ingenieros Industriales, consiguió sistematizar los proyectos de distribución.

Este Método consigue enfocar de forma organizada los proyectos de planteamiento, fijando un cuadro operacional de Fases, una serie de procedimientos, un conjunto de normas que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la preparación de un planteamiento.

En el desarrollo del proyecto se observará que, aunque existe un sustento matemático y analítico de las técnicas de distribución, éste no es complejo y la solución final requiere de elementos imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor.

Fases del Metodo SLP

- **FASE I: localización**

Inicialmente es necesario establecer el área que se pretende organizar. No es necesario que sea un emplazamiento nuevo ya que puede tratarse del mismo, que necesita una re planificación, o de un espacio que ha quedado disponible.

- **FASE II: Planteamiento General**

En esta Fase es preciso disponer globalmente de toda la superficie a plantear, para lo cual se analizan los sectores y los recorridos de forma que la disposición general, los enlaces y el aspecto general de cada sector importante queden determinados.

- **FASE III: Planteamiento Detallado**

A lo largo de esta Fase se determina el emplazamiento efectivo de cada elemento físico (máquina y equipo) de las zonas de planteamiento. En el cual se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: Flujo de materiales, Relación entre actividades, Diagrama relacional de actividades, Necesidades de espacio, Espacio disponible, Diagrama relacional de espacios, Factores influyentes y limitaciones prácticas, Desarrollo de soluciones, Evaluación y selección.

- **FASE LV: Instalación**

Esta Fase comprende la preparación de la instalación, la obtención del conforme de la Dirección y los desplazamientos necesarios de máquinas y equipos.

5.2.10 Estandarización de los procesos. “Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

La estandarización en el entorno de fabricación japonés se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua y, probablemente, en la principal herramienta del éxito de su sistema. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. La mejora continua es la repetición de este ciclo. En este punto reside una de las claves del pensamiento Lean: “Un estándar se crea para mejorarlo”.

(LEAN MANUFACTURING)

5.2.11 Plan Maestro de Producción (MPS). (Lean Manufacturing¹⁰, 2017) El plan maestro de producción se trata de un plan de producción a medio plazo que indica el inicio de la fabricación en cantidades y plazos de entrega para cada artículo según la demanda, teniendo en cuenta la capacidad de la empresa.

Como realizar un MPS:

Un buen plan maestro de producción debe ser realista y no exagerado. Se debe ajustar la planificación con la capacidad real de cada proceso de producción y no intentar que toda la demanda del cliente se fabrique en plazos imposibles.

Para realizar el plan maestro de producción, es aconsejable pasar por estas tres fases:

1. Desarrollo de la primera versión del plan de producción: Se crea un borrador inicial donde se reparte la producción según la demanda del cliente

2. Planificación de capacidad global para garantizar que las cantidades de fabricación teóricas son alcanzables: Se comprueba proceso por proceso, que la capacidad real de cada uno es suficiente para cumplir el plazo de entrega a tiempo. Una buena forma de hacerlo es mediante el cálculo de los takt time.

3. En caso de que la capacidad de producción esté sobrecargada y sea insuficiente, es necesario revisar el plan maestro de producción, ajustando prioridades de producción o re planificando plazos de entrega de los diferentes productos que se estén fabricando en corto/medio plazo.

6. Diagnóstico

6.1 Metodología del diagnóstico

Etapa I: Recolección de la Información

Para esta primera etapa es necesario utilizar algunas herramientas que permitan encontrar información, para ello se aplica una serie de entrevistas, reuniones con gerencia, recorridos por las instalaciones, charlas con los operarios, toma de datos y observación de los procesos; los cuales brindarán un primer panorama de la situación actual de la empresa.

Etapa II: Organización de la Información

En esta etapa se organiza la información utilizando las distintas herramientas de la ingeniería industrial, tal como diagramas de recorrido, diagramas de flujo del proceso, diagramas de Pareto, análisis de despilfarros, 5's, análisis de capacidad, 5 por qué, diagramas causa y efecto; de tal forma que se obtengan resultados del diagnóstico.

Etapa III: Resultados del diagnóstico.

En esta última fase se listan los problemas encontrados gracias a la aplicación de las herramientas anteriormente mencionadas, permitiendo conocer la situación actual de la empresa y así dar paso a la creación de un plan de mejoramiento.

6.1.1 Etapa 1: Recolección de la información.

6.1.1.1 Observación y entrevistas. Para la realización del diagnóstico se tomó inicialmente la observación directa de las instalaciones y procesos productivos de la empresa, así como entrevistas

con la gerencia y personal involucrado con la producción (*Ver Apéndice 1*). Este primer paso brindo información general de las diferentes situaciones presentadas en la empresa a nivel de organización, maquinaria, procesos, tiempos, entre otros. A continuación, se presenta en la *Tabla 1* conclusiones obtenidas.

Tabla 2.

Conclusiones Observación y Entrevistas.

Proceso	El producto de mayor venta es el pan tostado, pero es uno de los productos con mayor trabajo junto con el pan cascara, que por su proceso tienden a gastar mayor tiempo de procesamiento generando retrasos en el flujo
	Según los entrevistados todos coinciden con que los principales recursos restrictivos son el cuarto de crecimiento y los hornos; estos dos recursos son los encargados de controlar el flujo del proceso.
	No existe un programa maestro de producción, la planificación se realiza de acuerdo a los pedidos de los clientes día a día, aunque se tiene un límite de producción ya que no se cuenta con la capacidad para producir más de lo estipulado.
	No se identifican técnicas definidas para realizar las tareas, así como tampoco medidas estándar para la realización de los productos, estas medias son definidas según el conocimiento de los operarios Continuación tabla 2
Operarios	Por los productos restrictivos (pan cascara y tostado) se identifica una leve pérdida de tiempo, ya que los operarios deben ajustar sus tareas para hacerlas más lentas o hacer otras labores diferentes mientras se procesan estos productos
	Aunque es evidente la organización por parte de los operarios hay elementos como los empaques que se encuentran en desorden, sin clasificación alguna lo que hace que se genere una labor más para el operario
	Cada operario es encargado de la limpieza y mantenimiento de su puesto de trabajo, organizan sus herramientas de forma que sea fácil su uso. Además, consideran que cuentan con la dotación adecuada para su labor.
Equipos	Existe una problemática que es evidente por el personal de la empresa, donde las bandejas y los estantes, responsables de transportar el producto durante el proceso no son suficientes para la cantidad que se genera, así como las cajas que guardan el producto terminado
	Las herramientas a utilizar en el proceso de fabricación del pan son pocas, en algunos puestos de trabajo se tienen más que en otros, pero los operarios comparten entre ellos las herramientas, estas son clasificadas según su importancia








	<p>Los operarios indican que el mantenimiento de las máquinas es correctivo, haciendo que éstas en algún momento presenten fallas que perjudiquen el proceso.</p> <p>Continuación Tabla 2</p>
Calidad	<p>La materia prima para este tipo de productos es una variable de alto riesgo, ya que de ella depende la calidad del producto y el flujo del proceso. Ya que si se recibe por ejemplo la harina (materia prima principal) reposada, está tendrá más fuerza y puede llegar hacer que el producto salga defectuoso.</p> <p>Se identifica que no existe de forma estructurada un control de calidad, son los mismos operarios los encargados de inspeccionar la calidad de los productos principalmente en el área de empaque</p> <p>Dentro la inspección de calidad realizada se identifica que el pan sueño de mil y de quinientos son los principales productos en presentar defectos y tienen que ser desechados o reprocesados aproximadamente en una cantidad de 70 a 100 panes.</p>
Entorno Diseño de planta	<p>Se identifica una inadecuada distribución de planta, generando mayor distancia entre recorridos y transportes innecesarios.</p> <p>Existen dos tipos de proceso principales, bizcochería y semi-industrial; los cuales se llevan a cabo en la misma área de trabajo, haciendo que está se encuentren congestionada y en desorden.</p> <p>El ambiente laboral de la empresa es confortable y motivador. Los operarios y directivos de la empresa se encuentran conformes con el equipo de trabajo que tienen.</p>

6.1.2 Etapa II: Organización de la Información

6.1.2.1 Producto. La empresa INCOLPAN es una organización que desde hace 28 años se ha dedicado a la producción de pan, el crecimiento en ventas ha sido el motivo por el cual está empresa ha decidido incursionar en nuevos productos y hoy en día contar con una gran cantidad de ellos, en la *Tabla 3* se presenta la clasificación por proceso de aquellos que son fabricados en el área semi-industrial.

Tabla 3.

Clasificación de productos por proceso.

Código	Productos	Imagen	Código	Productos	Imagen
1	Pan tajado		11	Rollo de 200	
	Pan tajado integral		12	Rollo de 500	
2	Pan bola		13	Rollo de 1000	
3	Pan cascara		14	Rollo de 2000	
4	Pan hamburguesa		15	Pan leche 500	
5	Pan integral		16	Pan leche de 1000	
6	Mestiza batida		17	Rollo de 2000 leche	
7	Mestiza de 2000		18	Pan soya	
8	Mestiza de 500		19	Tostadas	
9	Mestiza 200			Tostadas integral	
10	Pan perro		20	Pan tostado	
				Tostados de 200	

6.1.2.2 Producción. La empresa INCOLPAN como parte interesada en el desarrollo de este proyecto ha proporcionado información de gran importancia como la cantidad de unidades producidas y el costo que conlleva la fabricación de estos productos. Con estos datos se realizaron dos diagramas de Pareto que permitirán identificar cuáles son aquellos productos principales, que generan valor a la empresa y a su vez los más costosos; de esta forma se establecer los productos a los cuales se enfocara nuestro proyecto.

a. Unidades Producidas.

La empresa Incolpan, al ser una organización productora de alimentos está constantemente realizando la venta de sus productos, por tanto, el programa maestro de producción está basado en producción sobre pedido, donde el cliente día a día realiza su orden, permitiendo que el jefe de operaciones según la capacidad actual de la empresa genere la cantidad de unidades a fabricar en

cada jornada laboral. Lo que significa que las unidades producidas son las unidades vendidas, sin dar espacio a tener inventario de producto terminado o este ser mínimo. Con el fin de realizar el Pareto de unidades producidas, en la *Tabla 4* se evidencian los veintitrés productos anteriormente clasificados, la cantidad de unidades producidas durante el año 2018, el porcentaje de participación de cada uno y el porcentaje acumulado.

Tabla 4.

Unidades producidas en el 2018

Producto	Unidades	% de participación	% acumulado
Pan tostado de 200	1300616	34,24%	34,24%
Pan leche de 500	439550	11,57%	45,81%
Pan rollo de 500	270797	7,13%	52,94%
Pan cascara	266651	7,02%	59,96%
Pan leche de 1000	225935	5,95%	65,91%
Mestiza de 500	223313	5,88%	71,79%
Integral de 500	172212	4,53%	76,33%
Pan rollo de 1000	168724	4,44%	80,77%
Pan perro	159692	4,20%	84,97%
Pan rollo de 200	99733,5	2,63%	87,60%
Pan leche de 2000	87502	2,30%	89,90%
Tostada integral	82149	2,16%	92,06%
Hamburguesa	70653,5	1,86%	93,92%
Pan tajado	69167	1,82%	95,75%
Pan rollo de 2000	55819	1,47%	97,21%
Tostadas	37345	0,98%	98,20%
Mestiza de 200	27306	0,72%	98,92%
Integral de 200	21828	0,57%	99,49%
Mestiza de 2000	10914	0,29%	99,78%
Mestiza batida	8396	0,22%	100,00%

Con esta tabla ya ordenada de mayor a menor producción y con los porcentajes acumulados se procede a realizar el Pareto donde se identificarán los productos más elaborados durante el año 2018.

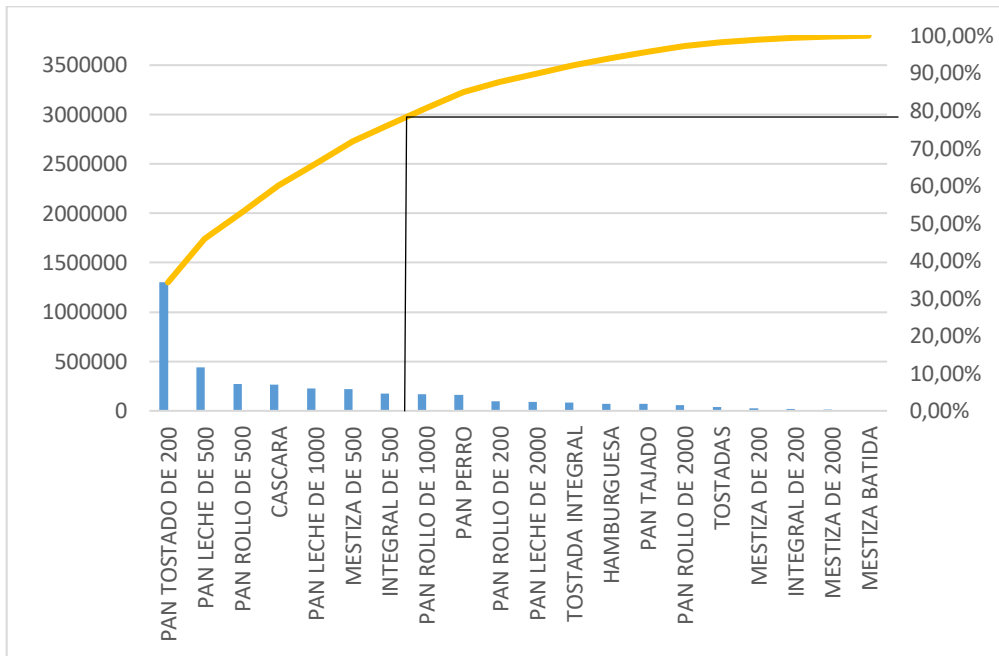


Figura 3. Diagrama de Pareto unidades producidas del 2018

Según la *Tabla 4* y *figura 3*, se identifica que el pan tostado de 200, pan leche de 500, pan rolo de 500, pan cascara, pan leche de 1000, mestiza de 500 y pan integral de 500 con el porcentaje de participación de 34,08%, 11,57%, 7,13%, 7,02%, 5,95% y 5,88% respectivamente; hacen parte del 80% de unidades más producidas dentro de la empresa, es evidente que el proceso que más se realiza dentro de la empresa es el de fabricar el pan tostado y el pan leche, los cuales superan el 10% comparado con la mestiza batida que no alcanza a llegar al 1% del porcentaje de participación.

b. Costo de fabricación.

Todas las empresas deben tener en cuenta los costos de fabricación de los productos, ya que permiten dar el precio adecuado para la venta y no tener pérdidas frente a la producción, los datos facilitados por la empresa, presentados en la *Tabla 5*, se evidencia el costo de producción por cada producto, permitiendo que mediante un diagrama de Pareto encontremos cuales son los productos generadores de más costos, en esta tabla también encontraremos el porcentaje de participación por cada una y el porcentaje acumulado para la realización del diagrama.

Tabla 5.

Costo de fabricación productos en el 2018

Producto	Costo	% participación	% acumulado
Pan tostado de 200	175241780	11,98%	11,98%
Pan leche de 1000	144243200	9,86%	21,84%
Pan leche de 500	140382560	9,60%	31,44%
Cascara	134226000	9,18%	40,62%
Pan leche de 2000	111912320	7,65%	48,27%
Pan tajado	110519320	7,56%	55,82%
Pan rollo de 1000	107873040	7,37%	63,20%
Pan rollo de 500	86586080	5,92%	69,12%
Mestiza de 500	73251520	5,01%	74,12%
Pan rollo de 2000	70731680	4,84%	78,96%
Hamburguesa	70280790	4,80%	83,77%
Pan perro	56148920	3,84%	87,60%
Tostada integral	55821977	3,82%	91,42%
Integral de 500	55031840	3,76%	95,18%
Tostadas	25374128	1,73%	96,92%
Mestiza de 2000	13969920	0,96%	97,87%
Pan rollo de 200	13698813	0,94%	98,81%
Mestiza de 200	7780160	0,53%	99,34%
Mestiza batida	6713720	0,46%	99,80%
Integral de 200	2925153	0,20%	100,00%

A continuación, usando las unidades y los porcentajes se realizará el diagrama de Pareto el cual nos permitirá concluir cuales productos son los mayormente generadores de costos en la empresa.

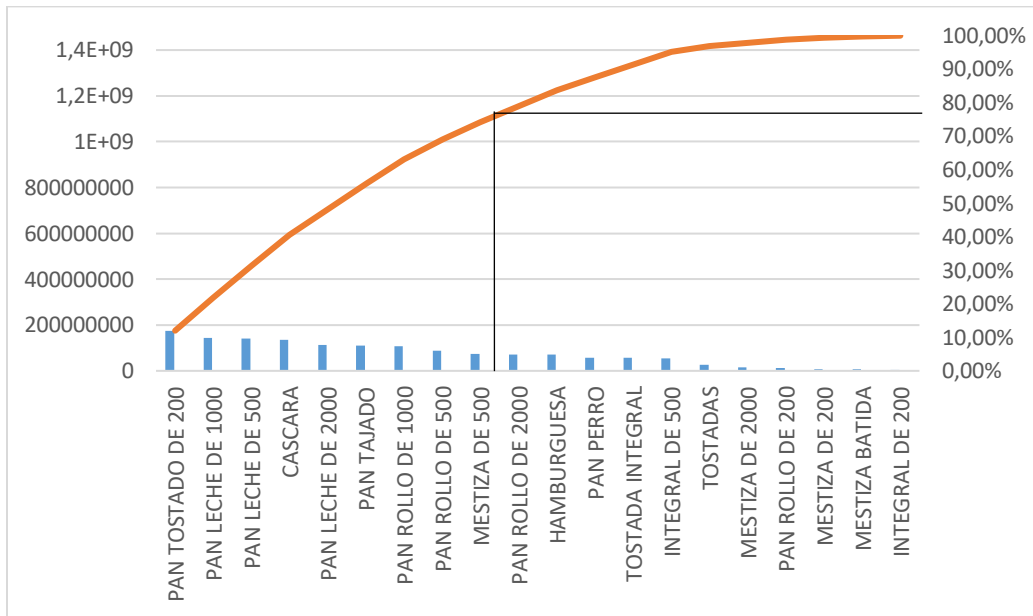


Figura 4. Diagrama de Pareto costo de fabricación productos 2018

Según los datos de la *Tabla 5* y resultados del diagrama de Pareto (*Figura 4*) se evidencia que el pan tostado de 200, pan leche de 1000 y 500, pan cascara, pan leche de 2000, pan tajado, pan rollo de 1000 y 500, mestiza de 500 y pan rollo 2000 con porcentajes de participación de 11,98%, 9,86%, 9,60%, 9,18%, 7,65%, 7,56%, 7,37%, 5,92%, 5,01% y 4,84% respectivamente, hacen parte del 20% de los productos que más generan costos dentro de la empresa. Estos procesos no presentan más del 2% de diferencia entre ellos, lo que indica que los costos totales en la producción se dividen en todos los productos que allí se elaboran.

La base fundamental de la producción consiste en transformar aquellos factores productivos como maquinaria, instalaciones, mano de obra, materia prima, entre otros; en productos o

servicios; por tal motivo el costo de un producto es definido dependiendo estos factores, entonces; mayor es la cantidad de unidades producidas, mayor serán los costos que la empresa tendrá, es ahí donde entra el termino de productividad, que consiste en hacer más eficiente la producción, permitiendo la elaboración de una gran cantidad de productos a un bajo costo.

Realizando una breve comparación entre las conclusiones encontradas en los dos diagramas realizados, se identifica como el pan leche de 1000 y 500, pan rollo 500, pan tostado de 200, la mestiza de 500 y el pan cascara, hacen parte del 20% de los productos que más se producen y a su vez generadores de costos, por tanto estos procesos serán objeto de nuestro estudio donde se identificarán aquellos posibles aspectos que incurren en costos sobre la empresa y que quizás podrían ser un motivo de mejorar la productividad.

6.1.2.3 Localización y Planta Física. En la actualidad la planta de producción cuenta con su único establecimiento ubicado en: carrera 12 número 6-24. Piedecuesta, Santander, Colombia como se muestra en la *figura 5*, con espacio de 406.728 m² de la cual la planta productiva tiene un área de 190,06 m².



Figura 5. Ubicación empresa INCOLPAN SAS. Tomado de google maps.

a. Distribución de planta.

El entorno empresarial en el que se vive actualmente hace que las organizaciones estén sujetas a los detalles para llegar a ser competitivas en el mercado, por lo tanto, es importante evaluar con minuciosidad detalles como un adecuado diseño y distribución de planta, lo cual permitirá corregir aspectos que pueden marcar la diferencia y obtener un mejor funcionamiento de la planta, así como a su vez mejorar su productividad.

La planta de producción de la empresa INCOLPAN consta actualmente de un solo piso, donde se encuentran las áreas de bodega de materia prima, producción, empaque, bodega de producto terminado, oficinas de administración y el área de ventas como se puede evidenciar en el *Apéndice 2* En el área de producción se maneja la línea de proceso semi-industrial y la línea de proceso manual, por lo tanto, la ubicación de la maquinaria y puestos de trabajos de cada línea de producción están ubicados sin ningún criterio de distribución de planta, además el área de producción tiene un espacio de 190,06 m², lo cual hace que las distancias de cada centro de trabajo y maquinaria sea muy reducido, generando que los operarios no cumplan sus funciones cómodamente y se dificulte el traslado del producto en proceso a cada puesto de trabajo. Por otra parte, el área de almacén de materia prima tiene un espacio muy estrecho con un área de 10,01 m², esto genera que el operario tenga dificultades a la hora de ir en busca de materia prima, además, el área no tiene la capacidad suficiente de almacenamiento, por ende, hay que ubicar varios productos de materia prima en el área de producción.

Es importante destacar que dentro de la planta de producción no se cuenta con un cuarto de enfriamiento, por lo cual se utiliza una zona del área de producción para realizar esta operación, generando que el producto en proceso tenga un amplio tiempo de espera y dando como resultado que los operarios del área de empaque no tengan actividades para realizar. Finalmente se observó

durante las visitas realizadas como el tejado de la planta de producción no se encuentra en condiciones idóneas, dado que presenta grietas y cuando hay lluvias se filtra el agua generando daños al producto en proceso, maquinaria y equipos.





b. Diagramas de Recorrido.







El diagrama de recorrido es una herramienta que muestra el lugar donde se llevan a cabo las actividades y los trayectos hechos en un proceso, de esta forma se puede comprender si el diseño de planta es adecuado y que recorrido está haciendo la materia prima para llegar a ser un producto. En este estudio se escogió la línea de proceso Semi-industrial que elabora 22 productos diferentes, de los cuales se escogieron 6 productos como se evidencio en el apartado 6.1.2.2, se hizo un diagrama de recorrido para cada uno de ellos (*ver apéndice 3*). A través de esta herramienta se puede ver el movimiento que necesita realizar el operario con la materia prima desde que inicia hasta que finaliza como producto terminado, el nivel de espacio ocupado por algún recurso y la ubicación de las maquinas en la planta. Por consiguiente, se observa grandes distancias, transportes excesivos y desorganización en los procesos productivos, de modo que afecta de manera directa la eficacia de la empresa.




6.1.2.4 Procesos Productivos. La empresa Incolpan tiene una gran variedad de productos, en la zona semi-industrial se encuentran la mayoría de ellos, los cuales tienen operaciones en común y su proceso es muy similar, los cambios en los productos se dan por los ingredientes a utilizar, el orden de las operaciones y los cambios en algunas de ellas. En la *tabla 6* se presenta una breve descripción de las operaciones que se llevan a cabo dentro de la planta de producción.

Tabla 6

Descripción operaciones en planta de producción

Código	Operación	Descripción	Imagen
OP_1	Selección y pesaje de materia prima	El operario traslada de bodega a punto de pesado la materia prima, realiza el pesaje y pone ingredientes en máquina mezcladora	
OP_2	Mezclado de ingredientes en mezcladora	Se cierra y enciende máquina para mezclar ingredientes y dar uniformidad a la masa	
OP_3	Amasado en cilindradora automática	Operario se encarga de poner la masa en la cilindradora automática y acoplarla para que este pase de forma correcta por los rodillos de la máquina, esto se hace repetidas veces hasta dar textura correcta a la masa	
OP_4	Amasado en cilindradora manual	Operario pasa reiteradas veces la masa por los rodillos de la máquina para dar elasticidad y extensibilidad a la masa	
OP_5	Empaste de masa y corte	La masa es extendida sobre la mesa con rodillos hasta que esta quede delgada como una pasta, se adhiere mantequilla, se dobla y extiende nuevamente; estos dos últimos pasos se repiten tres veces más y procede a cortar la pasta en tiras para después realizar su formado.	
OP_6	Pesaje y división de la masa.	Un operario se encarga de cortar la masa y pesarla, pasa la fracción de masa a otro operario quien la pone en una divisora para obtener porciones de masa de igual tamaño y peso.	

Código	Operación	Descripción	Imagen
OP_7	Moldeado	Los operarios le dan una preforma al pan en forma de bolas, esta operación la realizan moldeando de forma circular la masa hasta conseguir unos bollos uniformes.	
OP_8	Formado y ubicación en bandejas	En esta etapa el operario da forma a la masa de acuerdo al tipo de pan que se vaya a elaborar, posteriormente lo pone en la bandeja donde se va a hornear, llena la bandeja y esta se ubica en los estantes para trasladarlos a la siguiente operación.	
OP_9	Formado en multiformadora y ubicación en bandejas	Operario se encarga de cortar la masa en tiras largas y pasarlas por máquina multiformadora, la cual corta y da forma al pan con el peso y tamaño adecuado. Otro operario espera la salida del pan y lo ubica en las bandejas de hornear.	
OP_10	Fermentación del pan	Operarios trasladan los estantes al cuarto de crecimiento donde se dejan por un par de horas hasta que el pan obtenga el tamaño y textura indicada.	
OP_11	Acabados del pan	En esta operación los operarios se encargan de dar la presentación final del pan, esto depende del tipo de pan; se puede barnizar, cortar o pintar. En algunos casos es necesario hacer estos cortes para liberar gases que se pueden formar en el pan durante su fermentación.	
OP_12	Horneado	Los operarios revisan que el pan esté listo para ingresar al horno, programan hornos e insertan los estantes para iniciar con la operación de horneado.	

Código	Operación	Descripción	Imagen
OP_13	Enfriamiento	Operarios de horneado sacan estantes del horno y los ubican en zona de enfriamiento.	
OP_14	Paso de producto a bandejas de empaque	En esta operación uno de los operarios de empaque se traslada a la zona de enfriamiento y transporta los estantes a la zona de empaque, donde pasa el producto de las bandejas de horneado a las bandejas grandes para posteriormente realizar el empaque.	
OP_15	Empaque	Esta operación se puede realizar de dos formas, una es de forma manual donde el operario se encarga de empacar el pan y sellar empaque; la otra forma consiste en ubicar los panes en la máquina empacadora y ella se encarga de sellar y cortar los empaques.	

Estas operaciones no se llevan a cabo en todos los procesos, son la base fundamental de una empresa panificadora, en la *Tabla 7* se encuentra la relación entre las operaciones y los procesos para la elaboración de los productos seleccionados.

Tabla 7.

Relación de operaciones y proceso de productos

	Pan Tostado	Pan Cascará	Mestiza 500	Pan Rollo 500	Pan Leche 500	Pan Leche 1000
OP_1	X	X	X	X	X	X
OP_2	X	X	X	X	X	X
OP_3	X	X	X	X	X	X
OP_4		X		X	X	
OP_5		X				
OP_6	X		X			
OP_7	X					

OP_8	X	X	X			X
OP_9				X	X	X
OP_10	X	X	X	X	X	X
OP_11	X	X		X	X	X
OP_12	X	X	X	X	X	X
OP_13	X	X	X	X	X	X
OP_14	X	X	X	X	X	X
OP_15	X	X	X	X	X	X

En la *Tabla 7* se puede notar como no todas las operaciones se llevan a cabo a la hora de elaborar todos los productos, pero se tienen operaciones fundamentales para cualquier proceso como OP_1, OP_2, OP_3 ya que son la fase inicial de preparación de la masa y las operaciones OP_12, OP_13, OP_14 y OP_15 las cuales son la parte final del proceso, lo que comprende el horneado, enfriamiento y empaque del producto.

Para comprender más claramente los procesos para la fabricación de estos productos se realizaron los diagramas de flujo (*Ver Apéndice 4*), además se identificaron la cantidad de transportes, operaciones y esperas en cada proceso, los resultados encontrados se evidencian en la *Tabla 8* la cual se presenta a continuación.

Tabla 8.

Resultados diagramas de flujo de los procesos.

	Pan Tostado	Pan Casará	Mestiza 500	Pan Rollo 500	Pan Leche 500	Pan Leche 1000
Transportes	9	7	7	8	8	8
Operación- Inspección	2	1	2	2	2	2
Operación	10	10	6	7	8	7
Esperas	5	3	3	3	3	3

En la *tabla 8* podemos constatar como en todos los procesos existen más de 7 transportes, los cuales son muchos comparados con la cantidad de operaciones, que varían entre 6 y 10, lo que nos lleva a concluir que posiblemente la planta no cuenta con una organización adecuada, generando transportes innecesarios. También se denota como en la fabricación de estos productos la inspección se realiza pocas veces, en la parte inicial del proceso cuando se realiza el pesaje de la materia prima, donde se busca mezclar las cantidades adecuadas para obtener un buen producto, aunque es importante resaltar que la cantidad a utilizar es definida según el conocimiento del operario, por tal motivo es importante la inspección durante el empaque del producto, donde se evita empaquetar aquellos productos que no cuentan con las condiciones para la venta.

También se identifica como los procesos del pan tostado y pan cascará requieren de mayor cantidad de operaciones, por consiguiente, son los procesos que más requieren trabajo y tiempo, contrario a la mestiza, la cual requiere de tan solo 6 operaciones. Finalmente se puede concluir como todos los productos, excepto el pan tostado, requieren de 3 esperas, las cuales son necesarias dentro del proceso de fabricación del pan.

6.1.2.5 Diagnóstico 5 S'. Al aplicar la herramienta de 5` s se busca mantener áreas de trabajo organizadas, limpias y seguras con el fin de facilitar el desarrollo de las actividades en el puesto de trabajo, generando condiciones necesarias para hacer que el proceso productivo sea más eficiente.

El análisis de 5` s se realizó a las áreas de bodega, producción, empaque y almacenamiento, se diseñaron preguntas para cada una de las s', se hicieron una serie de recorridos por estas áreas y según lo observado y cuestionando a los operarios de estas áreas se respondió a las preguntas

diseñadas teniendo en cuenta criterios de evaluación, asignando un rango entre uno y cinco, siendo cinco el cumplimiento total y uno el no cumplimiento del ítem. Las preguntas aplicadas se pueden ver en el *apéndice 5*, además en el *Apéndice 6* se presentan evidencias fotográficas del estado actual de la planta. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

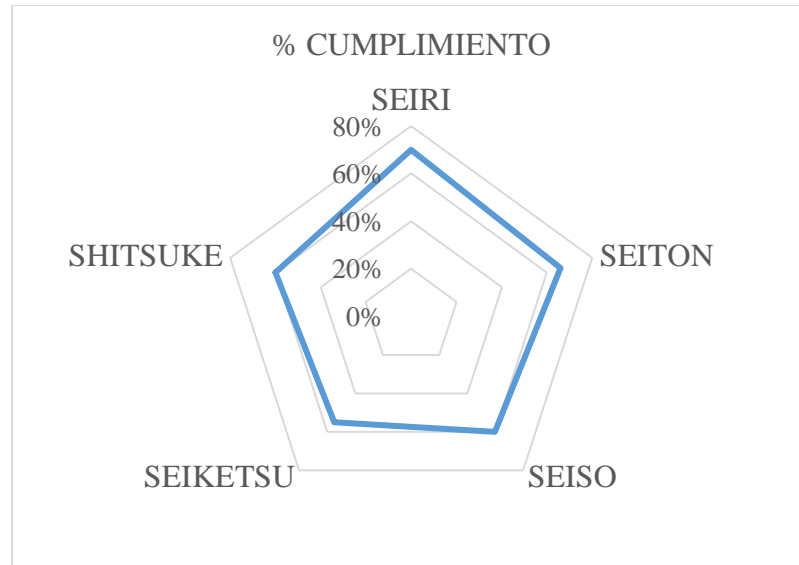


Figura 6. Diagrama de red 5 S'

Tabla 9.

Resultados análisis de 5s'

% CUMPLIMIENTO	
SEIRI	70%
SEITON	66%
SEISO	60%
SEIKETSU	55%
SHITSUKE	60%

Como se puede ver en la *figura 6* es evidente como la estandarización (Seiketsu) es una de las s' que tiene el menor porcentaje de cumplimiento dentro de las cinco categorías evaluadas, lo cual indica que la empresa no cuenta con un sistema o una estrategia que permita estandarizar algunas normas, en la *tabla 9* se puede ver a más detalle el porcentaje de cumplimiento de las 5 s', donde se puede concluir como el orden (Seiton), limpieza (Seiso) y disciplina (Shitsuke) tienen un porcentaje de cumplimiento parecido que aborda el 60% y 66%, la clasificación (Seiri) es una de las categorías que tiene el mayor porcentaje de cumplimiento lo cual indica que los operarios clasifican la mayoría de las herramienta que utilizan en la planta de producción. Una vez analizada la información obtenida y observando cada uno de los puestos de trabajo, se realizó el siguiente resumen de fallas encontradas.

SEIRI: Clasificar

La primera S' a evaluar tiene un porcentaje de 70%, esto indica que la empresa no realiza por completo una correcta clasificación de objetos en el puesto de trabajo, como cajas, laminas, tubos, etc. Como se puede ver a continuación:

- Los hornos ocupan un gran espacio del área productiva, su instalación se encuentra a una corta distancia de la pared generando espacios donde se guardan cajas, cables, tablas, laminas y un cilindro de gas, generando un alto grado de riesgo, ya que los hornos mantienen una elevada temperatura.
- La planta productiva tiene varias zonas con deterioros en las paredes, techo y pisos, lo cual genera un mal ambiente de trabajo y su rendimiento se puede ver afectado por ello, también pueden estar expuestos a tener accidentes laborales en las áreas de trabajo.

SEITON: Ordenar

Con respecto al orden se obtuvo un porcentaje de cumplimiento del 66%, esto se debe a que los puestos de trabajo no están completamente organizados, además la planta no cuenta con una demarcación de los puestos de trabajo, generando las siguientes fallas.

- Las áreas de la planta se encuentran correctamente señalizadas, pero no tienen demarcado los centros de trabajo, debido a esto, cuando desplazan las mesas, estantes o máquinas para realizar aseo, limpiar o hacer otra actividad, no vuelven a quedar en el mismo lugar, generando desorden y obstaculizando el paso del personal.
- Se observa frecuentemente al personal del área de producción recorriendo la planta en búsqueda de bandejas, estantes y bolsas de empaque.
- En ocasiones se presenta ruido por las maquinas multiformadora, empacadora automática y música a volumen elevado, generando distracción en el personal de trabajo.

SEISO: Limpieza

El porcentaje de cumplimiento de este ítem es de 60% a causa de que no se hace limpieza de forma general, presentando suciedad en las paredes y tejado como se puede observar a continuación.

- El piso, pared, lámparas y techo del área de producción y empaque se encuentran sucios, generando mal aspecto en la organización.
- En el área de producción se presenta desperdicio de materia prima en la maquina mezcladora y la maquina cilindradora manual y automática, debido a la técnica utilizada por cada operario se ven tiras de masa en el suelo, generando suciedad en el puesto de trabajo.

- Los estantes y bandejas se encuentran en mal estado, causado por limpieza inadecuada o tiempo de uso.

SEIKETSU: Estandarización.

La estandarización es una de las s' más difíciles de controlar, en el análisis realizado se identificó 55% de cumplimiento debido a que no hay una estandarización de limpieza y orden.

- Los uniformes de los operarios de las áreas de producción y empaque se encuentran en mal estado o sucio.
- Se presentan filtraciones de agua en el tejado, debido a que se encuentra en mal estado, se ha intentado cubrir las grietas con materiales poco convencionales que no han dado solución al problema. Esta situación se presenta generalmente cuando hay fuertes lluvias, lo anterior genera retrasos en la producción, accidentes laborales, daños en equipos o máquinas.
- Hay máquinas y equipos averiados, debido a que no se cuenta con un mantenimiento regular, solo hasta que la maquinaria deja de funcionar es que hace el respectivo mantenimiento.

SHITSUKE: Disciplina

El porcentaje de cumplimiento de este ítem es de 60% teniendo un cumplimiento de limpieza de los puestos de trabajo por parte de los operarios, pero procedimientos inadecuados para la realización de su trabajo como se puede ver a continuación.

- No tienen establecido un orden de pedido, esto hace que en ocasiones haya confusiones en los distintos puestos de trabajo y se pierdan minutos de productividad. Los pedidos que se hace a producción no son bien claros, la letra no es legible y es presentado mediante notas.

- Operarios de empaque no organizan productos según fecha de elaboración como se tiene estipulado en la empresa, para evitar desorden con los productos y así despachar los productos que han sido elaborados en primera estancia.

6.1.2.6 Análisis de despilfarros y muestreo del trabajo. Actualmente las empresas se encaminan a la depuración de métodos, reducción de los tiempos y eliminación de desperdicios, por ello con el método de Lean Manufacturing se puede evaluar los posibles despilfarros dentro del proceso, caracterizarlos y generar alternativas que conduzcan a su reducción o eliminación.

Con el objetivo de identificar los despilfarros existentes en la planta de producción de la empresa INCOLPAN, se realizó un estudio de tiempos por muestreo el cual se presenta a continuación.

6.1.2.6.1 Muestreo del trabajo. El muestreo del trabajo es una de las técnicas más utilizadas para determinar las proporciones de tiempo que un trabajador invierte para realizar una serie de actividades que conforman un proceso. Esta técnica está enfocada a los trabajadores ya que por sus actividades y tiempo productivo se puede definir la eficiencia del trabajo y las posibles causas del tiempo improductivo. Consiste en numerosas observaciones cortas de la labor de los operarios en su sitio de trabajo y de la utilización de los equipos y herramientas.

Para llevar a cabo el muestreo del trabajo en la empresa Incolpan se realizará un recorrido por la planta de producción en diferentes horas del día, las cuales serán elegidas de forma aleatoria, se tendrán en cuenta tres categorías para determinar la utilización de máquinas y personal.

Las categorías por utilizar para analizar el contenido del trabajo son:

- **Trabajo Productivo:** Es el proceso en el cual se añade un componente a lo que está siendo construido. Es el trabajo que genera valor realmente.
- **Trabajo Contributivo:** Trabajo que no necesariamente agrega un componente a lo que está siendo construido, pero es esencial para completar el trabajo. Esto incluye tareas como transportar materiales a los frentes de trabajo, recibir y dar instrucciones, leer planos, etc.
- **Trabajo No contributivo:** Es hacer nada o hacer algo que no es necesario para completar el producto final. Esto incluye actividades como desplazamientos, tiempos de esperas sin explicación (ociosos), etc.

Antes de tomar las observaciones reales del estudio del muestreo de trabajo debe realizarse una planeación detallada, esta planeación inicia con una estimación preliminar de las actividades para las que se busca información. Esta estimación puede incluir una o más actividades, y a menudo se hace a partir de datos históricos. Si el analista no puede hacer una estimación razonable, debe muestrear el área durante uno o dos días y usar esa información como base de sus estimaciones.

La teoría de muestreo de trabajo se basa en la ley fundamental de probabilidad: en un momento dado, un evento puede estar presente o ausente. Los estadísticos han derivado las siguientes expresiones para mostrar la probabilidad de x ocurrencia de un evento en n observaciones.

$$(p + q)^n = 1$$

Donde:

P = Probabilidad de una sola ocurrencia.

q = (1-p) Probabilidad de ausencia de una ocurrencia.

n = número de observaciones.

Esta teoría puede usarse para estimar el tamaño de la muestra total necesaria para lograr cierto grado de precisión, siempre y cuando el tamaño n para intentar estimar p sea representativo, es por esto que se decide realizar un pre-muestreo de 100 observaciones que se harán en campo y nos permitirán calcular la proporción de p y q , donde p será nuestra probabilidad de encontrar un trabajador realizando una actividad productiva y q será la probabilidad de encontrar un trabajador realizando una actividad no productiva, en este caso tomaremos a “ q ” como la suma entre trabajo contributivo, trabajo no contributivo y detenciones (Kanawaty, 1996). Una vez realizadas las 100 observaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10.

Resultados pre-muestreo

Tiempo productivo	75%
Tiempo contributivo	9%
Tiempo no contributivo	11%
Detenciones	5%
Total	100%

Tabla 11.

Tiempo productivo vs tiempo no productivo

Tiempo productivo	TP	75%
Tiempo no productivo	TC+TNC+D	25%

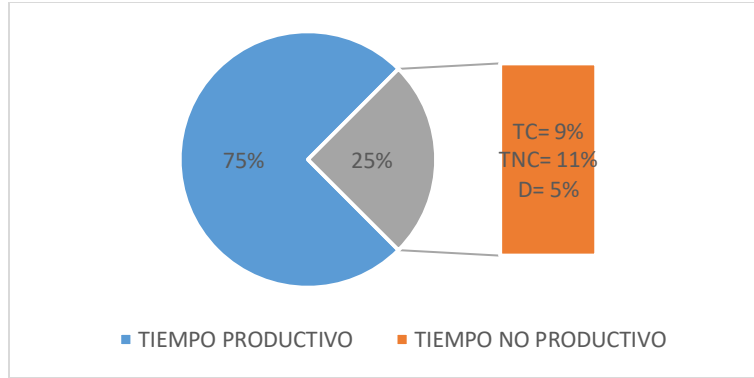


Figura 7. Diagrama de torta resultados pre-muestreo.

I. Cálculo de la muestra.

Teniendo los datos de las premuestras, se procede a sacar la muestra mediante el método estadístico donde tomadas las 100 observaciones se obtuvo una proporción de 75% como tiempo productivo y 25% como tiempo no productivo.

Estadísticamente la muestra podrá ser validada a partir de tres conceptos: nivel de confianza, límite de error y proporción por categoría (que para este caso son la proporción de trabajo productivo y la proporción de trabajo no productivo). El primero provee la confiabilidad del resultado, el segundo la precisión del valor estimado y el último es la proporción esperada de la muestra. El número de muestras para las condiciones requeridas es calculado con la ecuación.

$$n = \frac{z^2 * p * (1 - q)}{l^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra. l = límite de error requerido.

z = valor obtenido de las tablas estadísticas dependiendo del intervalo de confianza.

p = proporción de trabajo productivo. q = proporción de trabajo no productivo.

Asumiendo que los datos obtenidos se distribuirán normalmente y que el nivel de confianza en los resultados esperados será del 95%; el valor correspondiente de z es igual 1,96 y por tanto el número total de muestras se calcula de la siguiente manera:

$$n = \text{tamaño de la muestra} \quad z = 1,96 \quad p = 0,75 \quad l = 0,05$$

$$n = \frac{z^2 * p * (1 - q)}{l^2} \quad n = \frac{(1,96)^2 * 0,75 * (1 - 0,75)}{(0,05)^2} \quad n = 288,12 \approx 288$$

Ya hallada la muestra se procede a seleccionar aquellas actividades las cuales serán objeto de estudio, en este caso, las actividades a revisar serán las operaciones que se llevan a cabo dentro de la planta de producción para realizar un proceso, ya que todos los procesos tienen una secuencia similar y utilizan los mismos recursos.

II. Metodología empleada para el desarrollo del muestreo por observaciones:

El muestreo del trabajo permite determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias los tiempos productivos, contributivos, no contributivos y detenciones de cada una de las actividades seleccionadas. La metodología utilizada se realizó siguiendo los siguientes pasos (Kanawaty, 1996).

1. Seleccionar el trabajo que se estudiara y definir los objetivos del estudio
2. Efectuar una observación preliminar para determinar los valores aproximados de p y q
3. Determinar, en base al nivel de confianza y al grado de precisión seleccionados, el número n de observaciones requeridas
4. Determinar la frecuencia de las observaciones utilizando aleatorios
5. Preparar hojas de registro conforme a los objetivos de estudio

Hasta el momento se han llevado a cabo los cuatro primeros pasos de esta metodología, para la preparación de las hojas de registro (*Ver Apéndice 7*) se tuvieron en cuenta el número de

observaciones obtenidas, la jornada laboral, las actividades seleccionadas y la cantidad de muestras a tomar por día.

El número de observaciones que se establecieron para el desarrollo del muestreo por observaciones dependió del nivel de confianza, límite de error y la proporción esperada por categoría obtenida del muestreo preliminar o pre-muestreo.

La jornada laboral en la empresa no está totalmente definida ya que el ingreso de los operarios para todos no es el mismo; los operarios de la zona de producción inician sus labores a las 6 am, salen a la 1 pm a su hora de almuerzo y su jornada finaliza a las 6 pm. Para los operarios de la zona de empaque su ingreso es a las 5:30 am, salen a las 12 del mediodía a su hora de almuerzo y su jornada laboral termina a las 6 pm. Por este motivo se seleccionó una jornada laboral en común para todos los operarios, siendo esta de 6 am a 12 del mediodía y de 2 pm a 6pm.

Las observaciones se realizan de manera aleatoria; a cada hora se le asigna un número y en la sección “horas aleatorias” se han configurado las celdas para definir un número aleatorio de 1 a 9 que nos indicara en qué hora debemos hacer el muestreo, y otro número aleatorio entre 1 y 59 que se encargara de darnos el minuto en que se debe hacer el muestreo.

Las actividades seleccionadas como parte de este estudio son las principales operaciones para llevar a cabo cualquier proceso de la elaboración del pan. El contenido del trabajo observado se registra en la sección “IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS”, en donde se estableció una convención para agilizar el proceso de identificación:

- A: representa el número de personas que se encuentran en el instante de la observación en el lugar de trabajo.

- B: indica la clase de trabajo que desarrolla cada trabajador al momento de la observación, TP si es tiempo productivo, TC si es tiempo contributivo, D si se evidencia alguna demora en el proceso y TNC si es tiempo no contributivo
- C: registrar el código de la causa de pérdida en caso de no evidenciar tiempo productivo en el lugar de trabajo.

Al final de la toma de datos se pasa la información a una tabla de Excel y mediante tablas dinámicas obtener la frecuencia de tiempo productivo y no productivo por parte de los trabajadores y de igual forma identificar las principales causas de las pérdidas de tiempo. En el *Apéndice 8* se encontrará toda la información recopilada durante el mes de mayo del 2019 y los cálculos realizados.

6.1.2.6.2 Resultados muestreo del trabajo

Tabla 12.

Resultado muestreo en general

Categoría	Porcentaje
TP	69%
TC	11%
TNC	12%
D	8%
TOTAL	100%

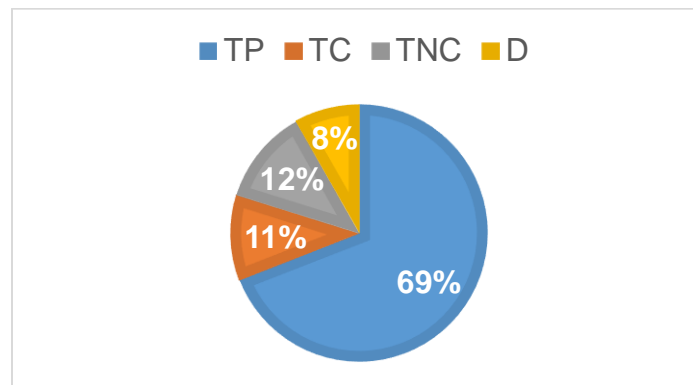


Figura 8. Diagrama resultados generales muestreo del trabajo

Los resultados obtenidos del muestreo por observaciones durante el mes de mayo presentan un 31% de tiempo no productivo y 69 % de tiempo productivo, de los cuales el tiempo productivo se divide en 11% de tiempo contributivo, 12% en tiempo no contributivo y un 8% en detenciones, con esta primera vista al muestreo general se puede concluir que los operarios son eficientes más del 50% del tiempo de su jornada laboral, pero aun así el porcentaje de tiempo no productivo es significativo, donde la categoría de tiempo no contributivo es la de mayor porcentaje, es decir, 12% del tiempo los operarios dedican su tiempo a actividades que no le agregan valor al producto.

I. Causas de las proporciones del muestreo del trabajo

Para ver con mayor claridad las causas del tiempo no productivo se plantearon las tablas de causas las cuales están divididas según las categorías tiempo contributivo, tiempo no contributivo y detenciones.

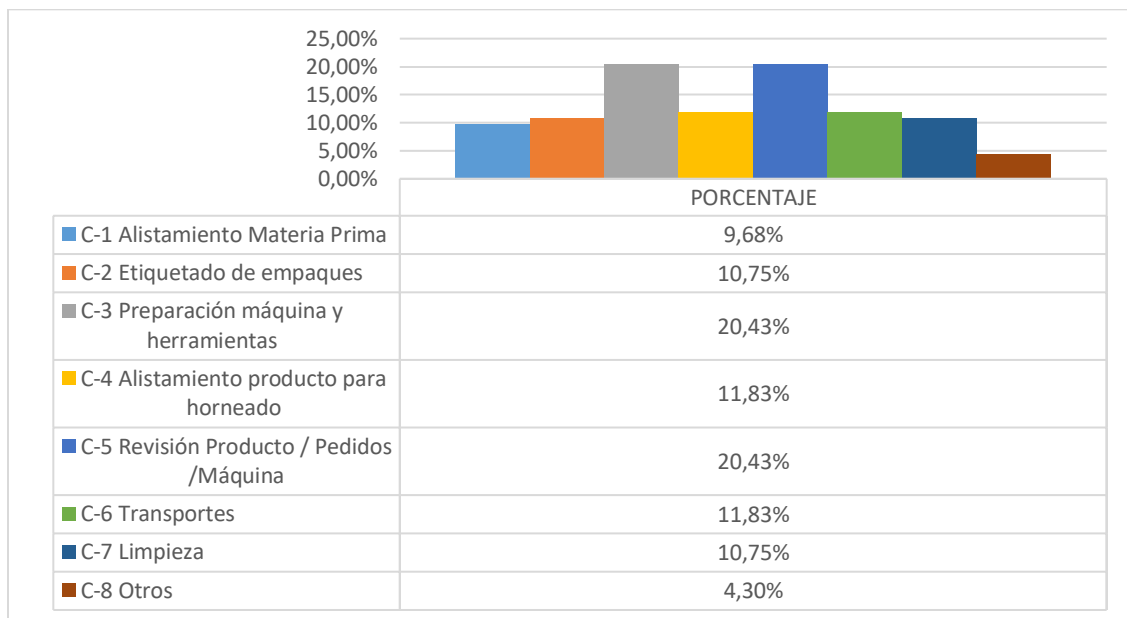


Figura 9. Diagrama Causas tiempo contributivo

El tiempo contributivo es aquel tiempo que se gasta en actividades que, aunque no agregan valor al trabajo son necesarios para que este se realice, en la *figura 9* se evidencia el porcentaje de las actividades, donde este se encuentra entre el 10% y 20%, lo que indica que estas actividades son generalmente realizadas por los operarios, estos porcentajes reiteran lo encontrado en el análisis general, donde los tiempos contributivos tan solo eran el 8% de las actividades de tiempo no productivo.

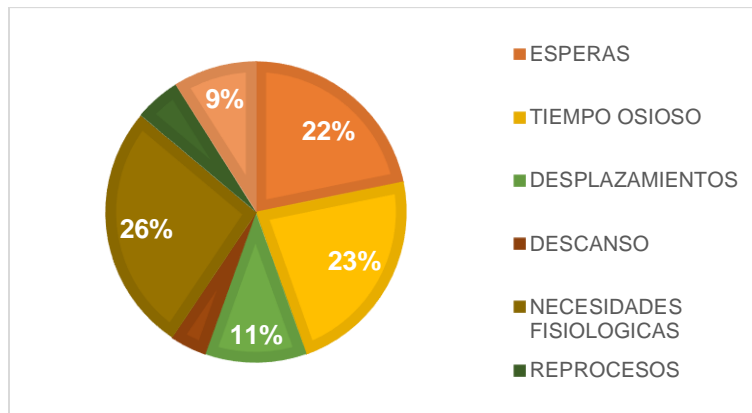


Figura 101. Diagrama causas tiempo no contributivo

En la *Figura 10* se puede observar el porcentaje obtenido por cada una de las categorías, donde las actividades relacionadas con esperas, necesidades fisiológicas y tiempo ocioso con 22%, 26% y 23% respectivamente, suman más del 80% de las actividades causantes del tiempo no contributivo. Durante la ejecución del muestreo del trabajo se observó cómo algunos operarios perdían tiempo en actividades que no generaban valor, por ejemplo, en conversaciones, en traslados a la zona social a hidratarse o a poner música, etc.

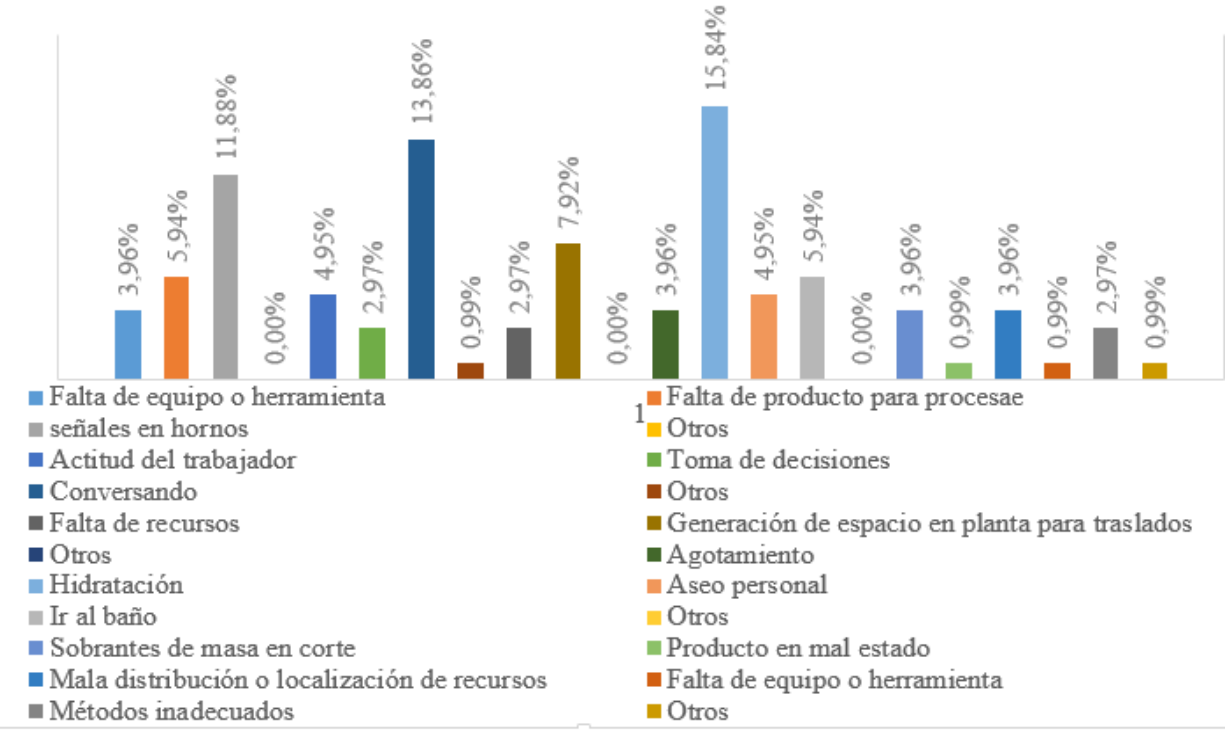


Figura 11. Diagrama de barras causas tiempo no contributivo

En la figura 11 se puede observar como las actividades de espera a señales en horno con un 11,88%, la conversación entre compañeros con 13,86% e hidratación con un 15,84% son las más representativas dentro de los tiempos no contributivos, confirmando que los operarios se acogen a la flexibilidad de la empresa para hacer actividades que no generan valor. También es importante tener en cuenta causas como generación de espacio en planta para traslados con un 7,92%, que, aunque no es un valor alto como los anteriormente mencionados, es un porcentaje significativo para el tipo de causa, donde podemos concluir que el diseño de planta actual no es el adecuado.

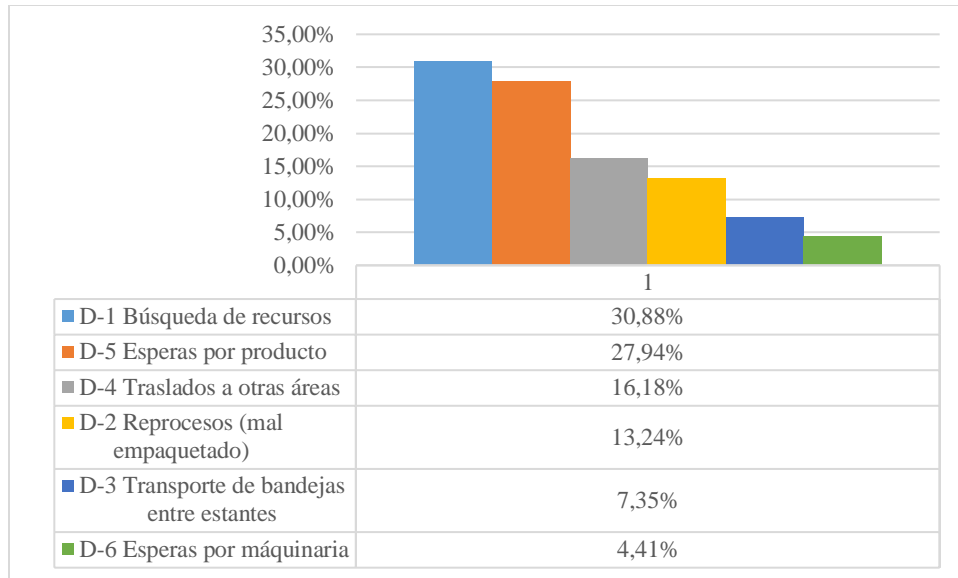


Figura 12. Diagrama de barras detenciones

En la *figura 12* se evidencia como la causa principal de detención en el trabajo es la búsqueda de recursos con 30,88%, seguida de las esperas por producto con 27,94%; estas causas generan más del 50% de las detenciones en la producción y permiten concluir como las detenciones pueden ser generadas por el mismo trabajador, ya que las esperas por maquinaria presentan tan solo un porcentaje del 4,4 %.

II. Tiempo productivo vs tiempo no productivo

Como hemos revisado hasta el momento, el tiempo no productivo equivale a la suma del tiempo contributivo, tiempo no contributivo y detenciones, de esta forma se calculó el porcentaje de tiempo no productivo de cada una de las operaciones y se comparó con el tiempo productivo (*Ver Apéndice 9*) y así identificar que operaciones presentan mayor tiempo improductivo.

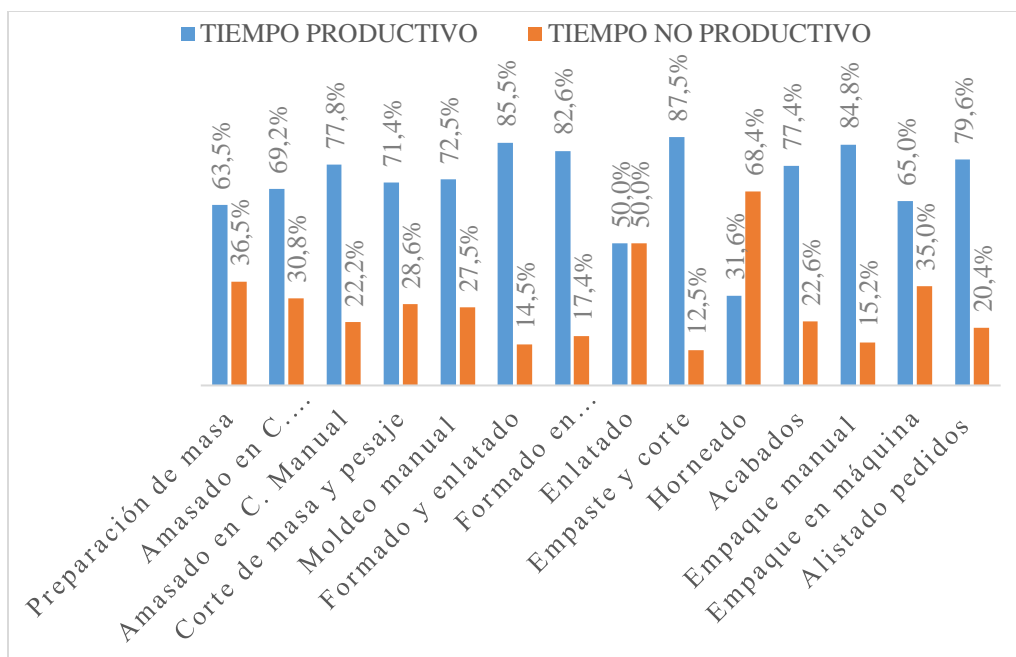


Figura 13. Diagrama de barras Tiempo productivo vs Tiempo no productivo por operación

En la figura 13 se puede identificar como los operarios dedican más del 50% del tiempo a la producción; excepto en la operación de horneado, donde tan solo se tiene un 31,6% de tiempo productivo, lo que es relativamente bajo comparado con operaciones como formado y enlatado que presenta un 85,5% de tiempo productivo, lo que indica que en esta operación se están realizando actividades que son innecesarias o que no agregan valor al producto. También se observa como en la operación de enlatado la efectividad se encuentra dividida en 50% de tiempo productivo y 50% de tiempo no productivo, lo que también indica que pueden existir posibles actividades que no permiten obtener una mayor productividad.

Ya realizado un análisis general de las causas de tiempo no productivo y de las notas tomadas al momento de ejecutar el muestreo del trabajo, se puede evidenciar como en la operación de horneado se observó pérdida de tiempo por actitudes del trabajador, quien en reiteradas ocasiones estaba conversando con sus compañeros, trasladándose a la zona social a hidratarse o descansar,

también presentaba esperas y revisiones constantes de los hornos. En la operación de formado y enlatado una de las causas de tiempo no productivo más evidente era la búsqueda de bandejas o estantes, ya que se tenían que trasladar a otras zonas en busca de ellas y realizar su respectiva limpieza para poder continuar con su labor, además el transporte de los estantes tendía a ser un poco tedioso ya que por el espacio y la cantidad de estantes era necesario generar el espacio para poder desplazarlos a su puesto de trabajo.

6.1.2.6.3 Análisis de despilfarros. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el muestreo del trabajo, se relacionaron las causas de los tiempos no contributivos y las detenciones, para encontrar los despilfarros más representativos en la planta de producción; en el *Apéndice 10* se encuentra la tabla de las causas principales de los despilfarros con sus respectivas frecuencias, de la cual se identificaron los resultados presentados a continuación.

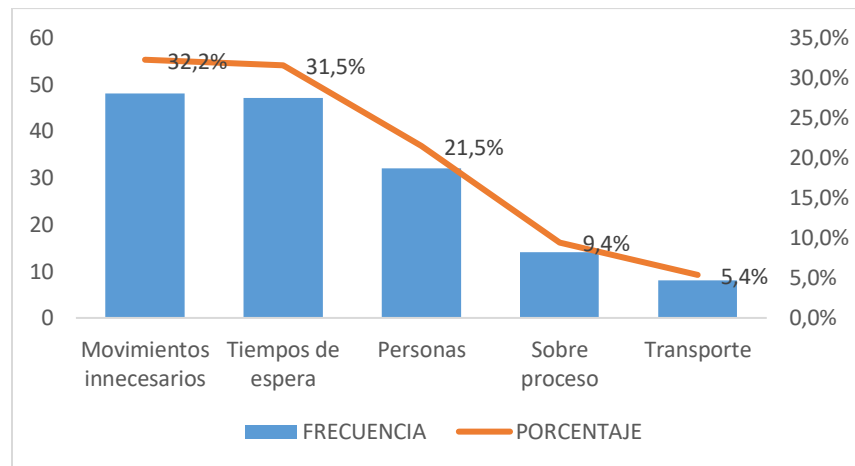


Figura 14. Diagrama de barras despilfarros

En la *figura 14* se identifica la existencia principalmente de cinco despilfarros, siendo movimientos innecesarios con un 32,2% el más significativo, seguido de los tiempos de espera

con 31,5%; estos dos despilfarros representan más del 50% de despilfarros en la empresa, los cuales pueden ser causantes de una baja productividad en la organización. También existen los despilfarros en personas, sobre proceso y transporte con 21,5%, 9,4% y 5,4% respectivamente, representando el 36,3% de desperdicios en la empresa, estos tres despilfarros son causados principalmente por actividades o actitudes por parte de los operarios. Teniendo en cuenta el estudio realizado y las observaciones hechas durante el proceso se identificaron las siguientes consideraciones:

- **Despilfarro Movimientos innecesarios:** hay desplazamientos innecesarios a las diferentes áreas a causa de la distribución de planta, generando búsqueda de producto en proceso, materia prima, estantes, bandejas, herramienta, incluso hay momentos donde los operarios deben mover los estantes ya llenos de forma desordenada para generar espacio que permita dar paso a estantes vacíos.
- **Despilfarro de Tiempo de Espera:** Existe tiempo de espera en los puestos de trabajo, debido a que los operarios realizan actividades en otros puestos de trabajo, generando que las maquinas no operen continuamente o en ocasiones los operarios deben esperar a que llegue producto para procesar, lo que indica que el flujo del proceso no es constante. También se presentan máquinas y equipos condicionados para labores productivas, por algunas fallas mecánicas que no se han corregido o zonas que no han sido instaladas adecuadamente para llevar a cabo las operaciones de una forma más eficiente.
- **Despilfarro de Personas:** hay operarios que no están realizando ninguna actividad cuando las máquinas están en funcionamiento, existe distracción entre compañeros, conversación entre ellos y actividades que no generan valor al producto, como traslados constantes a zona de hidratación, baño, etc.

- **Despilfarro de Sobre proceso:** este despilfarro se presenta por maquinaria o equipo, como, por ejemplo, los hornos Wilfor y Kadell, los cuales tienen capacidad para estantes de 36 bandejas de pan y los operarios dan uso de cualquier estante sin precaver cual es el ideal para ingresar al horno, generando que los operarios encargados de hornear tengan que reubicar las bandejas en los estantes adecuados. Este despilfarro también se presenta en la máquina de empaque donde se realiza repetidamente la preparación de la máquina y por ende se repite el empaque del producto varias veces; de igual forma en la zona de empaque se realiza la inspección del producto, donde aquel que no cumple con las características adecuadas para ser empacado, según el defecto, las unidades se vuelven a reprocesar o se desechan.
- **Despilfarro Transporte:** Los operarios deben desplazarse muchas veces durante la jornada laboral; en ocasiones por necesidad de un puesto de trabajo, debido a que existen operaciones donde es necesario de forma rápida reiniciar la actividad que allí se lleva a cabo, por tanto, los operarios tienen que terminar esta actividad en otro lugar de la planta, transportando la materia prima y los elementos que estén utilizando en ese momento. También existe transporte de materia prima en los centros de trabajo debido al diseño de la planta y búsqueda de recursos ya que existe una alta rotación de estos durante el proceso.

6.1.2.7 Análisis de capacidad. La capacidad de una planta de producción es uno de los datos más importantes a tener en cuenta y quizás uno de los menos calculados dentro de una empresa; la capacidad permite identificar cuanto se puede producir en una jornada de trabajo, esta información se utiliza como herramienta de toma de decisiones y así pensar en realizar la programación y planificación de la producción, hacer proyecciones e ir ajustando la programación

ante cualquier escenario presentado por la demanda, entre otras. Para poder hallar la capacidad de la empresa INCOLPAN es necesario realizar toma de tiempos y así identificar el tiempo estándar de cada proceso, se debe definir la jornada laboral y el tiempo productivo de cada centro de trabajo.

6.1.2.7.1 Tiempos por cronómetro. El estudio de tiempos por cronómetro es una técnica utilizada para establecer la duración de una tarea a partir del registro de tiempo que son cronometrados. A continuación, se presentan las etapas y metodología a utilizar para llevar a cabo este estudio.

I. Selección de procesos y determinación de elementos.

Para llevar a cabo la toma de tiempos por cronómetro, es necesario seleccionar los procesos u operaciones a estudiar, en este caso se tendrán en cuenta los procesos para fabricar los productos más representativos de la empresa, es decir, el pan cascara, tostados, pan rollo, mestiza, pan leche de 500 y pan leche de 1000. En el *Apéndice 11* se identifican las operaciones a cronometrar, el inicio y fin de cada una, cabe aclarar que las operaciones mencionadas a continuación, no todas se llevan a cabo en todos los procesos.

II. Determinar el número de ciclos a cronometrar

En esta etapa se identifica el número de observaciones a realizar, existen dos metodologías para encontrar este valor; el primer método es el estadístico, donde con datos históricos o una muestra se aplica una fórmula. El segundo método es mediante una guía convencional que determina el número de ciclos, basados en el número total de minutos por ciclo (García Criollo, 2005).

Para el estudio de tiempos por cronómetro de la empresa Incolpan, inicialmente se tomó una muestra de ocho ciclos (*Ver Apéndice 12*) a esos tiempos se sacó un promedio por operación y

se usó como guía la tabla, “número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos” del libro OIT (Ver Figura 14) para identificar el número de muestras a tomar.

Cuadro 15. Número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos

Minutos por ciclo	Hasta 0.10	Hasta 0.25	Hasta 0.50	Hasta 0.75	Hasta 1.0	Hasta 2.0	Hasta 5.0	Hasta 10.0	Hasta 20.0	Hasta 40.0	Más de 40
Número de ciclos recomendado	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Fuente: A. E. Shaw: «Stop-watch time study», en H. B. Maynard (publicado con la dirección de): *Industrial engineering handbook*, Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 3.ª edición, 1971. Reproducido con la autorización de McGraw-Hill Book Company.

Figura 15. Tabla número de ciclos recomendados para el estudio de tiempos Nota. Tomado de: Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ª ed.). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

III. Seleccionar la escala de valoración

Dentro del estudio del trabajo en general, los operarios juegan un papel muy importante y más en el estudio de tiempos donde se hace la distinción entre el trabajador representativo y el trabajador calificado, donde “es representativo aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado” y “es calificado aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad”, esto tendrá importancia dentro del estudio de tiempos para dar la valoración indicada a cada elemento, en la tabla 13 se observa la valoración que determinará el ritmo de trabajo del operario según su distinción.

Tabla 13.

Escala de valoración

Trabajador	Valoración
No representativo	80%
Representativo	100%
Calificado	120%

IV. Registro de datos

Para realizar el registro de datos se diseñó un formato, donde se tiene en cuenta cada uno de los elementos que pertenecen a cada proceso, se asigna el porcentaje de valoración de acuerdo al ritmo de trabajo del operario que se esté observando en ese momento, para finalmente proceder al registro del tiempo dado por el cronómetro. En el *Apéndice 13* se evidencian los datos registrados y las respectivas operaciones para hallar el tiempo estándar.

V. Cálculos para hallar tiempo tipo

Ya teniendo los tiempos tomados, se procede a normalizarlos; esta etapa consiste en aplicar la valoración al promedio de los tiempos, para así encontrar el tiempo a ritmo de un trabajador promedio. De esta forma se obtiene el tiempo normalizado:

$$\text{Tiempo Normalizado} = (\text{Tiempo Observado} * \text{Valoración})$$

En el *apéndice 13* se encuentran las tablas de los tiempos normalizados por cada proceso estudiado, a continuación, se asignan los respectivos suplementos requeridos para cada tarea. Los suplementos constantes siempre se asignan por necesidades personales y por fatiga; los suplementos variables se asignan dependiendo de las condiciones en que se realiza el trabajo. Para este estudio los suplementos se determinaron con base en la tabla presentada en el libro “introducción al estudio del trabajo” de la oficina Internacional del trabajo (*Ver Apéndice14*).

Aplicando los suplementos se procede a obtener el tiempo asignado, el cual se halló de la siguiente manera para cada una de las operaciones:

$$\text{Tiempo Asignado} = \text{Tiempo Normalizado} * (1 + \%Suplementos)$$

Finalmente, se calcula el tiempo tipo del ciclo trabajado al incrementar el tiempo asignado total con el suplemento por contingencias seleccionado, para este caso se usó 5%, en la *tabla 14* se muestra el resumen de los tiempos estándar por cada proceso. El cual se halló como se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo Estándar} = \frac{\text{Tiempo Asignado}}{(1 - \%Contingencias)}$$

Tabla 14

Resumen tiempo tipo por proceso.

Proceso	Tiempo Estándar (Min/kg)
Pan tostado	8,02
Pan rollo \$500	8,74
Mestiza	4,59
Pan Cascara	14,38
Pan leche \$500	4,86
Pan leche \$1000	4,85

Según la *tabla 14* se puede concluir que el proceso con mayor tiempo de fabricación es el pan cascara ya que invierte 14,38 min por cada kilogramo de masa, esto se debe a que este pan se elabora en su mayoría manualmente, este es un proceso que necesita de la intervención de todos los operarios del área de producción, generando más tiempo de fabricación; además de ser uno de los productos con mayor demanda. También se identificó que el principal recurso restrictivo dentro del proceso, es la operación de horneado, la cual genera inventario y retrasos en el flujo del procesos.

6.1.2.7.2 Capacidad Real. Teniendo el tiempo estándar se procede al análisis de la capacidad real, para ello es necesario conocer la jornada laboral de la empresa INCOLPAN, donde se llevan a cabo dos turnos de 10 horas diarias, de lunes a sábado con 120 minutos de descanso para las necesidades fisiológicas, por ende, el tiempo productivo es de 16 horas o 960 minutos diarios. La fórmula utilizada para el cálculo de la capacidad de cada proceso es la que se muestra a continuación.

$$\text{Capacidad Real} = \frac{\text{Capacidad disponible jornada laboral}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Dónde:

$$\text{Capacidad disponible jornada laboral} = \left(\frac{\text{turno}}{\text{día}} \right) * \left(\frac{\text{minutos}}{\text{turnos}} \right)$$

Para el cálculo de capacidad Real del proceso, se utilizaron los datos obtenidos en el estudio de tiempo por cronometro realizado anteriormente y datos generales de la empresa. Como se puede observar a continuación:

Producto: Pan CASCARA

Turnos: 2 turno diarios

Horas por turno: 8 horas / turno

Tiempo estándar: 167,65 min/kg

Teniendo los datos anteriores se procede a calcular los minutos laborados por día con la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad disponible jornada laboral} = \left(\frac{\text{turno}}{\text{día}} \right) * \left(\frac{\text{minutos}}{\text{turnos}} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad disponible jornada laboral} &= \left(\frac{2 \text{ turnos}}{\text{día}} \right) * \left(480 \frac{\text{minutos}}{\text{turnos}} \right) \\ &= 960 \frac{\text{min}}{\text{día}} \end{aligned}$$

Teniendo los minutos laborados por día se calcula la capacidad real del pan tostado.

$$\text{Capacidad Real} = \frac{\text{Capacidad disponible jornada laboral}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

$$\text{capacidad real} = \frac{960 \frac{\text{min}}{\text{día}}}{14,78 \frac{\text{min}}{\text{kg}}} = 65 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Este procedimiento se realiza para calcular la capacidad real de los productos que hacen parte de este estudio, como se puede evidenciar en el *Apéndice 15*. En la *tabla 15* se encuentra la capacidad real de los seis productos, se debe tener en cuenta que la unidad de medida seleccionada corresponde a la cantidad de harina utilizada por cada ciclo de mezclado del producto.

Tabla 15

Análisis de capacidad por proceso

Productos	Unid de medida (kg)	T. Estándar (min)	Tiempo estándar (min/kg)	Cant de unid por kg	Jornada laboral (min)	Capacidad real (kg / día)	Capacidad (unid/día)
Pan tostado	34,02	272,69	8,02	57	960	120	6844
Pan leche de 500	45,36	220,52	4,86	19	960	197	3657
Pan cascara	11,34	167,65	14,78	60	960	65	3894
Pan rollo de 500	22,68	198,31	8,74	19	960	110	2033
Pan mestiza	45,36	207,98	4,59	24	960	209	5077
Pan leche de 1000	45,36	219,99	4,85	12	960	198	2444

La anterior tabla muestra la capacidad de unidades por día y también la capacidad de kg por día de cada producto, del cual los seis productos pertenecen al 71,80% de productos fabricados en la zona semi-industrial y el 28,20% restante pertenece a los otros productos que se elaboran en la

empresa. En la *tabla 15* se observa cómo el producto con mayor capacidad de producción es el pan mestizo con 209 kg/día produciendo 5077 unid/min, seguidamente del pan leche de 1000, leche de 500 y tostado que tiene una capacidad de 198, 197 y 120 kg/día produciendo 2444, 3657 y 6844 unidades por día. Por último, los productos de menor capacidad es el rollo de 500 y pan cascara con 110 kg/día y 65 kg/día produciendo 2033 y 3894 unidades por día, esto se debe a su forma de fabricación que tiende a ser más artesanal que manual.

6.1.2.8 Diagrama Causa – Efecto.

a. Herramienta 5 Why

Esta técnica se utiliza para examinar cualquier problema principal mediante la pregunta: “¿Por qué?” La cual obtendrá una respuesta que generará más preguntas, hasta llegar a la causa raíz de los problemas presentados en la empresa.

Haciendo un detallado estudio con la herramienta 5 Por qué se identificaron dos problemas de causa raíz, los cuales se presentan en el *Apéndice 16*, estos abren paso a la creación de los diagramas de causa y efecto presentados a continuación.

b. Diagramas Causa – Efecto

Con la herramienta de 5W se identificó que en la empresa no cuenta con un diseño de planta adecuado, debido a que las áreas y centros de trabajo no se encuentran demarcados, no hay una distribución adecuada de planta de producción y el área total de la planta es limitada, también se identifica que la planta productiva tiene una capacidad limitada, esto se debe a que existe una

limitación de recursos y no cuentan con un programa de producción definido, generando incumplimiento en los pedidos, pérdida de tiempo en búsqueda de recursos y tiempos de espera en máquinas y operarios. En el *Apéndice 17* se puede observar las causas primarias y secundarias con las cuales se identificaron los problemas y sus causas raíz que se encuentra en la planta de producción de la empresa INCOLPAN.

Con los dos diagramas de Ishikawa se puede concluir que los dos problemas principales que tiene la empresa es: la capacidad de producción es limitada y diseño de planta no adecuado. Estos problemas generan una serie de situaciones como pérdidas de tiempo, desorden, reprocesos, pocos recursos para la producción, entre otros, los cuales ya han sido mencionados anteriormente.

6.1.3 Etapa III: Resultados del diagnóstico. Los productos principales y objetos de este estudio son el pan tostado, pan cascara, mestiza, pan rollo de 500, pan leche de 500 y pan leche de 1000, los cuales se identificaron en los diagramas de Pareto (ver pág. 50) como los productos más fabricados y a su vez los más vendidos dentro de la empresa INCOLPAN. En la utilización de diferentes herramientas de la Ingeniería Industrial y estudiando a detalle los productos anteriormente mencionados se identificaron principalmente los siguientes problemas:

- En la zona semi-industrial se identifica cómo los operarios realizan largos recorridos y movimientos innecesarios para llevar a cabo un proceso, además de realizar constantes transportes de materia prima, maquinaria y equipo por las instalaciones, esto se debe al inadecuado diseño de planta y la falta de demarcación de los centros de trabajo. (ver pág. 55)
- Dentro de la planta se presenta desorden, falta de clasificación de herramienta, lugares ocultos guardando cosas innecesarias o inherentes a los procesos, falta de estandarización,

techos con averías perjudicando el producto, falta de disciplina en algunas normas de la empresa, entre otros aspectos; afectando la productividad, por ejemplo, el tiempo de fabricación de los productos; la seguridad en el trabajo, provocando accidentes e instalaciones en mal estado; así también la calidad de los productos, cómo la contextura y forma de estos. (Ver pág. 61)

- Se identifican tiempos perdidos a causa de diferentes actividades que no generan valor, tal como la espera de materia prima para procesar, búsqueda de herramienta o equipo, constante preparación de las máquinas, transportes o movimientos innecesarios y conversación entre compañeros, generando principalmente despilfarros de movimiento innecesarios, tiempos de espera, personas, sobre procesos y transporte, que afectan la productividad de la empresa (ver pág. 66)
- Existen principalmente dos recursos restrictivos que no permiten tener un flujo del proceso constante, estos son el cuarto de crecimiento y los hornos, los cuales no cuentan con la capacidad suficiente para procesar la demanda de productos. También se presenta un límite en la fabricación de los productos, debido al déficit de bandejas y estantes disponibles, los cuales no permiten que la producción sea mayor. (ver pág. 80)
- En la empresa INCOLPAN no existe un programa de producción definido que permita tener un orden en la fabricación de los productos y en la cantidad de unidades a producir, afectando las jornadas laborales de los operarios y generando retrasos en la entrega de pedidos.

7. Plan de Mejoramiento

7.1 Metodología del plan de mejoramiento

En este capítulo, se presenta la formulación de un plan de mejoramiento basado en los resultados del diagnóstico realizado en el capítulo anterior. Para el desarrollo de este plan se llevan a cabo 4 etapas, las cuales se presentan a continuación:

7.1.1 Etapa 1. Presentación de las propuestas. Para esta fase se toman los resultados del diagnóstico y a partir de ellos se plantean las propuestas que contribuyen al mejoramiento de la productividad y eficiencia de los procesos productivos. Estas propuestas se presentan a las directivas de la empresa y se toman sugerencias para iniciar con el desarrollo de este plan.

7.1.2 Etapa 2. Descripción de las propuestas. Esta fase consiste en la descripción y elaboración detallada de cada una de las propuestas establecidas en la etapa anterior.

7.1.3 Etapa 3. Implementación de las propuestas avaladas. En esta etapa se desarrolla la implementación de las propuestas descritas en la etapa anterior, este proceso es apoyado y avalado por las directivas de la empresa, las cuales permiten el desarrollo de los cambios que se generan, este paso se describe con mayor detalle en el siguiente capítulo.

7.1.4 Etapa 4. Control y seguimiento de las propuestas implementadas. Esta etapa se desarrolla en el capítulo 10, donde se llevan a cabo el control y seguimiento de las propuestas implementadas mediante un sistema de indicadores.

7.2 Análisis del diagnóstico y presentación de propuestas.

Con base en los resultados del diagnóstico, producto del análisis del mismo (*Ver capítulo 6*), se proponen unas propuestas que contribuyen al mejoramiento de las problemáticas encontradas, como se muestra en la *tabla 16*. Las propuestas planteadas se presentan a la empresa mediante una matriz donde se identifican los principales problemas encontrados, la propuesta sugerida y los resultados a obtener; además se dividió en dos fases, una primera que consiste en aquellas propuestas realizables en un corto plazo, es decir, aquellas que se realizan en un lapso de tres a seis meses y una segunda que contiene aquellas propuestas posibles de realizar en un mediano o largo plazo, que equivale a un año o más.

Tabla 16

Análisis diagnóstico y propuestas

N°	PRINCIPALES PROBLEMAS IDENTIFICADOS	PROPUESTAS	RESULTADOS ESPERADOS
Fase 1: Actividades de corto plazo			
1	Largos recorridos, movimientos innecesarios y constantes transportes para llevar a cabo un proceso dentro de la planta.	Redistribución de planta para un mejor aprovechamiento del espacio	Nueva distribución de planta que brinde mayor espacio y eficiencia de los procesos
2	Falta de organización y orden en algunas áreas de la planta de producción.	Diseño e implementación de un programa de 5'S	Áreas de trabajo más organizadas, mayor productividad y calidad en los productos
3	Tiempos perdidos a causa de actividades que no generan valor	Estandarización de los procesos	Mejorar la calidad de los productos, reducir tiempos de operación y tener métodos de trabajo adecuados.
4	El flujo del proceso no es constante debido a recursos restrictivos como hornos, bandejas y estantería.	Análisis del flujo del proceso mediante la simulación en el software Flexsim, para posteriormente aumentar los recursos necesarios para eliminar las restricciones.	Nueva maquinaria que permita el flujo constante del proceso.
5	Falta de programación de la producción.	Diseño de un programa maestro de producción en una herramienta ofimática.	Un programa maestro de producción adecuado de acuerdo a las características de la empresa

Tabla 18.

Recursos y responsables

Propuestas	Recursos	Responsables
Redistribución de planta para un mejor aprovechamiento del espacio	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos. • Financieros. • Materiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Maestro de obras. • Ing. eléctrico y mecánico.
Diseño e implementación de un programa de 5'S	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto
Estandarización de los procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto. • Jefe de operaciones
Evaluación y aumento de los recursos.	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos. • Financieros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia
Diseño de un programa maestro de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos. • Tecnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Autores del proyecto

7.3 Descripción de las propuestas.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las propuestas a implementar en la empresa INCOLPAN con su respectiva metodología.

7.3.1 Redistribución de planta.

Problemática que se pretende atender: en la planta de producción se identifican largos recorridos, movimientos innecesarios para llevar a cabo los procesos, existe constante transporte de materia prima, maquinaria y equipo por las instalaciones; además las zonas semi-industrial y artesanal se encuentran en una misma área afectando el flujo de los procesos. Finalmente no se evidencia una distribución de planta adecuada, generando desorden y mayor tiempo de fabricación de los productos.

Objetivos de la propuesta

- Hallar una distribución de planta con áreas de trabajo y equipos ordenados, de forma que sea la más económica para el trabajo, la más segura y satisfactoria para los trabajadores.
- Disminuir los transportes, los retrasos en la producción y el manejo de materiales en el área de producción
- Utilizar de forma adecuada el espacio, la maquinaria y la mano de obra, para mejorar el flujo de los procesos, la productividad y la calidad de los productos.

Propuesta

Realizar una redistribución de planta por proceso, reduciendo las distancias entre las áreas de trabajo, permitiendo la integración de los recursos y la circulación del trabajo a través de la planta. La distribución de planta se realizará mediante la metodología Muther o el método SLP (Planeación Sistemática de la Distribución de Planta), el cual se lleva a cabo como se muestra en la *figura 16*.

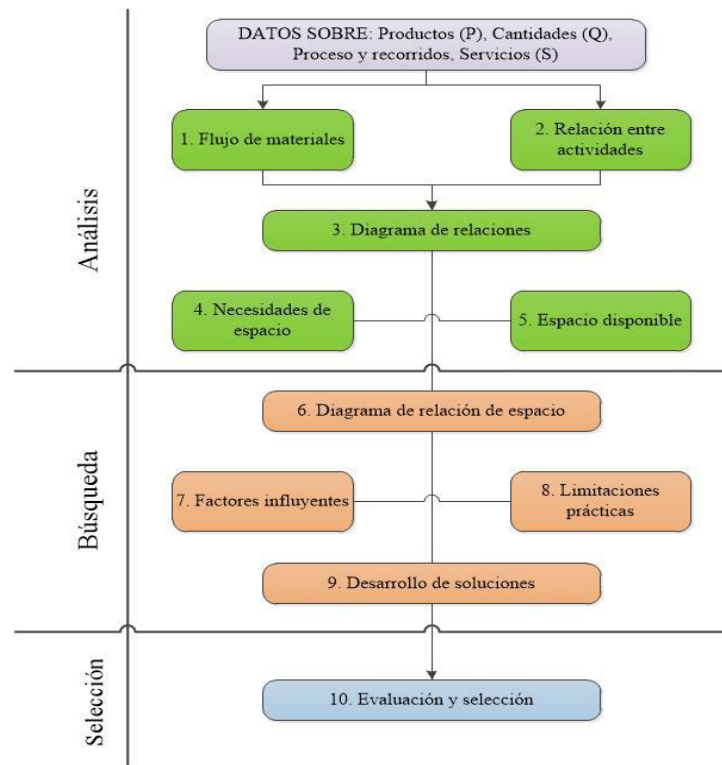


Figura 16. Método SLP (System Layout Planning)

Siguiendo este método se pasa a ejecutar cada uno de los pasos mencionados, para esto es necesario tener claros los datos con respecto a producto y cantidad; según el estudio realizado durante el diagnóstico, se encontró que los productos de mayor venta y a su vez con mayor costo son el pan tostado, pan cascara, mestiza de 500, rollo de 500, pan leche de 500 y pan leche de 1000, por tanto estos serán los productos base para la realización de la distribución de planta. Respecto a la cantidad y costo de los productos se utilizarán los datos de ventas del 2018, los cuales se presentan en la *tabla 19*.

Tabla 19.

Cantidad y costos por producto

Producto	Cantidad	Costo Total	Costo Unit
Pan tostado de 200	1300616,5	175241780	134,7
Pan leche de 500	439550	140382560	319,4
Pan rollo de 500	270797	86586080	319,7
Pan cascara	266651	134226000	503,4
Pan leche de 1000	225935	144243200	638,4
Mestiza de 500	223313	73251520	328,0

Teniendo definidos esto datos se procede a realizar los siguientes pasos:

1. Flujo de materiales.

En este paso se determina la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elabora el diagrama multiproducto presentado en el *Apéndice 18*.

II. Relación entre actividades

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, para esto se emplea la tabla relacional de actividades o el diagrama de interrelaciones, consiste en un diagrama de doble entrada, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y el motivo, como se muestra en el *Apéndice 19*.

III. Diagrama relacional de actividades

El diagrama relacional de actividades es un gráfico simple en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A, E, I, O, U y X) entre las actividades unidas a partir del código de líneas. Para realizar este diagrama es necesario tener en cuenta la información obtenida hasta el momento y desarrollar una matriz origen - destino que permita ver de una forma más clara la relación entre las actividades y así definir el diagrama relacional de actividades como se muestra en el *Apéndice 20*

IV. Necesidades de espacio

En este paso se definen las necesidades de espacio, primero se observa el esquema del centro de trabajo, se analiza el área para operar, el área por máquinas, entre otros. Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados se elaboró la *tabla 20* en la cual se realiza una comparación del área utilizada actualmente y el área necesaria para realizar la nueva distribución de planta, estos

cambios se realizarán fundamentados en algunos cambios que han sido sugeridos y acordados con las directivas de la empresa.

Tabla 20

Necesidades de espacio

ZONA	ÁREA ACTUAL (m ²)	ÁREA NECESARIA (m ²)
Almacén MP	20,19	29,45
Dosificación y pesaje	2,7	5,4
Mezclado	6,3	6,3
Amasado (cilindradoras)	7,72	6,03
Corte y moldeo (mesas y divisora)	14,93	14,93
Cuarto de crecimiento o fermentación	16,72	16,72
Formado (multiformadora)	5,88	5,88
Acabados	5	5
Enfriamiento	13,86	17,37
Hornos	25	28,22
Empaque	64,55	48,13
Almacén PT	36,8	36,8

V. Espacio disponible

El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global. En este paso es necesario hallar el tiempo que requiere cada estación o centro de trabajo y la evaluación de las distancias, para así hallar las limitaciones de espacio de acuerdo a la estructura de la planta. En el *Apéndice 21* se presenta el plano con el área y las distancias recorridas actualmente y en el *Apéndice 22* se presentan los cambios estructurales que se realizarán y que contarán como espacio disponible para el nuevo diseño de planta. Estos cambios en la estructura se han determinado ya que las directivas de la empresa han tomado la decisión de separar las dos

líneas de producción existente, esto se lleva a cabo adecuando el segundo piso de la planta para la elaboración de los productos artesanales o bizcochería, permitiendo que el área principal sea adecuada para la producción semi industrial.

VI. Diagrama relacional de espacios

El Diagrama Relacional de Espacios es similar al Diagrama Relacional de Actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad, este ejercicio se desarrolla a ensayo y error, en el *Apéndice 23* se presenta el diseño más factible obtenido para la empresa Incolpan.

VII. Factores influyentes y limitaciones prácticas

En estos dos pasos se revisan los nodos de conexión entre el diagrama de relación de espacios y los puntos de referencia locales, los puntos de ingreso y salida, los ajustes necesarios de acuerdo a limitaciones y factores influyentes en general. En el *Apéndice 24* se presenta la propuesta de diseño de planta en el plano de la estructura física, las áreas y sus respectivas entradas y salidas.

VIII. Desarrollo de soluciones

En este paso ya se plasma la solución, se crea el marco normativo, donde lo primero es la salud y la integridad física; se delimitan los espacios y se presenta la propuesta final, incluyendo las distancias recorridas (*Ver Apéndice 25*)

IX. Evaluación y selección

Este paso conforma el proceso estratégico de la toma de decisiones respecto al diseño de la instalación. Se presenta a las directivas de la empresa Incolpan la propuesta final anteriormente mencionada, los cuales hacen algunas sugerencias y se realizan algunos cambios (*Ver Apéndice26*) obteniendo un diseño final para su posterior implementación. Dentro de los cambios realizados se movió la cilindradora manual junto a la cilindradora automática para ganar más espacio y se incluyó el nuevo horno que se instalará en la planta, teniendo finalmente un diseño de planta para la empresa INCOLPAN aptó para la producción de pan como se muestra en la *figura 17*.

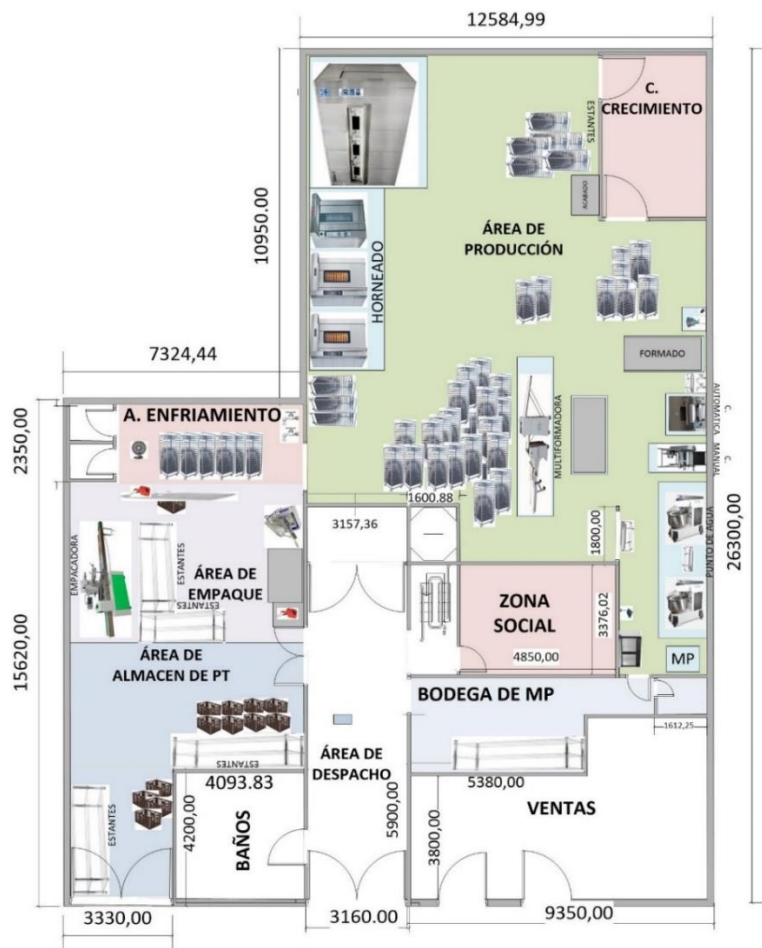


Figura 17. Redistribución de planta.

7.3.2 Programa de las 5's

Problemática que se pretende atender

Basado en el diagnóstico que se realizó en la empresa INCOLPAN, se encontró que la organización no cuenta con la metodología de las 5S's establecida, por ende, dentro de la planta se presenta desorden en los puestos de trabajo, no cuenta con una clasificación de herramienta, tiene lugares ocultos que guardan cosas innecesarias o inherentes a los procesos, en las áreas de empaque y producción no se cuentan con demarcaciones de los puestos de trabajo y se presentan averías en los techos, falta de disciplina en algunas normas de la empresa, entre otros aspectos que perjudican el proceso productivo de la empresa.

Objetivos de la propuesta:

- Conservar en orden y limpios cada uno de los puestos de trabajo del área semi-industrial.
- Concientizar al personal de la importancia de mantener el orden y la limpieza en cada puesto de trabajo.
- Mejorar la calidad de los productos, aumentar la productividad y reducir los accidentes y riesgos laborales.

Propuesta:

Adaptación a la cultura de la metodología de las 5S's del personal de la empresa Incolpan de la siguiente manera:

I. Sensibilización de la gerencia:

La primera actividad que se realiza es hablar con la gerencia, en la cual se presenta lo fundamental de mantener una cultura de orden y limpieza en la organización, para ello se le explica cada paso del procedimiento que se va a realizar e informar sobre los materiales y actividades que son necesarios para poder implementar la metodología.

II. Sensibilización del personal:

Como siguiente paso, se realizará una capacitación a los operarios explicándoles cómo funciona y como se realizará esta metodología, también para que fomenten el método de las 5S's, y de esta manera poder crear la cultura sobre el orden y limpieza.

III. Implementación de Seire:

La primera S es clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios, para ello es necesario destinar una jornada de trabajo en la empresa para que los empleados despejen cada uno de sus puestos de trabajo y en general toda la planta de producción. Este paso se implementa a través de la aplicación de la tarjeta roja y amarilla, que consiste en usar las tarjetas para identificar elementos que no son necesarios en el puesto de trabajo y son considerados como un desecho. Cada tarjeta roja se coloca al objeto que no se utilice o de dudosa utilización y así identificar los objetos a eliminar por completo. También se utilizará tarjetas de color amarillo para los elementos necesarios pero que están mal ubicados en cada puesto de trabajo, por lo tanto, se podrá identificar las herramientas necesarias de las innecesarias y de esta manera estar cumpliendo con la primera S de la metodología.

IV. Implementación de Seiton;

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, para ello es necesario reasignar los espacios en cada puesto de trabajo, indicando claramente el puesto o lugar donde se ubicará cada herramienta o elemento para su uso cotidiano. Los elementos deben estar ordenados teniendo en cuenta la frecuencia de uso, en lugares accesibles y bajos criterios de seguridad, calidad y eficiencia. La indicación del lugar se realizará con colores y símbolos por su facilidad de memorizar e identificar los lugares. También es necesario demarcar los límites de las áreas de trabajo, almacenes y zonas que transitan los operarios. De esta manera se va creando la cultura del orden en la empresa y se estaría cumpliendo con la segunda s de la metodología.

V. Implementación de Seiso:

Consiste en limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos. En esta etapa es necesario tener una jornada de trabajo en donde se realice una limpieza a cada puesto de trabajo y a la planta en general y así se inspeccionará las fases anteriores. También es necesario crear una lista de chequeo donde contengan una serie de preguntas que ayuden a los operarios a no olvidar su labor de limpieza en cada puesto de trabajo. Como se puede evidenciar en el ejemplo de la *figura 18*.

LISTA DE CHEQUEO PARA LIMPIEZA DIARIA	FECHA:	SECCIÓN:	
	PUESTO DE TRABAJO:	NOMBRE DEL OPERARIO:	
1. Engrase el eje central de la máquina		√	DIBUJO DE LA MAQUINA
2. Aceite en bandas centrales		√	
3. Limpieza de la plataforma		√	
:			
:			
:			
:			

Figura 18. Lista de chequeo

VI. Implementación de Seiketsu:

Consiste en estandarizar las metas asumidas de las tres primeras S`s, para ello es necesario mantener los niveles conseguidos anteriormente, elaborando y cumpliendo estándares de limpieza y comprobar que estos se apliquen correctamente. Para ello se emplea una lista de chequeo (lista de chequeo de cinco puntos), que permite identificar si en la organización se están haciendo las tareas correctamente en las tres eses operativas.

Esta lista la compone una serie de preguntas que están evaluadas en una escala del 1 al 5, siendo el numero 5 el de mayor cumplimiento. *Ver Apéndice 27.* Con el tiempo la verificación y el seguimiento serán menos frecuentes, porque los operarios van adquiriendo una cultura de cumplimiento de la metodología de las 5S`s.

VII. Implementación de Shitsuke:

La quinta S es disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados. Por ende, es necesario concientizar a la empresa sobre la importancia de la implementación de la metodología de las 5S`s. y de esta manera cumplir a cabalidad con esta metodológica en la organización.

7.3.3 Estandarización de los procesos.

Problemática que se pretende atender

Se identifican tiempos perdidos a causa de diferentes actividades que no generan valor, tal como la espera de materia prima para procesar, búsqueda de herramienta o equipo, constante preparación de las máquinas, transportes o movimientos innecesarios y conversación entre compañeros. A demás no se identifican métodos y medidas específicas para la elaboración de los productos.

Objetivos de la propuesta

- Estandarizar los procesos principales de la empresa, logrando un comportamiento estable que genere productos y servicios con calidad homogénea y bajos costos.
- Tener condiciones de trabajo estables incluyendo materiales, maquinaria, equipo, métodos y procedimientos de trabajo.

Propuesta

Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables de una fábrica. Para llevar a cabo la estandarización de los procesos del área productiva de la empresa Incolpan se realizarán los siguientes pasos:

I. Involucrar al personal operativo:

En este pasó se llevará a cabo una reunión con los operarios que pertenezcan a una misma área de trabajo y elaboren las mismas tareas, para discutir cual es el mejor método de trabajo para

alcanzar el objetivo de las mismas. De allí se tomará nota teniendo en cuenta los puntos de vista de todos los involucrados.

II. Investigar y determinar la mejor forma para alcanzar el objetivo del proceso:

Teniendo las notas obtenidas del paso anterior, se procede a cuestionar cada una de las necesidades de las actividades y a investigar más sobre ellas, de esta forma se busca encontrar la mejor manera de realizar las actividades, la idea es elevar la eficiencia de los procesos eliminando todas las actividades innecesarias y encontrando la secuencia más lógica, con el fin de mantener la tarea lo más sencilla posible pero cumpliendo con el objetivo principal de la tarea.

III. Documentar con fotos, diagramas, descripción breve:

Ya encontrada la mejor forma de realizar las actividades se pasa a la documentación donde se especificará el estándar, con información importante, como tiempos, temperaturas, velocidades, etc.

IV. Capacitar al personal:

En esta etapa se programa y realiza una serie de capacitaciones donde por área se capacitará al personal respecto a la estandarización de los procesos, allí se explicarán las fichas anteriormente realizadas.

V. Implementar formalmente el estándar:

Ya cumpliendo con las capacitaciones y teniendo el conocimiento del estándar se inicia el proceso de práctica, donde se lleva a cabo paso a paso las actividades mencionadas en las fichas y

se acompañara a los operarios en el cumplimiento del estándar durante un mes de forma esporádica.

VI. Checar los resultados:

En esta fase lo que se busca es tener un control de que se cumplan los estándares planteados, para ello se llevará un control mediante una lista de chequeo como se muestra en la *figura 19*. En esta lista se tendrán cada una de las actividades del estándar y una escala de valoración de 1 a 5, respecto al cumplimiento de ellas, siendo 1 un bajo cumplimiento de la actividad y 5 un completo cumplimiento de la actividad.

LISTA DE CHEQUEO							
Elaborada por:					Fecha:		
		ESCALA DE CUMPLIMIENTO					
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5		

Figura 19. Lista de chequeo estandarización de los procesos

Si el resultado se apega al estándar, se continúa con la implementación, si no, se analiza la situación y se toman acciones correctivas.

7.3.4 Análisis del flujo del proceso mediante la simulación en el software Flexsim, para posteriormente aumentar los recursos necesarios para eliminar las restricciones.

Problemática que se pretende atender:

Existen recursos restrictivos que no permiten tener un flujo del proceso constante, principalmente se encuentran los hornos, los cuales no cuentan con la capacidad suficiente para procesar la demanda de productos. También se presenta un límite en la fabricación de los productos, debido al déficit de bandejas y estantes disponibles, los cuales no permiten que la producción sea mayor.

Objetivos de la propuesta

- Equilibrar la cantidad de recursos con la producción para mantener el flujo del proceso constante.
- Simular el flujo del proceso para identificar los cuellos de botella y así eliminarlos, permitiendo el flujo constante del proceso

Propuesta

Para llevar a cabo esta propuesta se realizará el siguiente proceso:

- I. Realizar una evaluación de la cantidad de recursos con los que se cuenta actualmente para la producción diaria.
- II. A partir de estos datos se realiza la simulación del estado actual de la planta de producción semi industrial en el software FlexSim y se inicia el planteamiento de escenarios que permitan evaluar el incremento de recursos hasta encontrar una aproximación de la cantidad de recursos que se debe incrementar para llegar a un flujo constante del proceso de producción. El proceso a llevar a cabo para la realización de la simulación se

comprenderá paso a paso en el siguiente capítulo, donde se simulara la planta de producción con las propuestas de mejora planteadas.

III. Ya realizada la simulación se obtienen unos resultados respecto al aumento de los recursos que restringen el proceso productivo, con esto se evalúan opciones de compra y costo de ellos, de esta forma se presenta la propuesta a las directivas de la empresa y se inicia el proceso de compra.

7.3.5 Diseño de un programa maestro de producción.

Problemática que se pretende atender:

En la empresa INCOLPAN no existe un programa de producción definido que permita tener un orden en la fabricación de los productos y en la cantidad de unidades a producir, afectando las jornadas laborales de los operarios y generando retrasos en la entrega de pedidos.

Objetivos de la propuesta

- Tener un Plan Maestro de Producción que permita determinar la cantidad de productos a fabricar diariamente y de esta manera determinar las jornadas de trabajo.
- Producir la cantidad de unidades necesarias para satisfacer la demanda y cumplir con las entregas justo a tiempo.
- Tener un formato del Plan Maestro de Producción que permita realizar los pedidos de una forma más fácil y ordenada.
- Obtener una planeación aproximada de la cantidad de materia prima a pedir por semana.

Propuesta

Para la elaboración de un Plan Maestro de Producción es necesario tener en cuenta algunos datos y de esta forma realizar un formato que permita ver con claridad las unidades aproximadas a elaborar para cumplir con la demanda.

En primer lugar es necesario tener en cuenta datos acerca de la producción, entre ellos el tiempo de elaboración de los productos, el inventario, los pedidos de los clientes y el pronóstico de demanda.

- I.** Para el tiempo de elaboración de los productos se debe tener en cuenta los diagramas de flujo y los tiempos en cada una de las estaciones de trabajo, definiendo el tiempo total de producción por cada producto
- II.** El inventario y los pedidos de los clientes son información que proporcionara la empresa a medida que se realice la implementación, donde estos datos jugaran un papel importante a la hora de hallar la producción diaria.
- III.** Para realizar el programa maestro de producción es necesario realizar el pronóstico de demanda, el cual permitirá dar un vistazo al futuro y así poder predecir las unidades aproximadas a producir. Para la realización de este se tomará la información de ventas de los meses anteriores y mediante regresión lineal se obtendrá la cantidad de unidades a producir.

Teniendo la información mencionada anteriormente se procede a realizar un formato en Excel con la estructura de un MPS tradicional como se muestra en el *Apéndice 28*, el formato comprenderá datos importantes como el inventario inicial, el pronóstico y los pedidos, permitiendo hallar el inventario final y el MPS para cada día.

El inventario final será hallado mediante la siguiente formula:

$$I_f = I_i + MPS - \text{Máx}(\text{Pronóstico}; \text{Péridos})$$

El inventario inicial será igual al inventario final del periodo inmediatamente anterior.

El MPS será un valor dado a partir de los datos obtenidos, donde el encargado de la producción revisará las variables como la capacidad y el valor del inventario final para definir cuantas unidades se deberán producir cada día.

Esta herramienta del programa maestro de producción permite identificar el flujo de los productos y tener información que permite la toma de decisiones respecto a la producción y a la compra de materias primas.

8. Simulación proceso productivo.

La simulación de un sistema permite la realización de un modelo que ayuda a los investigadores a predecir o explicar el comportamiento de un fenómeno, un experimento o un suceso. En este proyecto lo que se pretende es obtener un modelo que represente las propuestas planteadas en el capítulo anterior y de esta manera demostrar mediante escenarios el funcionamiento y el mejoramiento que se quiere obtener, teniendo un flujo constante del proceso y una mayor productividad.

Para la construcción del modelo del proceso productivo de la empresa INCOLPAN, se utilizará el sistema presentado en la *figura 20*, donde se evidencia que existen tres etapas clave para la realización de la simulación: conceptualización, formulación y experimentación.

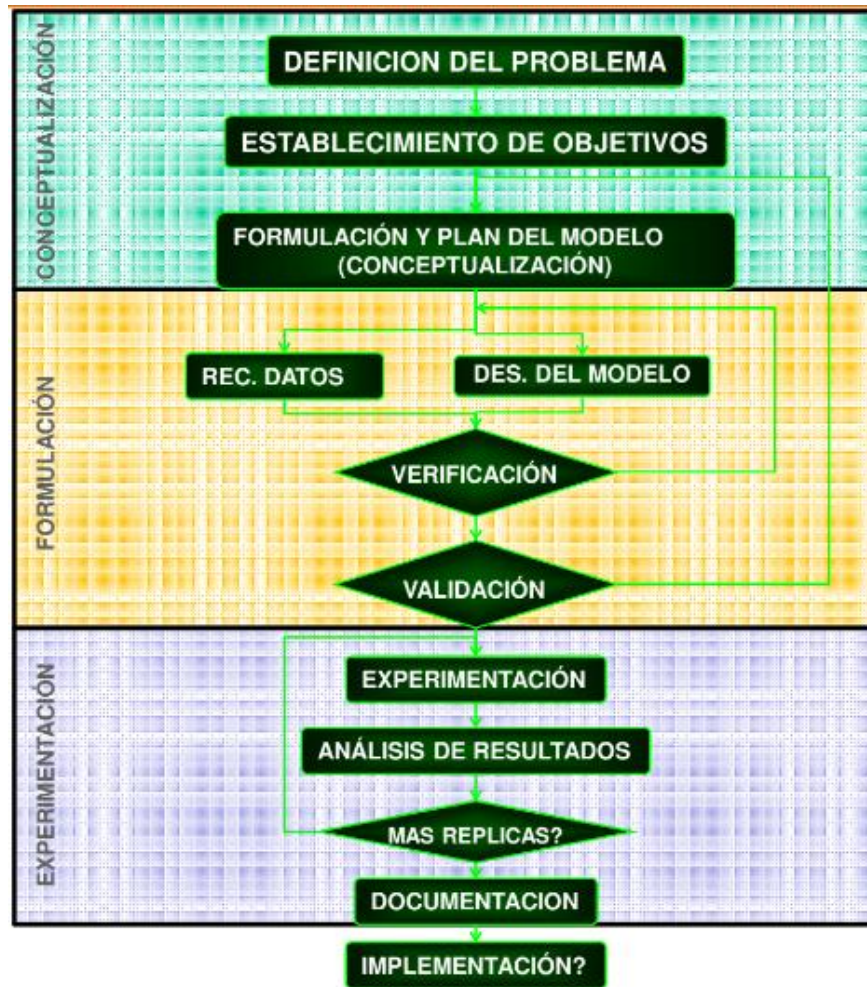


Figura 20. Sistema para la elaboración de una simulación. Fuente: Edwin Garavito

El modelo que se pretende presentar, se realizará con tan solo uno de los productos estudiados durante este proyecto, ya que con solo uno de ellos se podrá demostrar los cambios que se realizarán dentro del área de producción, el producto seleccionado es el pan Leche de 1000, el cual en los diagramas de Pareto fue uno de los más representativos de la empresa, además es un proceso que pasa por prácticamente todos los puestos de trabajo. A partir de ello se ejecutarán las etapas mencionadas anteriormente.

8.1 Etapa de conceptualización

I. Definición del problema:

Teniendo en cuenta el diagnóstico realizado en el *capítulo 6*, se han encontrado problemas que no permiten que la productividad de la empresa sea máxima, dentro de ellas se evidencio como el diseño de planta y la restricción de recursos no permiten que el flujo del proceso sea constante, haciendo que la capacidad de producción diaria sea limitada.

II. Objetivos de la simulación

OBJETIVO GENERAL:

Analizar y evaluar el comportamiento del proceso productivo de la empresa Incolpan de acuerdo a las propuestas de mejoramiento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Simular el estado actual del proceso productivo del pan Leche de 1000, para identificar los recorridos y recursos restrictivos que generan limitaciones en la productividad diaria.
- Plantear escenarios que permitan identificar y evaluar los cambios proporcionados por las propuestas de mejoramiento.
- Comparar y analizar las estadísticas de los escenarios para identificar porcentajes de aceptación y mejoramiento en cada una de las propuestas.

III. Conceptualización del modelo

Para la formulación y planeación del modelo es necesario tener claro el proceso que se va a simular, para este caso se ha tenido en cuenta el diagrama de flujo, especificando el proceso, las distancias

y los tiempos de operación. (Ver Apéndice 29). Además es necesario identificar los elementos de la simulación, los cuales están descritos en la *Tabla 21*.

Tabla 21

Elementos de la simulación.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
Tiempo de la simulación	La longitud de corrida será definida por el tiempo en que se demore el sistema en producir una arroba del pan Tostado
Eventos del modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de MP al proceso • Transformaciones de la MP en producto • Salida de un producto del sistema
Entidades	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámicas Materia prima: Flow Item Operarios: Ejecutores de tareas Producto en proceso: Box • Recursos Fijos Pesado MP: Fila Mezcladora: Combiner Cilindradora: Processor Mesa de corte: Separetor Mesa de moldeado: Processor Cuarto de crecimiento: Queque Horno: Processor Mesa de acabados: Separetor Empacadora: Procesor Bodega PT: Queque
Atributos	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de inicio/fin del proceso • Tiempo de procesamiento de las máquinas
Variables del estado del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Número de unidades en procesadores • Cantidad de unidades en almacenamiento • Tiempo de llegada de un producto • Operario transportando material de un área de trabajo a otra • Operario operando máquina
Medidas de efectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo medio de flujo (TF) • Capacidad.

-
- Cantidad de unidades producidas en una jornada de trabajo
 - Distancia recorrida del producto desde la entrada de MP hasta salida del producto
-

8.2 Etapa de Formulación

Teniendo la etapa conceptual del modelo se procede a realizar la etapa de formulación del modelo, esta consiste en el desarrollo del modelo, la verificación y validación del mismo, a continuación se explica cada uno de ellos:

I. *Recolección de datos y desarrollo del modelo:*

Para el desarrollo del modelo es necesario recolectar una serie de datos que permitan que la simulación se de en forma correcta, dentro de estos datos está el diagrama de flujo, las distancias entre los centros de trabajo y el diseño de planta, estos datos fueron recolectados en la elaboración del diagnóstico, además de los tiempos de operación en cada puesto de trabajo, los cuales se obtuvieron de la toma de tiempos por cronómetro, en el *Apéndice 30* se encuentran estos tiempos de forma ordenada, con ellos mediante la herramienta Experfit, contenida dentro del software Flexsim se identifican las distribuciones de probabilidad que se ajustan a cada centro de trabajo (*Ver Apéndice 31*), permitiendo tener una aproximación al tiempo real de operación en la planta.

Con base en estos datos se inicia el desarrollo del modelo, este modelo comprende la distribución en estado inicial de la empresa, es decir, comprende todos los aspectos de la planta en el estado actual, sin haber realizado ninguna de las mejoras propuestas.

II. *Verificación del modelo*

La verificación del modelo consiste en revisar pasó a pasó la simulación, para encontrar los errores no intencionales en la lógica del modelo, los cuales Flexsim no detecta, pero que pueden

afectar los resultados, la verificación es realizada por una persona ajena al proceso del desarrollo del modelo, con el fin de que esta persona vea los errores que los diseñadores generalmente no ven por ser los desarrolladores del mismo, en este proyecto se contó con el apoyo del profesor Juan Carlos Cadena, egresado de ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander, quien sin saber los detalles de la simulación lo reviso encontrando los siguientes errores.

- En los datos se encontraron algunos decimales mal y ceros que cambiaban el número del tiempo de algunas máquinas, cambiando el tiempo de operación afectando los resultados del modelo.
- Algunos puertos de entrada y salida se encontraban mal conectados, afectando el flujo del proceso y parando el modelo en determinado tiempo.
- Algunos procesadores se bloqueaban debido a que otro procesador se quedaba sin recursos que permitieran continuar con la operación.

Estos errores son eliminados por los desarrolladores del modelo revisando detalladamente cada dato, cada máquina y cada puerto en cada una de las especificaciones de los procesadores, además de aprovechar la animación para identificar los errores visualmente que han sido mencionados por el profesor Juan Carlos Cadena anteriormente, de esta forma se logró obtener ese primer modelo.

III. *Validación del modelo.*

La validación del modelo ha sido evaluada en términos del propósito con que se desarrolló la simulación, es decir, el objetivo de esta simulación es la capacidad de producción, por tanto se identifica la producción en una jornada de trabajo en un día en específico y esta se compara con la producción obtenida de la simulación, teniendo en cuenta todas las variables definidas en ese día, esto con el fin de que el resultado final para los dos momentos sea el mismo. Después de corregir

los errores y correr el modelo en tiempo real se obtuvo una validez del modelo en un 96%, lo que indica que el modelo se asemeja al mundo real y los datos generados al correr el modelo son aceptables para este estudio.

8.3 Etapa de experimentación

Después de realizada la etapa de formulación se procede a la experimentación, donde se propone un nuevo escenario que permita analizar las distintas variables del modelo y ver los posibles resultados, este escenario es elaborado creando una copia del modelo actual al cual se le hacen los cambios necesarios de acuerdo a las propuestas que se pretenden implementar.

Para este modelo se hacen tres cambios fundamentales los cuales permitirán cumplir con el objetivo de mejorar la productividad en la planta.

1. La distribución de planta, este consiste en el movimiento de las máquinas a su nueva posición, donde principalmente se notará la disminución de las distancias entre los puestos de trabajo y el tiempo de recorrido del producto.
2. Aumento de recursos, para ejecutar este cambio se ha identificado durante el diagnóstico y la animación como los hornos representan un cuello de botella, por ende se propone crear otro horno con las mismas especificaciones y así analizar el comportamiento que tendría el modelo, además se incrementa la cantidad de bandejas y estantes respecto al aumento que se tenga en la capacidad de producción.
3. Mediante el Programa Maestro de Producción y la estandarización de los procesos se busca principalmente es el aumento de la productividad y la disminución de los tiempos,

esto se pretende demostrar aumentando la cantidad de materia prima para procesar y por tanto la cantidad de unidades producidas.

Finalmente ejecutados estos cambios se obtiene un nuevo escenario el cuál mostrará los cambios que se pretende obtener, en la *figura 21* se muestra el resultado final de la animación y en el *Apéndice 32* se encuentra la simulación del proceso productivo en sus dos escenarios.

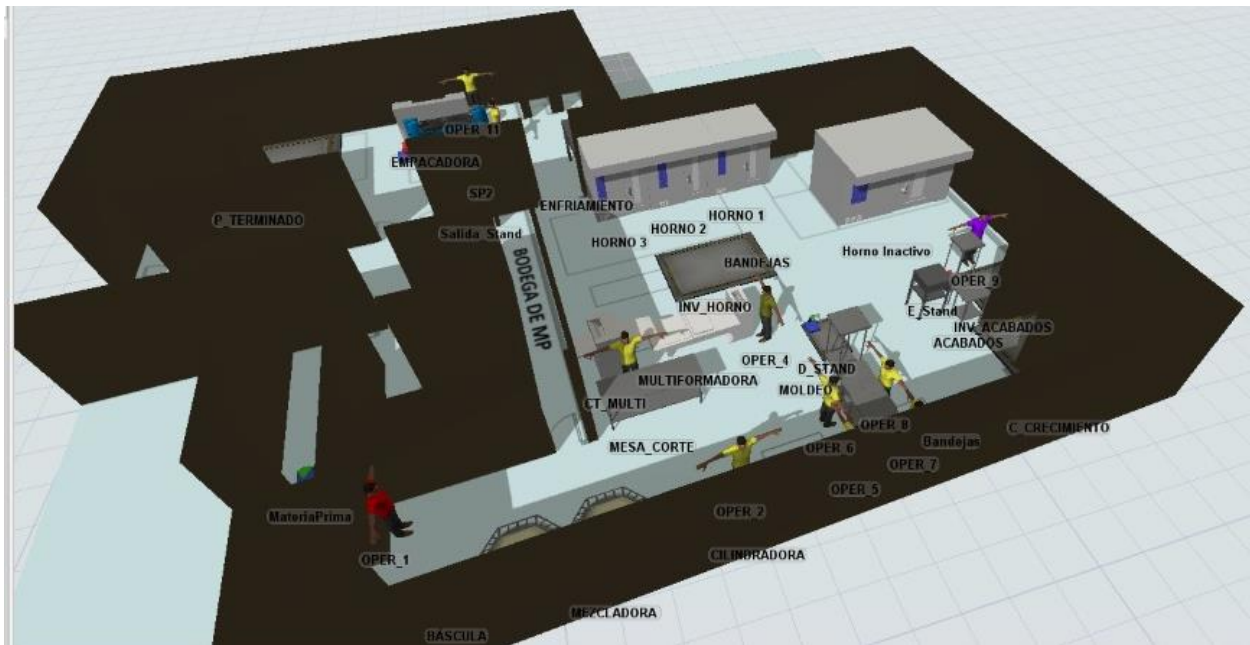


Figura 21. Diseño simulación pan leche de 1000

8.4 Resultados

Realizada la simulación de los dos sistemas presentados anteriormente pasamos al análisis de resultados, estos se obtienen gracias a los dashboard del software Flexsim, herramienta la cual presenta todo tipo de gráficos estadísticos, a continuación se presentan los gráficos obtenidos en

los dos escenarios por una corrida, es decir por una jornada de producción del producto pan leche de 1000.

I. Tiempo de recorrido

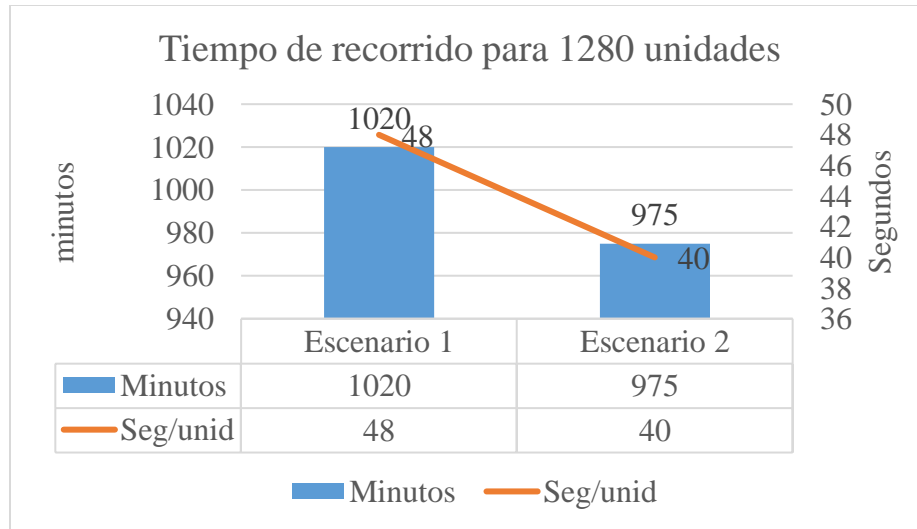


Figura 22. Diagrama de tiempo recorrido simulación

Uno de los primeros cambios realizados y el más evidente visualmente es la distribución de planta, con la cual se demuestra como se ve en la *figura 22* la disminución en los tiempos de recorrido, en el gráfico podemos ver como para la elaboración de 1280 unidades de pan leche inicialmente se demoraba 1020 min y después de los cambios realizados para fabricar esta misma cantidad el tiempo de recorrido paso a ser de 975 min, permitiendo identificar una diferencia de 45 min; además se puede ver como en el primer escenario una unidad es elaborada en 48 segundos y en el segundo escenario una unidad se elabora en 40 segundos, aunque 8 segundos de diferencia no parezca ser mucho, esto permite que por ejemplo en los 45 min de diferencia se logró elaborar 240 unidades.

II. Aumento de recursos

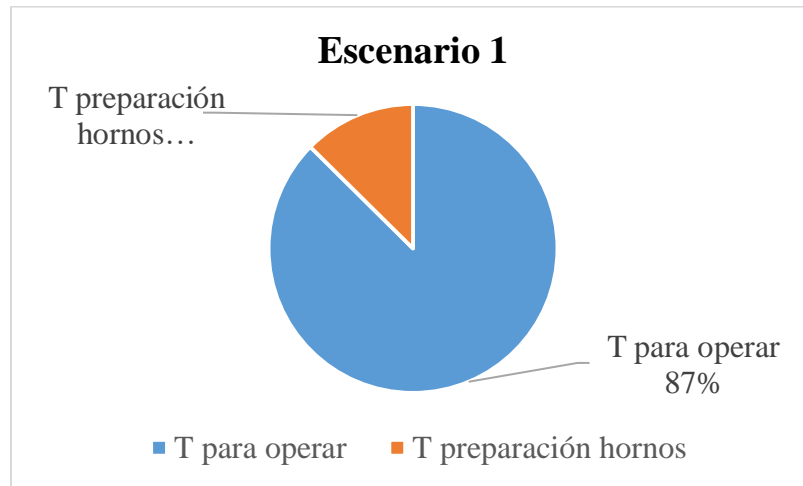


Figura 23. Diagrama de utilización de hornos escenario 1

En este primer escenario se muestran las estadísticas obtenidas para los dos hornos con los que se cuenta actualmente, en la *figura 23* se evidencia como estos tienen un factor de utilización del 87%. El 13% de preparación de los hornos es constante, debido a que este porcentaje corresponde al tiempo de calentamiento de los hornos y el promedio de tiempo utilizado para el ingreso y salida de los estantes; es decir al tener este 13% constante el 87% equivale a un 100% de operación de los hornos, concluyendo que la capacidad de los hornos es limitada.

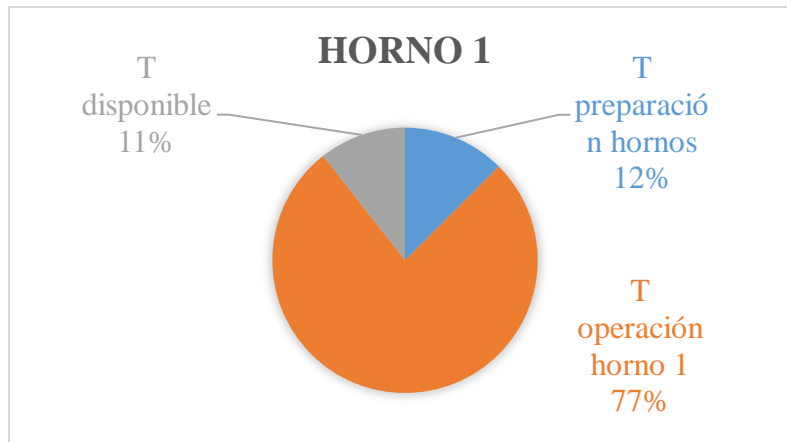
Escenario 2

Figura 24. Diagrama de utilización de horno 1 escenario 2

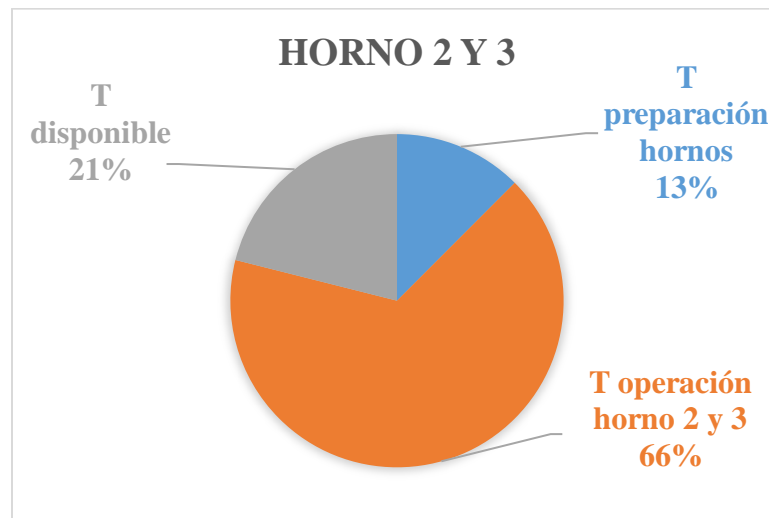


Figura 25. Diagrama de utilización de hornos 2 y 3 escenario 2

En este segundo escenario se contemplan tres hornos, los cuales permiten aumentar la capacidad de horneado para las 3 arrobas de harina que se han propuesto para este escenario; en la figura 24 podemos ver como uno de estos hornos tendrá un factor de utilización del 77% y los otros dos hornos tendrán un 66 %, manteniendo cada uno de ellos constante el 13% del tiempo para la preparación; este porcentaje indica la utilización de los hornos para la cantidad de harina

especificada dando disponibilidad en uno de los hornos del 11% y en los otros dos el 21%, el cual será aprovechado en el horneado de otros productos, con esto se demuestra como con el aumento de tan solo un horno se estaría ganando un 15% de capacidad en la operación de horneado para más producción.

Adicionalmente, para poder incrementar la capacidad total de la planta se necesita aumentar otros recursos que permitan que el flujo del proceso sea constante, entre ellos las bandejas y estantes, los cuales permiten el transporte del producto por cada centro de trabajo.

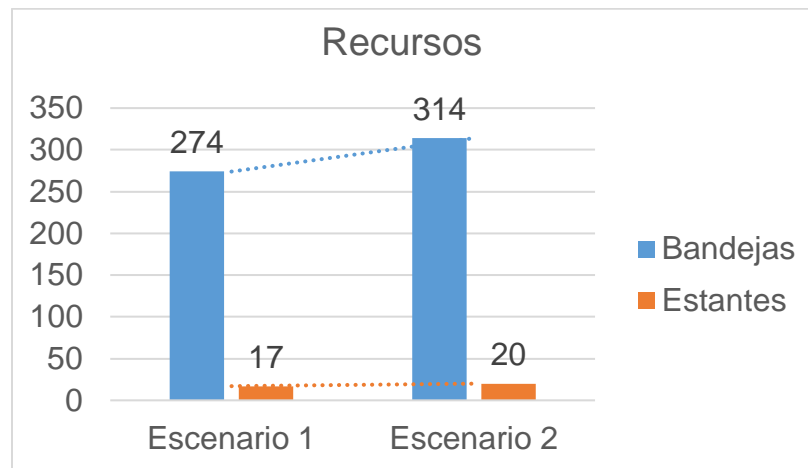


Figura 26. Diagrama de barras incremento de recursos

El aumento de la capacidad permitirá el incremento de la producción, como se puede ver en la figura 26; en el escenario 1 se necesitaban 17 estantes y 274 bandejas para cumplir con la producción de 1280 unidades, con un nuevo horno es posible aumentar la capacidad de producción permitiendo que en el escenario 2 se llegase a producir 1520 unidades, lo cual llevó a incrementar la cantidad de estantes y bandejas, teniendo en total para esta producción 314 bandejas y 20 estantes, esto quiere decir que será necesario comprar un 8% más de los recursos indispensables para llevar a cabo su producción.

III. Incremento de la productividad

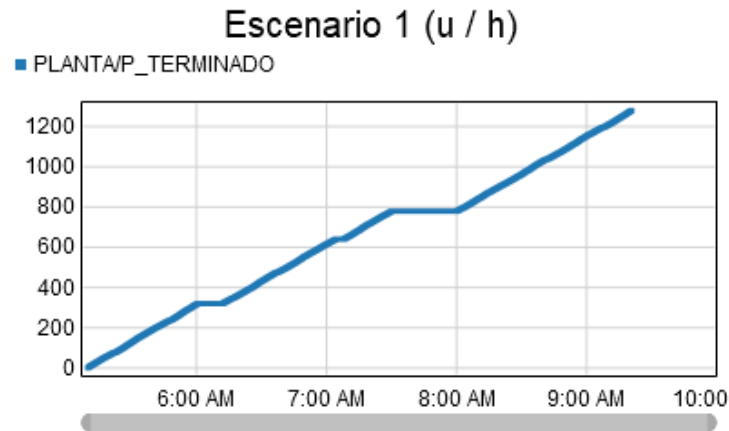


Figura 27. Diagrama aumento de productividad escenario 1.

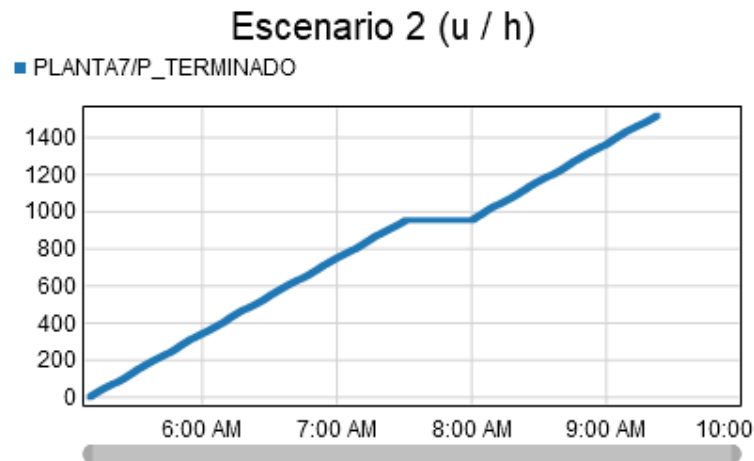


Figura 28. Diagrama aumento de productividad escenario 2.

En la *figura 27* se comprende el comportamiento de la producción con el pasar del tiempo, donde para un ciclo de producción del pan leche desde las 4:30 pm hasta las 9:30 am se elabora un total de 1280 unidades; en la *figura 28* se evidencia el escenario 2 donde ya realizados los

cambios, se muestra como en un mismo intervalo de tiempo la producción se incrementa en un 10 % llevando a tener en este nuevo escenario un total de 1520 unidades.

Finalmente podemos concluir como al implementar las propuestas de mejora, se puede llegar a obtener cambios significativos, aunque no todas las propuestas se pueden demostrar en la simulación, estas contribuyen a las mejoras esperadas. Con la distribución de planta y la estandarización de los procesos se pretende mejorar el tiempo de recorrido de los productos; implementando el aumento de los recursos se aumenta la capacidad de producción y con el programa maestro de producción y la aplicación de un programa de 5 S' se busca obtener una mayor productividad.

9. Implementación Plan de Mejoramiento

En este capítulo se presentará el proceso y resultado de la implementación del plan de mejoramiento planteado en el capítulo 7, éstas han sido socializadas y aprobadas por la directivas de la empresa. A continuación se describe el desarrollo de cada una de ellas.

9.1 Implementación redistribución de planta.

La distribución de planta es una propuesta que ha sido evaluada desde los inicios del proyecto, durante el diagnóstico se evidenció la necesidad de espacio y cambios en la distribución. Por tanto se inició la evaluación de las áreas y los posibles espacios que se podían recuperar desde ese

momento, se contaba con un segundo piso el cual funcionaba como casa de habitación, junto con las directivas de la empresa se evaluó el espacio de aquella parte de la empresa que no estaba siendo útil y se tomó la decisión de reconstruir esta parte y así separar los dos procesos fundamentales de la empresa; teniendo finalmente el área de bizcochería en un segundo piso y el área semi-industrial en el primer piso; de esta manera se inició la redistribución de planta.

La implementación de la propuesta se elaboró en las siguientes etapas

Etapas 1: se tomaron medidas de la planta y se realizó un bosquejo de la misma en Microsoft Visio, este plano de la planta se trasladó al Software Flexsim en el cual se desarrolló la simulación y se pudo evidenciar los puntos a mejorar, que áreas era necesario ampliar o trasladar y como se iba a realizar la nueva distribución de planta.

Los puntos críticos se describen a continuación:

- El proceso productivo no es continuo y lineal, debido a esto los operarios tienen altas distancias de recorrido.
- El proceso semi-industrial y de bizcochería están en la misma área y esto hace que los procesos sean más tediosos y el proceso de producción sea de mayor tiempo.
- No se cuenta con un área de enfriamiento y tampoco con un salón social para los operarios.
- El espacio es insuficiente para la ubicación y transporte de estantes dentro de la planta.

Etapas 2: lo primero que se realizó en la empresa fue remodelar el segundo piso de la planta y adecuarlo para las áreas de bizcochería y administrativas, se hizo un trabajo de drywall de piso y se instalaron las nuevas redes eléctricas, se pintó y se adecuó cada puesto de trabajo.

Etapas 3: en esta etapa se procede a realizar los traslados de las áreas mencionadas y se inicia la remodelación en el primer piso de la planta, donde se adecua el salón social, la bodega de materia prima y se amplía el área de producción, Además de estas adecuaciones era necesario

conectar el área de bizcochería con el almacén de materia prima, para esto se instaló un ascensor de carga, que permitiera transportar la materia prima y el producto terminado del área de bizcochería al primer piso.

Etapa 4: Finalmente se realiza el cambio de puesto de las máquinas en el área semi-industrial de acuerdo a la distribución desarrollada en la plan de mejoramiento, permitiendo tener una distribución de planta con un flujo del proceso continuo y lineal, donde se reduce el traslado de materia prima por parte de los operarios, traslados de producto en proceso y se adecuan de una mejor forma las zonas, además de limitar un área específica para el enfriamiento de los producto.

9.2 Implementación programa de 5 S.

Para llevar a cabo la implementación del programa de 5S' se realizan las siguientes actividades:

I. Capacitación.

Se da la capacitación al gerente y jefe de producción sobre las funciones generales y beneficio que contiene esta metodología. En la siguiente semana se realiza la capacitación a los operarios de la empresa INCOLPAN (*ver figura 29*), dando a conocer los beneficios que brinda la implementación de la metodología 5's tanto para la organización y limpieza de la planta como para disminución de tiempo del proceso de cada producto. Para ello se realizaron tres actividades principales:

- Se recolecto información relacionada a la metodología 5's con la cual se realizó una presentación dirigida tanto a la gerencia como a los operarios de INCOLPAN.

- se creó carteles informativos que fueron expuestos en la zona de socialización de la empresa, en el cual se resumía la historia de la metodología, la definición de cada S y los principales beneficios que contiene implementar las 5's en una organización.
- Se realizó una reunión en el cual se expuso toda la información necesaria y se explicó las actividades a realizar, la importancia de la participación de los operarios y el trabajo en equipo que se debía realizar junto con la gerencia para poder cumplir con la implementación de esta metodología, también se resolvieron dudas y se discutieron los principales problemas presentados en cada puesto de trabajo y toda la planta.



Figura 29. Capacitación al personal sobre el programa de 5S'

II. Implementación de Seiri, Seiso y Seiton

En la implementación de las 3`S iniciales se realizó una jornada de limpieza en toda la planta con los directivos y operarios de la empresa, en el cual se definieron actividades a realizar por parte de los operarios en cada área de trabajo.

El objetivo en la primera S' (Seiri), fue capacitar a los operarios para realizar las diferentes clasificaciones en cada puesto de trabajo, además se utilizó la tarjeta roja y amarilla mencionada, se dio entrega de las tarjetas a los operarios para que realizarán la clasificación indicada de los

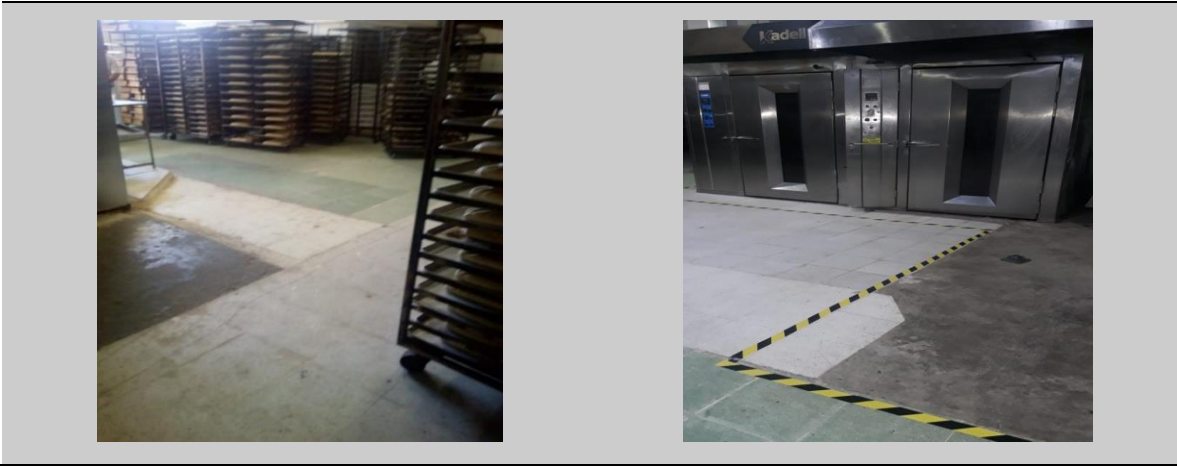
objetos en cada puesto de trabajo, cada tarjeta roja y amarilla contiene el objeto seleccionado, el porqué de su selección y soluciones posibles para su eliminación.

En la segunda S' (Seiton) cada operario se encargó de organizar e identificar un lugar específico para ubicar cada herramienta de modo que se facilite su búsqueda dentro del área de trabajo, además, se demarcaron las diferentes áreas y puestos de trabajo en la planta de producción. En la *tabla 22* muestra cómo se encontraba la planta antes y como quedó después de aplicar la metodología.

Tabla 22
Organización y demarcaciones de áreas programa 5S'

Antes	Después
	
	

Continuación tabla 22



Para la tercera S' (Seiso), se inició la implementación de jornadas de limpieza diariamente al finalizar el día, limpiando y ordenando las maquinas, herramientas, bodegas y centros de trabajo, identificando y eliminando toda fuente de suciedad, dando un mejor aspecto a la planta, descartando accidentes laborales y eliminando tiempos en búsqueda de herramientas. A continuación, se puede mostrar el registro fotográfico durante la jornada de limpieza.



Figura 30. Jornada de limpieza programa 5S'

III. Implementación Seiktsu y shitsuke

El principal objetivo de la implementación de las 4ta y 5ta S' es poder lograr que los operarios conviertan en hábito la metodología aprendida, de esta manera crear una disciplina, donde se pueda mantener centros de trabajos organizados, limpios y seguros que generen sentido de pertenecían en la empresa. Para lograr con el cumplimiento de las dos últimas S'; estandarización y disciplina, se llegó al acuerdo de aplicar la metodología de clasificación, orden y limpieza una vez al mes, y a su vez controlar mediante las listas de chequeo.

IV. Resultados

Con la implementación de la metodología 5S' se logró disminuir los tiempos de búsqueda de materia prima, insumos y herramientas, además se consiguió el hábito de tener los puestos de trabajo organizado y limpio; además se mejoraron tres aspectos importantes, la calidad, la seguridad en el trabajo y la productividad

Las mejoras logradas con la implementación de la metodología 5S se midieron diligenciando la lista de chequeo (*Ver Apéndice 33*), con el fin de verificar el cumplimiento del programa de 5 S' y revisar los resultados obtenidos con las mejoras. Los resultados se muestran en la *figura 31*.

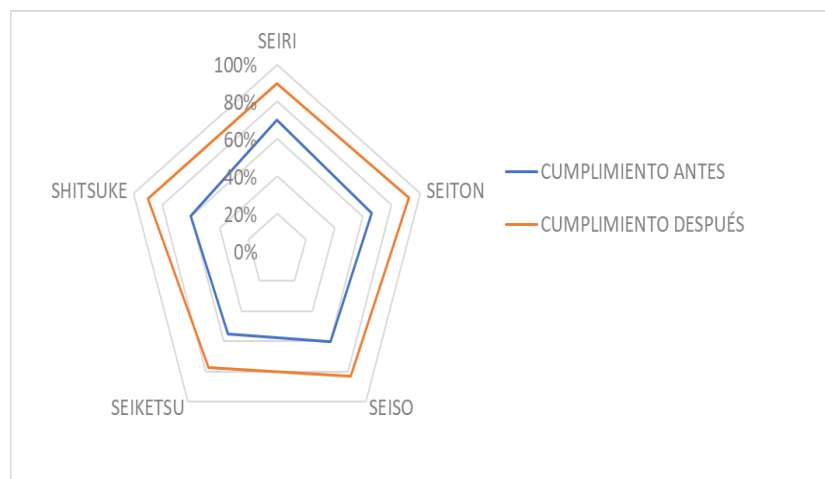


Figura 31. Diagrama de Cumplimiento programa de 5s

Tabla 23

Porcentaje de Cumplimiento programa de 5S'.

% CUMPLIMIENTO			
	CUMPLIMIENTO ANTES	CUMPLIMIENTO DESPUÉS	% MEJORA
SEIRI	70%	90%	20%
SEITON	66%	92%	26%
SEISO	60%	82,86%	22,86%
SEIKETSU	55%	77,5%	22,5%
SHITSUKE	60%	90%	30%

En la implementación de la metodología de las 5 s' se obtuvo un mayor impacto de cumplimiento en la S' disciplina (Shitsuke), dando como resultado un 30% de mejora, esto debido a que los operarios obtuvieron un hábito de clasificar los objetos, ordenar cada puesto de trabajo y limpiar la planta al finalizar la jornada laboral, debido a esto dentro de la organización se pudo reducir los riesgos de accidente laborales y mejorar la calidad del producto junto con el aumento de la productividad, se obtuvo un porcentaje significativo de mejora en cada una de las S' como se muestra en *tabla 23*

9.3 Implementación estandarización de los procesos

La realización de esta propuesta se realizó con la finalidad de buscar los métodos de trabajo más adecuados para la realización de los productos en la zona semi-industrial de la empresa Incolpan, para llevar a cabo esta propuesta se siguió la siguiente metodología.

1. En primer lugar se tomó en cuenta la opinión de los operarios de cada área, para esto, se realizó una serie de reuniones donde se identificaron los métodos de trabajo utilizados

actualmente en la empresa y se tomó en cuenta los diferentes puntos de vista de los operarios respecto al trabajo realizado. (ver figura 32)



Figura 32. Reunión métodos de trabajo

2. Teniendo en cuenta las observaciones obtenidas, pasamos a la investigación de los métodos adecuados para la elaboración del pan y los estándares básicos que se deben tener en cuenta. Para ello se revisaron algunos documentos que nos permitieron conocer y evaluar los métodos de trabajo en la industria panificadora. Inicialmente se revisó el documento *Procesos y Técnicas de Panificación* de Manuel Flecha, en donde se documenta cada uno de los pasos para la elaboración del pan, como se debe realizar el pesado de Materias Primas, los diferentes tipos de amasado, las características y los factores que influyen el amasado, las temperaturas que se deben manejar, los tipos de reposo, las formas de dividir la masa, los tipos de boleado, los tipos de fermentación, las etapas de la cocción, entre otros factores importantes a la hora de la elaboración de un pan de calidad. (Flecha, 2015)

También se tuvo en cuenta artículos como el *Pan y su proceso de elaboración* de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos, donde se encontró principalmente las características de las materias primas, como los tipos de harina y sus

características como la humedad, las proteínas, el almidón, los azúcares, entre otros; así mismo se identificaron los tipos de pan y el proceso de elaboración del mismo (Mesas & Alegre, 2002).

Finalmente se revisó una guía para estudiantes del Centro de Servicios Para la Capacitación y el Desarrollo CAPLAB, la cual explica la gestión de almacenes de panadería, las prácticas de higiene, la maquinaria y equipo, las materias primas, el proceso y la calidad de los productos (Centro de Servicios para la Capacitación Laboral y el Desarrollo – CAPLAB, 2011).

Al revisar y cuestionar el material obtenido se procede a documentar cuál es el método de trabajo más óptimo para la realización de los productos, en el *Apéndice 34* se evidencia el paso a paso para la realización de los productos tostado, cascara, mestiza, rollo de 500, pan leche de 500 y pan leche de 1000. Después de tener esta información se procede a resumir esta información en el formato mostrado en la *Figura 33*. En el *Apéndice 35*, se encuentran las fichas de cada proceso trabajado durante este proyecto en el área semi-industrial, las tareas y los tiempos de operación; los cuales están basados en la toma de tiempos por cronómetro realizada en el previo estudio del diagnóstico y los que junto con las directivas de la empresa se pretende mejorar en un 10%; además se realizó un diagrama que facilitara la lectura de la ficha.

PROCESO:			
Objetivo:			Aprobado Por: Karina Carlier
			Elaborado por: Liliana Manosalva Deixon Ortiz
Restricciones:			IMAGEN:
HERRAMIENTAS:			DIAGRAMA
MATERIAS PRIMAS	TAREAS	TIEMPO (Min)	

Figura 33. Formato estandarización de procesos

3. Capacitar el personal: en esta etapa se reunió al personal y se explicó paso a paso las fichas realizadas anteriormente, el procedimiento para realización de cada producto y las labores que debía realizar cada uno.
4. Durante el mes de noviembre se implementaron los estándares anteriormente mencionados, los operarios conocían y realizaban sus actividades según su conocimiento, con los estándares cambiaron algunos procedimientos lo que hizo que al inicio de la implementación en algunas actividades no se cumpliera a cabalidad el estándar, pero con el pasar de los días aprendieron a manejar cantidades, pesos y actividades, permitiendo que los estándares se cumplieran en un gran porcentaje, aunque cabe resaltar que por ser fabricantes de alimentos, estos nunca se van a cumplir al 100% por la variabilidad que presentan las materias primas.

Finalmente se realizó la evaluación del cumplimiento de los estándares, para esto durante los meses de noviembre y diciembre se revisó el cumplimiento de las actividades semanalmente, mediante las listas de chequeo. En el *Apéndice 36* se encuentran las listas de cumplimiento por cada producto.

Tabla 24.

Resultados de la estandarización de los procesos

#	Producto	Puntaje	Total	%
1	Tostados	920	887	0,96
2	Cascara	920	860	0,93
3	Rollo 500	840	776	0,92
4	Leche 500	840	783	0,93
5	Leche 1000	880	824	0,94
6	Mestiza	1000	956	0,96

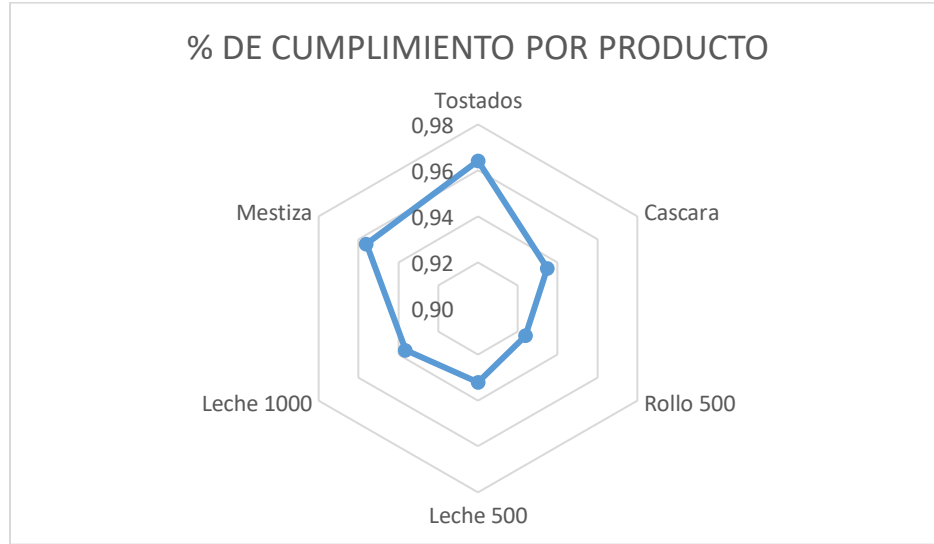


Figura 34. Diagrama resultados de estándar de procesos

En la *Figura 34* se muestra el porcentaje de cumplimiento de los estándares por producto, allí se puede evidenciar como todos los productos superan el 90% de cumplimiento, permitiendo concluir como los estándares fueron bien acogidos por los operarios, debido a que se tuvo en cuenta la opinión de ellos para encontrar el mejor método de trabajo. Pero también podemos ver como ninguno de ellos cumple al 100% el cumplimiento, esto se debe a los cambios realizados y la dificultad que conlleva tener en cuenta medidas, principalmente en actividades como el peso de los productos, la cantidad exacta en las materias primas, el tiempo de horneado y la revisión de la temperatura apropiada para el empaque de los productos.

La estandarización de los procesos de estos productos permitió tener un mayor orden en la producción y reducir tiempos perdidos por parte de los operarios, ya que ellos se dedicaron exclusivamente a cumplir con sus labores y con los estándares planteados.

9.4 Análisis del flujo del proceso mediante la simulación en el Software FlexSim, para posteriormente aumentar los recursos necesarios para eliminar las restricciones

La empresa INCOLPAN al realizar el diagnóstico no contaba con un flujo de proceso continuo, debido a la falta de recursos que limitaban la capacidad de la planta, por lo tanto, se ejecutó en el software FlexSim la simulación de uno de los productos principales de la empresa y el cual pasa por gran parte de las áreas de trabajo, el Pan Leche de 1000; allí se buscó evaluar dos escenarios que permitieran encontrar el aumento de recursos hasta llegar al flujo del proceso continuo, tal como se muestra en el *capítulo 8*. Con los datos obtenidos de la simulación y en reunión con la gerencia se determinó la instalación de un horno, el aumento de bandejas y estantes que permitieran incrementar la capacidad de la planta.

La empresa estaba con la disponibilidad de aumentar los recursos, por lo tanto en la primera semana del mes de octubre se expuso a la gerencia una propuesta de los elementos que era necesario comprar, también se acordó que se iba cotizar los productos solo de la marca Kadell por su reconocimiento y calidad de los mismos. Dado esto el gerente personalmente cotizo el precio de cada horno y además se hizo una investigación de los productos de esta marca (Kadell, s.f.). De este modo se realizó una matriz de priorización para escoger la mejor opción de compra como se muestra a continuación:

1. Objetivo principal: Elegir el horno más favorable para la empresa INCOLPAN
2. Elección del producto: los cuatro hornos que se seleccionaron son los que se podían instalar en la planta debido a espacio, diseño y capacidad requerida, los cuales fueron todos de la marca Kadell.
 - Horno rotatorio Karrusell R3

- Horno giratorio Kamell KML40
 - Horno rotatorio Karrusell R4
 - Horno rotatorio Kadell 13LRLT
3. Criterios para elección del horno: los criterios escogidos para la compra del horno se basaron en el consumo, precio, calidad y capacidad de cada horno
- Precio
 - Consumo de gas
 - Facilidad de manejo
 - Capacidad
 - Calidad
4. Nivel de importancia de los criterios: el nivel de importancia de cada criterio fue fundamental ya que la empresa tenía limitado el presupuesto para la compra de recursos, dado esto el nivel de importancia más alto fue el criterio del precio, además de la capacidad la cual también dependía del espacio con el que se contaba.
- Precio: 35%
 - Capacidad: 25%
 - Consumo de gas: 20%
 - Calidad: 15%
 - Facilidad de manejo: 5%
5. Evaluación de matriz de priorización: Para evaluar la matriz de priorización se dio una puntuación de 1 a 5 por cada criterio, siendo 1 el más bajo y 5 el más alto, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 25.

Matriz de Priorización de Hornos

OPCIÓN \ CRITERIO	Precio			capacidad			consumo de gas			calidad			facilidad de manejo			total
	peso	sub total	total	peso	sub total	total	peso	sub total	total	peso	sub total	total	peso	sub total	total	
Horno rotatorio Kadell R3	4	35%	1,4	3	25%	0,75	3	20%	0,6	5	15%	0,75	5	5%	0,25	3,75
Horno rotatorio Karrusell R4	3	35%	1,05	4	25%	1	2	20%	0,4	5	15%	0,75	5	5%	0,25	3,45
Horno giratorio Kamell KML40	2	35%	0,7	5	25%	1,25	2	20%	0,4	5	15%	0,75	2	5%	0,1	3,2
Horno rotatorio Kadell 13LRLT	5	35%	1,75	1	25%	0,25	5	20%	1	3	15%	0,45	3	5%	0,15	3,6

Como resultado de la matriz de priorización el horno que se escogió por los diferentes criterios que se dieron a la hora de hacer la compra fue el horno rotatorio Karrusell R3 con una capacidad para 20 bandejas de pan y un costo de 50'000.000 millones de pesos.

Para el incremento de bandejas y estantes el gerente de la empresa ha contado con el trabajo de algunos habitantes de la zona los cuales se dedican a trabajar con acero, este proceso de compra no se realizó de forma inmediata, estos fueron comprados a medida que se iba diseñando e implementando la nueva distribución de planta, se compraron 280 bandejas de pan y 6 estantes el costo de cada bandeja fue de 20.000 mil pesos y cada estante costo 2'000.000 millones de pesos para un total de 17'600.000 millones de pesos.

9.5 Implementación programa maestro de producción.

El programa maestro de Producción para la empresa INCOLPAN es un apoyo como base de datos y control de producción, ya que permite tener una vista al futuro, los pedidos se realizan de un día para otro, por tanto su ejecución se realizó diariamente durante los meses de noviembre y diciembre como se muestra a continuación:

I. Tiempo de Elaboración de Productos

En primera instancia se definió el tiempo de elaboración de los productos, teniendo en cuenta los diagramas de flujo y los tiempos de cada uno de los puestos de trabajo, calculando el tiempo total de producción por cada producto como se presenta en la *tabla 26*.

Tabla 26.

Tiempo de fabricación de productos

PRODUCTO	TIEMPO DE FABRICACIÓN (hrs/kg)
Pan Tostado	3,13
Pan Cascara	3,25
Mestiza de 500	3,08
Pan Rollo de 500	3,15
Pan Leche de 500	10,08
Pan Leche de 1000	10,08

La jornada de trabajo consta de 20 horas con turnos de 10 horas, donde esas 20 horas requieren de mano de obra, pero en los productos pan leche de 1000 y de 500 existen 10 horas de reposo, donde no se requiere de operarios y la espera es durante la noche, por tanto el total de tiempo de producción es menor de las 16 horas de trabajo, según la *tabla 26* podemos concluir que la empresa cuenta con la capacidad para cumplir con sus pedidos diariamente.

II. Inventario Inicial y Pedido de Clientes:

El inventario inicial para el día 1 será cero ya que no se cuenta con un dato exacto, pero para los días siguientes el inventario inicial será el inventario final del día anterior; respecto al pedido de los clientes, la empresa ha proporcionado esta información día a día. *Ver Apéndice 37*.

III. Pronóstico de Demanda:

Teniendo las ventas de los meses anteriores se procede a calcular el pronóstico de demanda del mes de noviembre y diciembre del año 2019. Para ello se ordenó la información brindada por la empresa, se aplicó la metodología de regresión lineal y se calculó el pronóstico de demanda diario del mes de noviembre y diciembre como se puede evidenciar en el *Apéndice 38*

IV. Plan Maestro de Producción (MPS):

Con la información del inventario inicial, pedido de los clientes y el pronóstico calculado anteriormente se procede a implementar el MPS en la empresa INCOLPAN, donde se obtuvieron las unidades a producir por día como se puede evidenciar en el *Apéndice 39*. Dado que se maneja un proceso bajo pedido, el plan maestro de producción fue desarrollado para obtener resultados diariamente, esta prueba fue implementada durante el mes de noviembre y diciembre del año 2019, donde a la gerencia se le facilitó la toma de decisiones respecto a la producción y la compra de materias primas.

Uno de los objetivos principales del plan maestro de producción es la identificación de las cantidades de las materias primas a utilizar, por este motivo se tomaron las unidades obtenidas en el MPS y se convirtieron a la cantidad de arrobas necesarias para llevar a cabo esta producción.

V. Resultados

En la *tabla 27* se describe el resumen de la cantidad de arrobas que se necesitan para la producción de cada producto, de igual forma se saca un promedio de arrobas por semana, permitiendo identificar aproximadamente cuantos bultos es necesario comprar para cumplir con la producción y así mismo cumplirle al cliente.

Tabla 27.

Producción semanal en arrobas

Productos / Semana	Arrobas por semana								Promedio de arrobas	Bultos
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8		
TOSTADO	49	49	51	50	49	47	47	38	48	12
CÁSCARA	23	26	27	26	25	25	25	18	25	7
MESTIZA 500	26	31	31	31	33	33	34	25	31	8
ROLLO 500	16	16	17	18	19	18	18	13	17	5
LECHE 500	64	68	70	73	77	72	72	61	70	18
LECHE 1000	50	51	55	55	59	52	52	47	53	14
Total arrobas por sem	228	241	251	253	262	247	248	202	244	64

Como se puede ver en la tabla, se tuvieron en cuenta las 8 semanas que comprenden el mes de noviembre y diciembre, donde en promedio se producen aproximadamente 244 arrobas por semana, para los seis productos principales; esto indica que mínimo por semana se deben comprar 64 bultos de harina, que es la materia prima principal de la panadería.

En la implementación del MPS se obtuvieron beneficios como una base de datos completa, identificación de arrobas a producir por día y materia prima por comprar; aunque su implementación y su aceptación por parte de la operaria encargada de la producción no fue sencilla, la gerencia pretende continuar usando el sistema, de forma que ha futuro se tenga mayor precisión en la producción y así obtener beneficios como la gestión de inventarios y la aceptación de más clientes, permitiendo una mayor producción y cumplimiento de entregas.

10. Indicadores de gestión.

En la empresa INCOLPAN se crearon cinco indicadores los cuales permitieron obtener un resultado cuantitativo que muestra el mejoramiento obtenido durante la elaboración del proyecto. Para llevar a cabo estos indicadores, se recopiló información suministrada por las directivas de la empresa y adicionalmente se registraron datos durante la implementación del proyecto, a continuación se describen cada uno de ellos:

10.1 Tiempo de Recorrido

Con la implementación de la redistribución de planta se buscó dar una mejor organización a la planta, reducir distancias entre los puestos de trabajo y disminuir el lead time de los productos, por tal motivo se desarrolló un indicador que permitiera ver el comportamiento de los tiempos de recorrido de los productos antes y después de la implementación de la propuesta de redistribución de planta, en la *tabla 28* se presenta su ficha técnica.

Tabla 28.

Ficha técnica indicador de tiempos recorridos

NOMBRE	Índice de tiempo recorrido		
DESCRIPCIÓN	Indica el lead time de los productos antes y después de la redistribución de planta		
FORMULA	$\frac{\text{antes} - \text{después}}{(\text{antes} + \text{después})} \times 100$		
UNIDAD	Porcentaje de mejora	TIPO DE INDICADOR	eficacia
FUENTE DE DATOS	Tiempo de recorrido	TIEMPO DE CÁLCULO	Semanal
RESPONSABLE	Jefe de operaciones		

En la *tabla 29* se denotan el total de las distancias recorridas por producto a la hora de la elaboración de los mismos; esto con el fin de verificar el porcentaje de disminución del recorrido del producto, de allí podemos definir como todos los productos se vieron beneficiados en cuanto al recorrido, pero principalmente las mestizas y los panes leche de 500 y 1000, con un 24, 23 y 21% respectivamente.

Tabla 29.

Distancias recorridas por producto

	Distancia total		Porcentaje de mejora
	ANTES	DESPUÉS	
PAN LECHE DE 500	74,81	57,67	23%
PAN ROLLO DE 500	74,57	62,69	16%
PAN MESTIZA	65,87	50,02	24%
PAN CASCARA	80,99	67,65	16%
PAS TOSTADO	79,8	72,66	9%
PAN LECHE DE 1000	76,12	60,38	21%

Para el cálculo del indicador se tomaron en cuenta los tiempos que gastan los operarios transportando material, preparando máquinas, transportando el producto, entre otros; identificando finalmente cuanto tiempo demora un producto recorriendo cada puesto de trabajo hasta llegar a su destino, el almacén de PT; como se puede ver en la *tabla 30*.

Tabla 30.

Tiempos de recorrido por producto

	TIEMPO DE RECORRIDO		
	ANTES	DESPUÉS	PORCENTAJE
TOSTADO	85,35	75,74	11%
CASCARA	26,39	20,60	22%
MESTIZA	68,01	52,45	23%
ROLLO 500	62,11	54,84	12%
LECHE 500	54,57	37,99	30%
LECHE 1000	68,69	57,62	16%

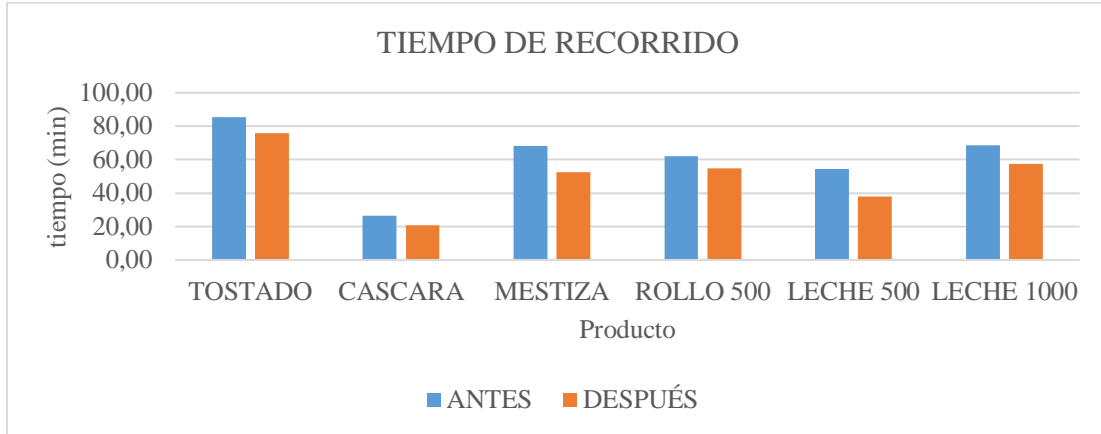


Figura 35. Gráfica tiempo recorrido por producto

Como se puede ver en la *figura 35* es evidente como el tiempo de recorrido de los productos disminuyó significativamente con los cambios realizados en la distribución de planta, permitiendo por ejemplo que el pan leche de 500 que contaba con más de 50 min de recorrido, actualmente cuenta con aproximadamente 38 min de recorrido para su producción, lo que indica una mejora de tiempo en un 30%; además se puede ver como en todos los productos el tiempo de recorrido después de la redistribución de planta es menor; uno de los productos con menos porcentaje de cambio es el pan tostado con 11% de mejora, esto se debe a que es un producto que en su elaboración recorre algunos centro de trabajo dos veces haciendo que su tiempo y recorrido sea mayor que los demás.

10.2 Indicador de efectividad en la calidad.

La implementación del programa de 5 S' tiene como base tres objetivos principales, la productividad, la seguridad en el trabajo y la calidad; en la empresa INCOLPAN se ejecutó esta

estrategia obteniendo buenos resultados en sus tres objetivos, sin embargo, se ha decidido medir el cumplimiento de esta propuesta basados en la calidad, por tal motivo se ha desarrollado este indicador, el cual permite determinar el nivel de unidades inconformes mensualmente. La empresa facilitó la información necesaria para este indicador, donde se obtuvo el total de unidades no conformes y la producción mensual, en la *tabla 31* se evidencia la ficha técnica del indicador.

Tabla 31.

Ficha técnica del indicador de efectividad en la calidad

NOMBRE	Efectividad en la calidad		
DESCRIPCIÓN	Indica el porcentaje de productos no conformes frente a la producción total		
FORMULA	$\frac{\# \text{ de unidades no conformes}}{\# \text{ de unidades producidas}} \times 100$		
UNIDAD	Porcentaje	TIPO DE INDICADOR	Producción
FUENTE DE DATOS	Formato de producción diaria	TIEMPO DE CÁLCULO	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de producción		

Tabla 32.

Cálculo de indicador de efectividad en la calidad

MES	TOTAL DE UNIDADES NO CONFORMES	PRODUCCIÓN MENSUAL	INDICADOR CALIDAD
MAYO	2000	400406	0,50%
JUNIO	2716	359436	0,76%
JULIO	1893	394066	0,48%
AGOSTO	3330	381395	0,87%
SEPTIEMBRE	2990	347870	0,86%
OCTUBRE	1418	296408	0,48%
NOVIEMBRE	1546	354915	0,44%
DICIEMBRE	1005	325259	0,31%

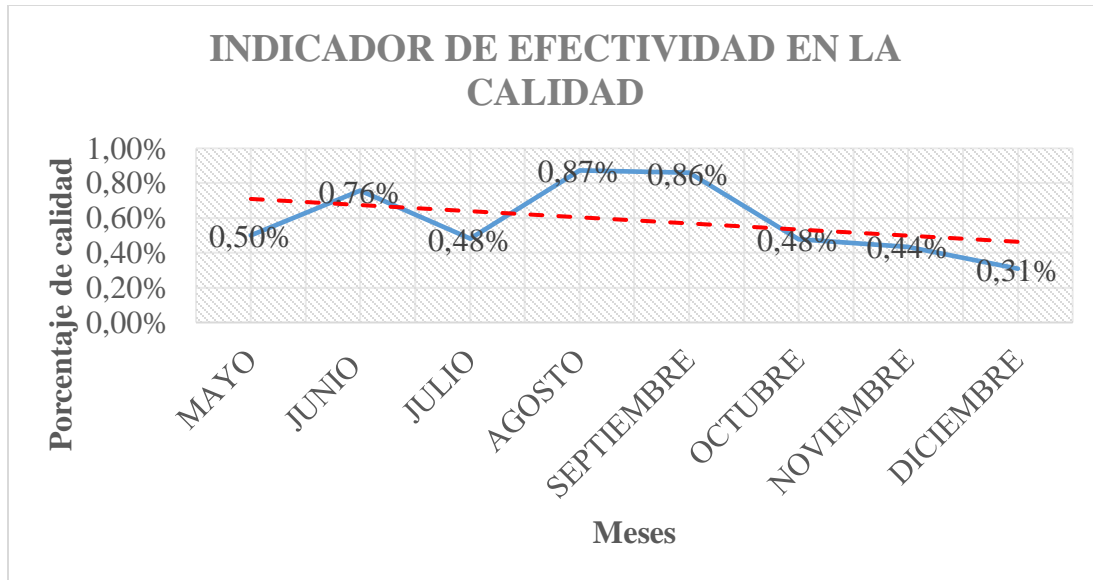


Figura 36. Comportamiento de índice de efectividad en la calidad

En la *figura 36*, se puede observar que se empezó a medir desde el mes de mayo del 2019 con un porcentaje de 0,50% de productos defectuosos encontrados; después aumento significativamente en los meses de agosto y septiembre con un porcentaje de 0,87% y 0,86% de productos no conformes, debido a que en estos meses la empresa se vio afectada por la baja calidad de la materia prima, por lo cual la producción no logró las condiciones idóneas. Mientras que en los meses de octubre, noviembre y diciembre el indicador empezó a disminuir llegando a un 0,31%, esta reducción se debe a la implementación de estrategias como 5 s' y estandarización de procesos, donde se capacito al personal y se obtuvo un hábito de orden y limpieza, además de desarrollar los estándares establecidos, llegando finalmente a mejorar en la calidad en un 19%.

10.3 Indicador de producción por unidad de tiempo

La producción es una variable que depende del trabajo de los operarios, en la propuesta de estandarización de los procesos se tenía como objetivo la reducción de tiempos perdidos por parte de los operarios y una mayor eficiencia en la producción. Por tal motivo se desarrolló el indicador de eficiencia de la producción, donde se mide la cantidad de unidades producidas por hora, definiendo así la capacidad de los operarios para producir, para la elaboración del indicador se debe tener en cuenta la producción diaria y las jornadas de trabajo; en la *tabla 33* se define la ficha técnica del indicador.

Tabla 33.

Ficha Técnica del indicador de producción por unidad de tiempo.

NOMBRE	Indicador de producción por unidad de tiempo		
DESCRIPCIÓN	Indica el número de unidades producidas por hora, donde se busca el aumento de productividad con el pasar del tiempo.		
FORMULA	$\frac{\text{unidades producidas}}{\text{Jornada laboral}}$		
UNIDAD	Unidades/hora	TIPO DE INDICADOR	Producción
FUENTE DE DATOS	Formato de producción diaria	TIEMPO DE CÁLCULO	Mensual
RESPONSABLE	Jefe de producción		

Tabla 34.

Promedio de unidades diarias

Promedio de unidades diarias							
	Tostado	Cascara	Mestiza 500	Rollo 500	Leche 500	Leche 1000	Total
Septiembre	5585,2	3756,2	863,96	259	1560,52	985,48	13010,36
Octubre	6205,8	4028,4	1016,52	259	1646,84	1040,04	14196,6
Noviembre	6593,6	4355	971,15	280,5	1605,95	1014,2	14820,4
Diciembre	6128,12	4110	972,96	241,8	1508,92	953	13914,8

En la *tabla 34* se encuentra el promedio de unidades diarias de los seis productos principales durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre; a partir de ellos se saca el total de unidades, las cuales se dividirán en la jornada laboral, en la *tabla 35* se muestra el cálculo del indicador del total de unidades de todos los productos.

Tabla 35.

Cálculo del indicador eficiencia de la producción.

	TOTAL UNIDADES	JORNADA LABORAL	U/H
SEPTIEMBRE	13010,36	10	1301,036
OCTUBRE	14196,6	10	1419,66
NOVIEMBRE	14820,4	10	1482,04
DICIEMBRE	13914,8	10	1391,48

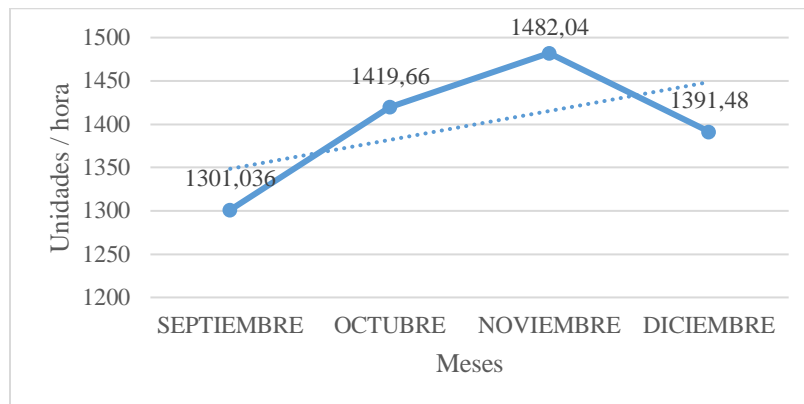


Figura 37. Gráfica de indicador de producción por unidad de tiempo.

En la *figura 37* se evidencia como la tendencia de las unidades por hora fue creciendo con el pasar de los meses, en el mes de septiembre en promedio se fabricaban 1301 unidades por hora; a partir del siguiente mes, después de implementada la propuesta de estandarización, se notó el incremento, obteniendo en los meses de octubre y noviembre producciones de más de 1400 unidades por hora, mostrando resultados positivos frente a la eficiencia de la productividad; en el mes de diciembre se identifica una baja de productividad en 91 unidades respecto al mes anterior,

esto se debe a días festivos donde no se trabajó, pero respecto al mes de septiembre la producción siguió siendo mayor.

10.4 Indicador de productividad

En todo proceso se identifican recursos restrictivos que registren alguna parte del proceso, por ende es necesario identificarlos y eliminarlos, en la empresa Incolpan se llevó a cabo el aumento de algunos recursos permitiendo el incremento de la capacidad. Para verificar el aumento de la capacidad se desarrolló el indicador de productividad el cual analiza el comportamiento de la producción mensual, año a año. En la *tabla 36* se muestra la ficha técnica que compone este indicador.

Tabla 36.

Ficha técnica de indicador índice de comparación

NOMBRE	Indicador de Productividad		
DESCRIPCIÓN	Indica el aumento o la disminución de las unidades producidas durante los años 2018 y 2019		
FORMULA	<i>unidades producidas 2018 vs unidades producidas 2019</i>		
<i>Continuación tabla 36</i>			
UNIDAD	Unidades	TIPO	DE Producción
FUENTE DE DATOS	Formato de producción años 2018 y 2019	TIEMPO	DE Mensual
RESPONSABLE	Jefe de producción	CÁLCULO	

Tabla 37.

Cálculo de indicador de productividad

Mes	Producción Total Año 2018						
	Tostado	Cascara	Mestiza	Rollo 500	Leche 500	Leche 1000	2018
Abril	2552	1678	973	1236	1803	1886	10128
Mayo	2926	1701	1011	1270	1848	1875	10631
Junio	2483	1542	917	1191	1848	1680	9662
Julio	2586	1712	964	1270	1826	1760	10118
Agosto	2892	1837	1068	1179	1894	1909	10779
Septiembre	2767	1848	1030	1089	1792	1749	10275
Octubre	2756	1826	1134	1123	1848	1886	10572
Noviembre	2654	1814	1106	1100	1882	1897	10453
Diciembre	2529	1361	936	1247	1894	1909	9875
Mes	Producción Total Año 2019						
	Tostado	Cascara	Mestiza	Rollo 500	Leche 500	Leche 1000	2019
Abril	2552	1656	1115	1043	1769	1829	9963
Mayo	2552	1633	1134	1100	1826	1852	10096
Junio	2211	1644	1058	1213	1814	1966	9908
Julio	2347	1860	1125	1123	1928	1817	10200
Agosto	2926	1905	1177	1191	2120,58	2121	11440
Septiembre	3062	2064	1013	1372	2166	2121	11797
Octubre	3130	2007	1119	1361	2336	2359	12311
Noviembre	2824	2030	1119	1349	2234	2313	11869
Diciembre	2449	1565	900	919	2098	2291	10221

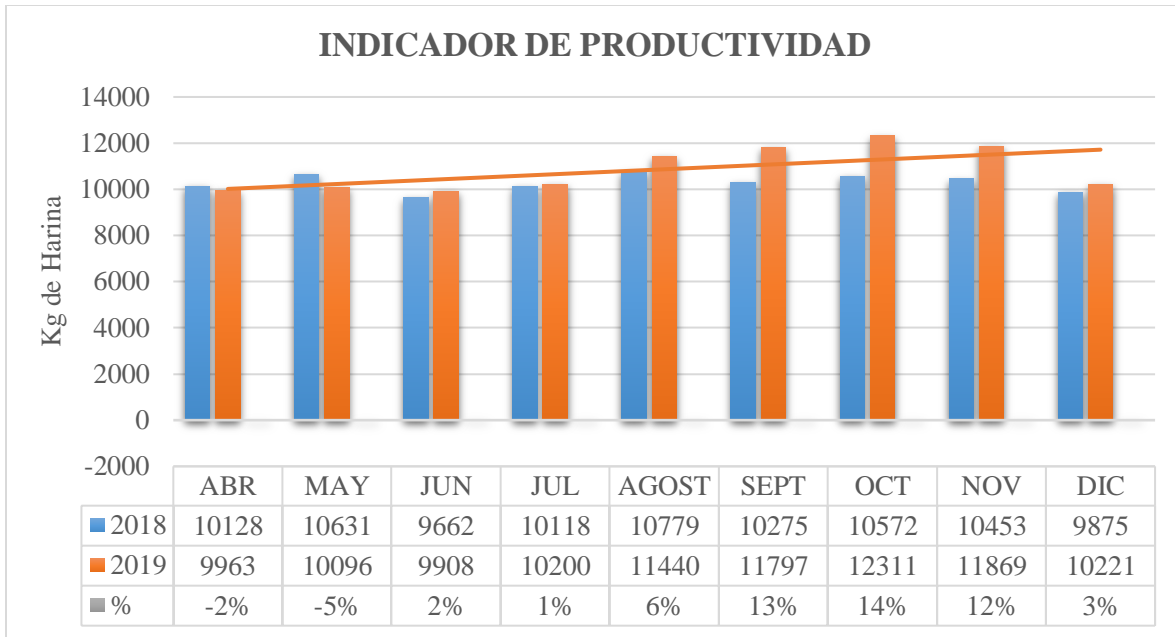


Figura 38. Indicador de productividad

De la gráfica anterior se puede observar que en los meses de abril y mayo la producción del año 2019 fue menor a la producción del año 2018 y los meses de junio y julio se mantienen relativamente estables en 2% y 1% respectivamente, debido a los factores que influían en la productividad. A partir del mes de agosto se evidencia el incremento de la productividad del año 2019, esto gracias a los cambios realizados y al aumento de recursos como el horno, las bandejas y los estantes, los cuales restringían la producción. En los meses de septiembre, octubre y noviembre se obtiene un incremento significativo, siendo octubre el que alcanza una máxima productividad con un 14%, el mes de diciembre no es tan notorio debido a que es un mes variable por sus festivos y vacaciones donde la demanda no es tan alta, finalmente se puede decir que en promedio durante los últimos cinco meses la producción aumento en un 10%.

10.5 Indicador eficacia de la producción

El plan maestro de producción es una herramienta que permite organizar la producción, este fue uno de los objetivos planteados en la elaboración de esta propuesta para la empresa INCOLPAN, se elaboró el indicador de eficacia de la producción, con el fin de realizar un seguimiento a las unidades producidas respecto a la programación de producción. Su construcción está basada en las ordenes de producción; allí se verifico el total de unidades programadas por semana junto con las unidades producidas en este mismo tiempo, la ficha técnica que define todos los datos de este indicador se presenta en la *tabla 38*.

Tabla 38.

Ficha técnica indicador eficacia de la producción

NOMBRE	Eficacia de la Producción		
DESCRIPCIÓN	Indica el porcentaje de unidades producidas respecto a las unidades programadas, donde mayor es el porcentaje, mayor es la productividad		
FORMULA	$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{unidades programadas}} \times 100$		
UNIDAD	Porcentaje	TIPO INDICADOR	DE Producción
FUENTE DE DATOS	Ordenes de producción	de TIEMPO CÁLCULO	DE Semanal
RESPONSABLE	Jefe de producción		

Tabla 39.

Cálculo del indicador eficacia de la producción

	NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
Semanas	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Total unid producidas	68191	55399	63371	73012	71086	71629	68741	71061
Total unid programadas	98389,6	76121,2	85056,4	97303,4	94618,5	94800,35	88513,45	94534,9
% de eficacia producción	69%	73%	75%	75%	75%	76%	78%	75%

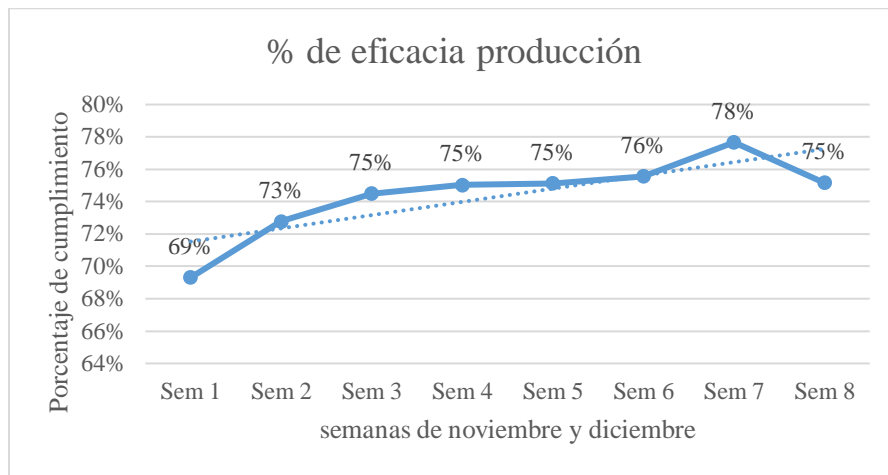


Figura 39. Gráfico indicador eficacia de la producción

En la *tabla 39* se muestra el total de unidades producidas y programadas durante los meses de noviembre y diciembre, de forma semanal y en la *figura 39* se evidencia como en la primera semana se cumplió con el 69% de la unidades programadas, esto debido a que fue la primera semana de implementación, donde el operario estaba entendiendo y practicando el nuevo sistema, por esto la programación no fue la más acertada pero aun así cumplió con más del 50% gracias a la experiencia en la producción; para las próximas semanas la tendencia fue creciendo, permitiendo que la programación contará hasta con un 78% de cumplimiento, permitiendo hacer efectivo el

programa maestro de producción, se pretende para las próximas semanas continuar con esta tendencia hasta llegar a un 95%; sin embargo cabe aclarar que aunque los porcentajes de cumplimiento de la programación no son mayores al 80%, siempre se cumplió con los pedidos de los clientes.

11. Jornadas de socialización y capacitación del personal

Con el fin de obtener unos mejores resultados a la hora de la implementación de las propuestas, se realizaron jornadas de socialización y capacitación, tanto para los directivos de la empresa, como para los operarios. Estas capacitaciones se llevaron a cabo durante los descansos de la tarde, donde se socializaron y explicaron cada una de las propuestas de mejora a implementar, la organización y la metodología a seguir. A continuación se enlistan las capacitaciones realizadas:

1. Sesión 1: Sensibilización Reestructuración de Planta

Durante esta sesión se informó al personal sobre los cambios estructurales de la empresa, la modificación del segundo piso y la ampliación del primero, los cuales serían adecuados para el área de bizcochería y área semi-industrial, respectivamente. Además se pidió la colaboración para mantener el orden durante estos cambios.

2. Sesión 2: Sensibilización y Presentación propuestas de Mejora

En el transcurso de esta sesión, se buscó la presentación de las propuestas de mejoramiento de una forma sencilla, donde los operarios comprendieran la importancia de llevar a cabo aquellos cambios y así contar con su apoyo para la implementación de las mismas. Allí se señaló la nueva distribución de planta, el programa de 5 S', la estandarización de los procesos, el aumento de

recursos y el programa maestro de producción, mencionando su importancia y su beneficio dentro de la empresa. Además se sensibilizó al personal respecto a la mejora continua, invitando a los operarios a vivir en un ambiente de cambio y disciplina. En el *Apéndice 40* se evidencia la presentación de Power Point con la que se expuso a las directivas de la empresa el plan de mejoramiento a implementar.

3. Sesión 3: Presentación Simulación Planta de Producción

En esta sesión se realizó la socialización de la simulación realizada y de los resultados obtenidos en ella a las directivas de la empresa, donde se expuso el paso a paso del proceso realizado y el cambio de las variables, demostrando y aclarando cada una de las propuestas anteriormente mencionadas. A partir de estos resultados se discutió y se tomaron decisiones respecto a los cambios que se realizaron, en el *Apéndice 41* se muestra la presentación Power Point utilizada para la explicación de los resultados.

4. Sesión 4: Capacitación Metodología 5 S'

La realización de la capacitación de 5 S' permitió enseñar a los operarios un poco más sobre la metodología de las 5 s', en esta sesión se explicó en que consiste la metodología y se dieron ejemplos de forma que los operarios comprendieran la temática; posteriormente se explicó la estrategia a utilizar dentro de la empresa, se verificó que se entendiera la dinámica y así poder entre todos aplicar esta metodología y tomarla como hábito dentro de la empresa; ya que el principal objetivo de esta capacitación era sensibilizar al personal y sembrar la cultura de un puesto de trabajo limpio y ordenado.

5. Sesión 5: Capacitación Estandarización de los procesos

En esta oportunidad se trabajó el tema de la estandarización de los procesos, donde se mencionó la importancia de cumplir con medidas y procesos específicos la realización de un

producto; allí se habló sobre esta metodología y sobre los cambios realizados, además se explicó paso a paso cada uno de los estándares elaborados para algunos productos, de forma que los operarios los comprendieran y los pudieran llevar a cabo de la forma correcta durante la implementación.

6. Sesión 6: Sensibilización Mejoras Implementadas

Finalmente se realizó una última reunión donde se sensibilizó a los operarios respecto a la mejoras realizadas, recalcando la importancia del orden y la metodología de las 5 S', donde junto con la gerencia se tomó la decisión de realizar esta estrategia de jornadas de limpieza y orden una vez por mes. También se mencionó las mejoras obtenidas al implementar cada una de las mejoras, como se aumentó la productividad y se redujeron los tiempos gracias a la estandarización de los procesos y el aumento de los recursos, así mismo se invitó a los operarios a mantener y mejorar en cada uno de los aspectos trabajados durante la realización del proyecto y por último se agradeció y felicitó a todos por su apoyo brindado en la realización de cada una de las propuestas.

Las sesiones de sensibilización y capacitación anteriormente mencionadas se llevaron a cabo desde el inicio del proyecto y en el transcurso de la implementación de las propuestas, en el *Apéndice 42* se encuentran los listados de asistencia y evidencias fotográficas de las mismas.

12. Conclusiones

- En la elaboración del diagnóstico del proceso productivo de la empresa Incolpan mediante herramientas de análisis como entrevistas, encuestas y metodologías de la filosofía Lean Manufacturing, se realizó una evaluación de cada uno de los factores de la productividad donde se encontraron algunas problemáticas que llevaron al planteamiento de propuestas de mejoramiento para dar solución a las mismas, las cuales permitieron obtener un incremento en la producción del 10% de unidades producidas durante el 2019 respecto al año inmediatamente anterior.
- Se observó el proceso productivo de uno de los productos estrella de la empresa, el pan leche de mil, realizando la simulación de su proceso a través del software flexsim, donde se planteó un escenario modificando algunas variables que permitieron demostrar los posibles resultados a obtener en la implementación de las propuestas; indicando principalmente como el aumento de recursos y redistribución de planta mejorarían en cuanto al aumento de la capacidad en un 15%, incremento de la producción en un 10% y en la disminución de los tiempos de fabricación en un 17%.
- Con la implementación de las propuestas como la metodología de las 5's, estandarización de los procesos y un programa maestro de producción, se mejoró la calidad de los productos en un 19%, se obtuvo un 9% de eficacia en la producción y un alistamiento de 3000 Kg de harina por semana, como materia prima principal.

- Se planteó un plan de mejoramiento, donde se desarrollaría una redistribución de planta, aumento de recursos, un programa de 5S', estandarización de los procesos y un Programa Maestro de Producción en el transcurso de seis meses, estas propuestas fueron avaladas por las directivas de la empresa y posteriormente implementadas en un 80% lo cual permitió cumplir con el objetivo principal de este proyecto y mantener la empresa en un proceso de mejora continua.
- La socialización y capacitación de cada una de las metodologías a implementar con las directivas de la empresa y el personal del área de producción, permitió llegar a acuerdos que llevaron a concertar diferentes alternativas de solución, además de recibir un apoyo de todas las partes para ejecutar las propuestas planteadas y así llegar a los resultados obtenidos, además de estar receptivos a los cambios y a la mejora continua.
- Con la elaboración del proyecto se fortalecieron los conocimientos obtenidos durante el proceso de formación académica, pasando de la teoría a la práctica; obteniendo una gran experiencia que nos permitió identificar cada uno de los factores importantes de un proceso productivo, encontrando puntos críticos y dando soluciones a los mismos; esto nos servirá como una base para desempeñar y abordar este tipo de situaciones como ingenieros industriales.

12. Recomendaciones

- Se recomienda la reconstrucción y reparación de la planta física del área de producción, incluyendo techos, paredes y pisos, esto con la finalidad de tener una planta de producción estable, segura y adecuada para llevar a cabo la fabricación de los diferentes productos que se realizan, además es necesario adecuar una zona de enfriamiento de modo que este sea más eficiente; también se necesita incrementar el espacio del cuarto de crecimiento para obtener una mayor capacidad.
- Es necesario la creación de un sistema de gestión de seguridad y salud del trabajo (SG_SST) para identificar y controlar los riesgos laborales, generando condiciones seguras para el personal.
- Se requiere de la creación de un programa de control de calidad para disminuir los errores en los procesos y mano de obra. Asegurando que los productos cumplan con los requisitos mínimos de calidad en el tratado de alimentos según la Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-USNA
- Se solicita continuar con las estrategias implementadas, en pro del mejoramiento continuo, buscando oportunidades para ser cada día más productivos y competitivos en los mercados. Además evaluando el progreso mediante indicadores de productividad y calidad, los cuales permitirán tener un control de la producción y estado de la planta.

Referencias Bibliográficas

- Ardila, N. (2017). *Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa La Pared*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Centro de Servicios para la Capacitación Laboral y el Desarrollo – CAPLAB. (2011). *Panadería Guía del Estudiante*. Obtenido de <http://files.edu-piedra1.webnode.es/200000056-f2ecc00bf8/Gu%C3%ADa%20del%20estudiante%20panader%C3%ADa.pdf>
- Dopacio, C. (s.f.). *Wolters Kluwer Legal*. Obtenido de http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASMjU0NztlbLUouLM_DxbIwMDS0NDA1OQQGZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAJzJqdTUAAAA=WKE
- Flecha, M. (2015). *Procesos y técnicas de panificación*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/centros/cfrourense/aulavirtual2/pluginfile.php/8180/mod_resource/content/0/Procesos_y_tecnicas_de_panificacion-MANUAL.pdf
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo "ingeniería de metodos y medición del trabajo"* (segunda ed.). Madrid: Mc. Graw Hill.
- Harrington, J. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. San José, California: MC Graw Hill. Obtenido de https://www.academia.edu/11065235/MEJORAMIENTO_DE_LOS_PROCESOS_DE_LA_EMPRESA_H.James_harrington
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *LEAN MANUFACTURING: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: EOI Escuela de Organización Industrial. Obtenido de https://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf

- Hernández, J. C., & Vizan Idoipe, A. (2013). Lean Manufacturing. En J. C. Hernández, & A. Vizan Idoipe, *Lean Manufacturing* (págs. 6-8). Madrid: Fundación OEI.
- Kadell. (s.f.). *Catalogo Web*. Obtenido de https://www.kadell.com/catalogo_web/kadell.html#p=22
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ª ed.). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Lean Manufacturing10. (2017). *Plan maestro de producción: Qué necesitas para realizarlo*. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/plan-maestro-de-produccion-que-necesitas-para-realizarlo>
- Memoria PFC . (2007). *Análisis del Planteamiento Sistemático de la Distribución en Planta (S.L.P.)*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20078/fichero/Volumen+I%252FCap%C3%ADtulo+3.+An%C3%A1lisis+del+Planteamiento.pdf>
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). *El pan y su proceso de elaboración* *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, vol. 3, núm. 5, diciembre, pp. 307-313. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430508.pdf>
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos* (segunda ed.). México: Pearson Educación.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo* (duodécima ed.). Portsmouth: Mc. Graw Hill.
- Pinto, M. (2015). *Mejorameinto del sistema productivo de la empresa Servicio de Acondicionado a Curtiembres S.A.S*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Porras Días, H. (04 de 03 de 2014). *Filosofía Lean Contruction para la gestión de proyectos de construcción: una revista actual*. Obtenido de <http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-11/art4.pdf>

Rey Sacristan, F. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal.

The Nielsen Company (US), LLC. (06 de Junio de 2019). *The Nielsen Company (US), LLC*. (C. ©, Editor) Obtenido de <https://www.nielsen.com>

Tibaduisa, K. L. (2015). *Mejoramiento del sistema productivo de la empresa garcia vega s.a.s en su planta de giron*. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander.

Vides, E., Díaz, L., & Gutiérrez, J. (2017). Análisis metodológico para la realización de estudios. 6.