

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA**

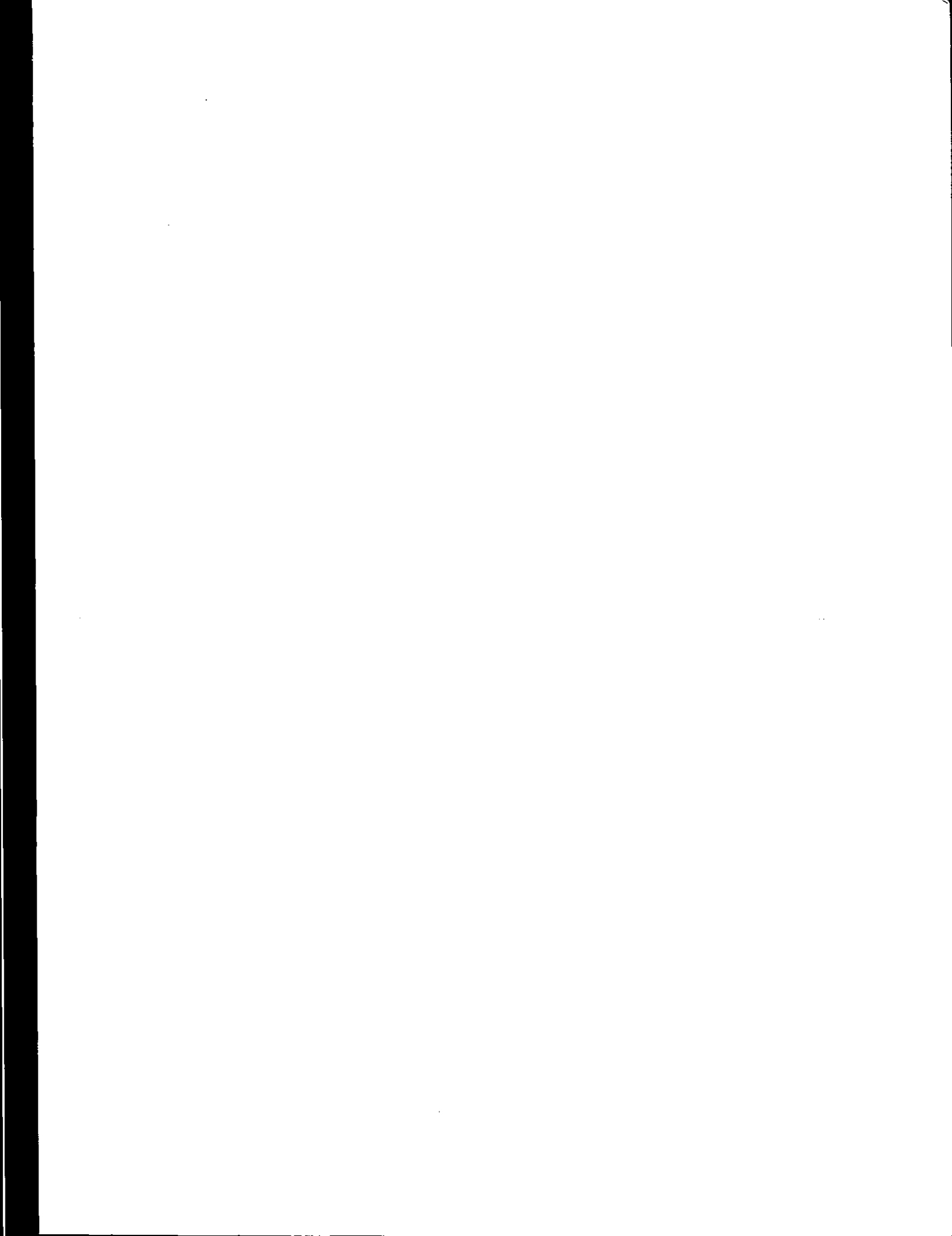
Facultad de Ciencias y Humanidades

**"APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE
MÉTODOS Y ANÁLISIS DE PROCESOS
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN
LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE GALLETA SODA"**

Por Mario Hugo Solórzano Herrera

**Guatemala
2003**

**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**



**" APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE
MÉTODOS Y ANÁLISIS DE PROCESOS
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN
LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE GALLETA SODA "**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
DE GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades

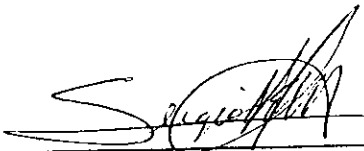
**"APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE
MÉTODOS Y ANÁLISIS DE PROCESOS
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN
LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE GALLETA SODA"**

**Trabajo de investigación presentado por
Mario Hugo Solórzano Herrera
para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería Industrial**

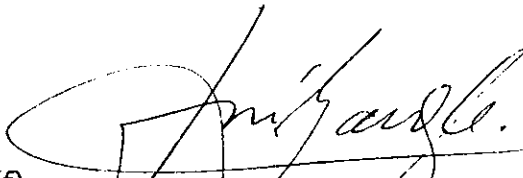
BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

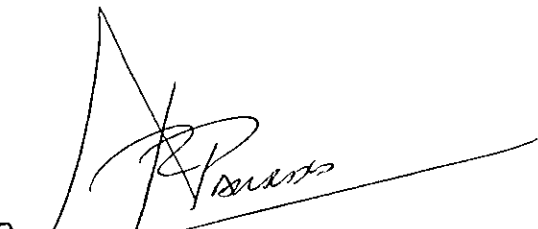
**Guatemala
2003**

Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Sergio Hernández Herrera

Tribunal:

(f) 
Ing. José Joaquín Garoz

(f) 
Ing. Carlos Paredes de la Vega

Fecha de aprobación: 14 de febrero de 2003

PREFACIO

DEDICATORIA

A Dios por dejarme vivir y hacer realidad mis sueños.

A mis padres, hermanos, abuelos y demás familia por su confianza, apoyo, inspiración y ayuda incondicional durante los años de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar gracias a Dios por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida y permitirme alcanzar una de mis metas. A mis padres, hermanos, abuelos y familiares por toda la confianza y apoyo que me brindaron.

Agradezco al Ing. Sergio Hernández Herrera, Ing. Edwin Roberto Herrera, Ing. Henry Valverde y demás compañeros de la empresa por su ayuda, colaboración, amistad y todo lo que aprendí de ellos. También al Ing. Carlos Roberto Paredes por su valiosa colaboración, ayuda y comprensión.

Quisiera agradecer de igual forma a todos mis compañeros, que me ayudaron en los momentos difíciles de la carrera, y a todos aquellos que en algún momento estuvieron allí para brindarme su incondicional ayuda.

Mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de mi Proyecto de Graduación.

Muchas gracias a todos.

MOTIVACIÓN

Este proyecto nace a partir del deseo de la empresa de realizar un estudio para optimizar su línea de producción de la Galleta Soda, aumentando su productividad. Surgiendo así, la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial. La elaboración del proyecto se inició con la idea de aplicación de Ingeniería de Métodos y Análisis de Procesos para cumplir con el deseo de la empresa.

Como reto personal quiero proporcionar a esta empresa multinacional una serie de soluciones para que se logre la optimización del proceso y el aumento de la productividad de la línea de producción.

Toda la información fue recopilada en las instalaciones de la empresa y por esta razón muestro un enorme agradecimiento a su personal y a los contribuyentes de este proyecto, tanto a los catedráticos que me ayudaron como los asesores de mismo.

ÍNDICE

PREFACIO.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	X
LISTA DE GRÁFICAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN	XIII
CAPÍTULOS	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
A. ANÁLISIS DE PROCESOS.....	3
B. PRODUCTIVIDAD	4
C. ESTUDIO DE MÉTODOS.....	10
III. PERFIL DEL PROYECTO.....	20
A. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	20
IV. ANÁLISIS DE LA EMPRESA.....	24
A. PROCESO PRODUCTIVO	24
B. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	29
V. OBSERVACIONES GENERALES.....	53
A. PERSONAL DE PLANTA	53
B. RECORTES	53
C. ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO.....	55
D. PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA GALLETA SODA	64
E. CUMPLIMIENTO DE DEMANDA	73
F. VALOR RELATIVO DE CADA PARTE Y OPERACIÓN	73
G. RESUMEN DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA DE GALLETA SODA	76
VI. IMPLEMENTACIÓN.....	78
A. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	79
B. SILOS DE ALMACENAMIENTO	82
C. MÉTODO DE TRABAJO.....	83
D. PREPARACIÓN DE CAJAS CORRUGADAS.....	86
E. SECCIÓN DE MEZCLA	87
F. MANEJO DE PRODUCTO.....	88
G. TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	90
H. APORTE A LA PRODUCTIVIDAD	91
I. CONSIDERACIONES GENERALES.....	92

VII. CONCLUSIONES.....	94
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	96
IX. APÉNDICES.....	97

LISTA DE CUADROS

CUADRO	Página
4.1 Pesos en kilogramos de ingrediente II registrados el 29 de octubre, 2002	36
4.2 Pesos en kilogramos de ingrediente III registrados el día 29 de octubre, 2002.....	37
4.3 Temperaturas óptimas para producción de galleta soda con rango de desviación	39
4.4 Datos recopilados sobre la temperatura del horno 1	41
4.5 Tiempos de regulación de las máquinas empacadoras	42
4.6 Descripción de puestos de trabajo línea galleta soda	45
5.1 Resumen de recortes en una semana no continua de producción.....	54
5.2 Límites de calidad para las referencias de galleta soda	55
5.3 Datos de peso crudo de galleta soda	56
5.4 Datos de peso de galleta horneada en los turnos uno y dos	58
5.5 Datos de porcentaje de humedad de galleta horneada en los turnos 1 y 2	60
5.6 Rendimientos por referencia galleta soda	65
5.7 Índices de productividad en kilogramos por hora hombre de la línea Galleta Soda	66
5.8 Resumen de tiempos improductivos	67
5.9 Secuencia de tiempo de observación	70
5.10 Hoja de registro para cálculo de tiempos de máquina activa e inactiva	70
5.11 Resumen de tiempos de máquina activa e inactiva	71
5.12 Número de observaciones a realizar por máquina	72
5.13 Resumen de porcentajes relativos de actividad o inactividad de las máquinas empacadoras de Galleta Soda	73
5.14 Criterios de calificación	74
5.15 Calificación de las operaciones del proceso productivo	75
5.16 Calificación de las partes del proceso productivo	76
6.1 Resumen de resultados al implantar las soluciones propuestas	92

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICA	PÁGINA
5.1 GRÁFICA DE PESO CRUDO TURNO #1	57
5.2 Gráfica de peso crudo turno #2	57
5.3 Gráfica de peso cocido turno #1.....	59
5.4 Gráfica de peso cocido turno #2.....	59
5.5 Gráfica datos espesor turno #1	61
5.6 Gráfica datos espesor turno #2	62
5.7 Gráfica datos humedad relativa turno #1	63
5.8 Gráfica datos humedad relativa turno #2.....	64
5.9 Diagrama de Pareto: tiempos improductivos.....	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
3.1 Estructura del área de producción	22
3.2 Organigrama de Riviana Pozuelo, S.A.....	23
4.1 Diagrama de flujo de producción de la galleta soda	27
4.2 Diagrama de Ishikawa de los factores que afectan el proceso de fabricación de galleta soda	31
4.3 Descripción del manejo y trayectoria aplicado a los grupos de galleta que alimentan la torre de la empacadora	48
6 .1 Método propuesto de torre	84

RESUMEN

El proyecto de investigación se realiza en la línea de producción de la Galleta Soda de una empresa que se dedica a la elaboración de productos alimenticios, empresa que busca incrementar la productividad de sus líneas de producción.

Para tal efecto se plantean las siguientes mejoras a cada uno de los problemas encontrados:

- Rediseño de las torres de alimentación y colocación de sillas giratorias para las operarias con el fin de disminuir movimientos que alcanzan la clase 4. Se recomienda una nueva distribución de las máquinas empacadoras.
- Elaboración de una máquina para preparar cajas corrugadas, implantación de sistemas de circulación en los silos, colocación de rociadores de agua en el cuarto de fermentación.
- Disminución mediante capacitación de la cantidad de recortes de producto provocado por el mismo personal.
- Disminución de los tiempos de regulación de las máquinas y mantenimiento correctivo en un 10%.
- Disminución en la cantidad de recurso humano que elabora en los centros de costos 1 y 2 en un 5.18%.

Con base en estas propuestas se lograría un incremento en el indicador de productividad parcial utilizado por la compañía de kilogramos por hora hombre.

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de este proyecto se llevó a cabo en una empresa que se dedica a la elaboración de productos alimenticios. Se ubica en la zona industrial y su planta ocupa aproximadamente 25,000 m² de terreno. Para la fabricación y comercialización de sus productos cuenta con 1,100 empleados aproximadamente.

Parte de los objetivos a mediano plazo que ha trazado la organización, se encuentra aumentar la productividad de todas sus líneas de producción en un 10%. El índice utilizado por la empresa para controlar esta variable es el kilogramo por hora hombre y se calcula dividiendo la cantidad de kilos producidos en un tiempo definido entre la cantidad de horas hombre utilizadas para esa producción.

El desarrollo de este proyecto se basa en la aplicación de la herramienta de Ingeniería de Métodos y Análisis de Procesos para aumentar la productividad de la empresa. El enfoque se realiza sobre la línea de Galleta Soda, posteriormente en la parte de Implementación se señalarán los pasos realizados para ser aplicados.

El problema que se plantea es ¿cómo incrementar la productividad de la línea de Galleta de Soda?

De acuerdo con lo indicado por el Ing. Sergio Hernández, Gerente de Ingeniería de dicha empresa; esta problemática se justifica al plantearse la empresa el objetivo de prepararse, en cuanto a su capacidad productiva, para abarcar una mayor porción de mercado.

Para llevar a cabo este objetivo se determina la necesidad de aumentar la productividad de la línea de producción tanto con referencia en sus costos como en la cantidad de producto procesado por hora hombre.

Con el propósito de cumplir el objetivo, se le asigna a la Gerencia de Ingeniería determinar el procedimiento para elevar la productividad de la línea de producción en un 10% basándose en el análisis de una de sus líneas de mayor producción: Galleta Soda.

Como alternativa para cumplir con el objetivo de la empresa, se plantea la utilización de la herramienta análisis de procesos con la cual se evaluarían las variables que intervienen en el proceso productivo de la Galleta Soda y determinar las mejoras que contribuirán al aumento de productividad de la línea.

Bajo las razones anteriormente descritas, el objetivo general de este documento es el de establecer propuestas de solución para aumentar la productividad en kilogramos por hora

hombre en la línea de producción de Galleta Soda mediante la aplicación de Ingeniería de Métodos y Análisis de Procesos.

Los objetivos específicos son:

- Establecer la productividad actual de la línea de producción.
- Analizar y evaluar las materias primas necesarias para la producción de la Galleta Soda.
- Evaluar el proceso de preparación de las materias primas para producción.
- Analizar y evaluar el material de empaque utilizado para la conservación del producto.
- Analizar y evaluar la mano de obra en términos del número de personas que intervienen en el proceso de producción, su capacitación y entrenamiento.
- Analizar y evaluar la programación de la producción de la galleta.
- Evaluar las máquinas y equipos que intervienen en el proceso de producción.
- Evaluar aspectos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo de las máquinas y equipos.
- Evaluar los tiempos de preparación de las máquinas e inicios de producción de la galleta.
- Establecer el procedimiento o metodología de análisis para ser aplicado en las demás líneas de producción.
- Determinar los costos necesarios para llevar a cabo las mejoras indicadas en el proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

A. ANÁLISIS DE PROCESOS

Esta herramienta indica que se puede mejorar un producto y disminuir su costo mediante el análisis de las operaciones del producto o servicio. Para esto se debe estimar el valor de cada operación e intentar mejorar el mismo al tratar de mantener los costos bajos en cada paso o etapa. La herramienta sugiere en términos generales los siguientes pasos:

- Dividir el producto en partes y operaciones.
- Identificar los costos de cada parte y operación.
- Identificar el valor relativo de la contribución de cada parte a la unidad o producto final.
- Determinar un nuevo enfoque para aquellos artículos u operaciones que parezcan tener un alto costo y un valor bajo. Para determinar un nuevo enfoque a las operaciones es necesario la utilización de otras técnicas y herramientas de análisis como lo son la observación, estudios de métodos de trabajo, análisis de distribución de planta, aplicación de controles estadísticos de la producción y análisis del proceso productivo entre otros.

Análisis de Procesos parte del hecho de que las actividades que agregan valor son aquellas que por su naturaleza se supone aumentan el valor del producto. La misión principal de un proceso productivo es incrementar el valor para el consumidor final, por ende el cliente está dispuesto a pagar por el valor no por el desperdicio.

El desperdicio se define como cualquier recurso gastado en exceso de lo requerido y lo valorado por el cliente. Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y mano de obra absolutamente esenciales para una producción fluida se considera desperdicio. El cliente espera una calidad perfecta en el producto; esto se puede lograr haciéndolo bien la primera vez o mediante el retrabajo hasta que se logra la calidad deseada. Desde el punto de vista del cliente, el valor se debe obtener en una pasada, el trabajo adicional y su correspondiente costo son desperdicio. La reducción o eliminación del desperdicio significa reducir el costo, lo cual tiene una correlación directa con una de las metas del sistema de producción.

En general, el desperdicio ocurre en tres aspectos: tiempo, dinero y esfuerzo. El tiempo y el esfuerzo se pueden expresar mediante un costo equivalente. El tiempo de entrega excesivo o la mala calidad son desperdicio, como lo es un diseño de producto con demasiada ingeniería, el

exceso de inventario y los gastos generales inflados. Cualquier otra actividad cuya contribución al valor del producto (y la satisfacción del cliente) sea cuestionable será también desperdicio.

En el momento en que se ha definido cuáles operaciones y / o artículos agregan un valor significativo al producto final y se ha logrado eliminar o al menos reducir sustancialmente aquellas que únicamente contribuyen a elevar el costo del sistema productivo se habrá logrado una mejoría en la productividad de la organización.

B. PRODUCTIVIDAD

La globalización y el libre comercio entre las naciones hacen que las empresas tengan que ser más eficientes tanto en los productos o servicios que ofrecen como los costos en que incurren para la realización de los mismos. Las empresas han tenido que adoptar innumerables métodos para alcanzar ese éxito que tanto buscan: sobrevivir y ser competitivas dentro de este mundo cambiante. Unos mejores que otros, todos tienden a un mismo objetivo: mejorar su productividad.

El término productividad tiene hoy en día dos conceptos diferentes en cuanto a definición, pero a la vez complementarios entre sí. Se tiene como primera definición de productividad un concepto social orientado hacia el ser humano, por otro lado como se percibe normalmente, un concepto matemático, enfoque utilizado en este proyecto.

El primero se asocia con la toma de conciencia en cuanto a productividad: una mente productiva y una actitud positiva hacia el trabajo. Esta concepción se basa en que uno puede hacer las cosas mejor cada día para lo cual se requieren esfuerzos sin fin para adaptar actividades económicas a condiciones cambiantes.

La segunda es la relación entre las salidas y las entradas, lo que indica la eficiencia de la producción o la utilización de los recursos como lo son mano de obra, materiales y maquinaria.

Aún cuando hablemos de productividad, no se debe dejar de lado la calidad de los productos o servicios que se ofrecen. El trabajo realizado sin calidad deja una puerta abierta para que la empresa incurra en gastos por desperdicios, devoluciones, defectos, demoras, atención a quejas y costos de garantía, lo cual reflejaría que no se están utilizando los recursos de una forma adecuada. La productividad es una consecuencia de trabajar por la calidad; esto indica que al no incurrir en estos gastos se está mejorando la productividad de la empresa.

El objetivo final de la productividad es aumentar el nivel de vida de las naciones. Para esto se requiere de toda la cooperación de los individuos de una nación ya que de no contar con su ayuda, no se podrían aumentar las ganancias de la empresa, incrementar los dividendos de los

socios, mejorar salarios de los trabajadores, reducir precios a los consumidores y un mejor nivel de vida.

La productividad como actividad busca evitar toda clase de desperdicios, para esto se necesita de la ayuda de todos los que conforman un equipo de trabajo y no ser la responsabilidad de unos cuantos.

Para tener productividad en la empresa, un punto importante es la buena actitud hacia el trabajo por parte de todos los que conforman la fuerza laboral y para lograr esto se deben considerar tres aspectos importantes:

- En el mejoramiento de la productividad el factor cualitativo es tan importante como el cuantitativo.
- Todos los esfuerzos que se hacen para generar los productos deben ser expresados, en la medida de lo posible, en relación con los resultados.
- Se deben definir unidades que permitan medir los factores y convertirlos en cuantificables.

Otros factores importantes para el crecimiento de la productividad son: sentimiento de respeto por el ser humano y una buena actitud de trabajo y junto con esto contar con un buen enfoque y herramientas para mejorar la productividad.

1. Principios guía para implantar el movimiento de productividad

a. Un incremento en productividad eventualmente crea mayor empleo.

La productividad persigue eficiencia y racionalización para mejorar el mañana de las personas así que ningún trabajador ayudará a mejorar la eficiencia sabiendo que puede perder su empleo como resultado de ese mejoramiento. Como primer punto a considerar es el de asegurar la estabilidad laboral al trabajador para motivarlo a la cooperación y el logro de las metas establecidas. Cabe mencionar que las empresas son más competitivas cuando tienen la oportunidad de expandir y diversificar sus negocios aumentando las probabilidades de nuevas fuentes de empleo. Se debe tener en cuenta que para aumentar la productividad la gerencia debe realizar una labor paralela de educación y entrenamiento del personal ante la nueva tecnología y destrezas humanas solicitadas.

b. La gerencia y los empleados deben trabajar uno al lado del otro para resolver problemas y mejorar la productividad.

Para mejorar y alcanzar una alta productividad es necesario que, tanto gerencias como empleados trabajen en conjunto en el

logro de un objetivo común, no sin antes compartir la información entre los miembros de la organización. Esta importancia de la cooperación entre las clases trabajadoras se manifiesta en las industrias japonesas a través de las creencias y aplicación de los siguientes pensamientos: la gerencia debe confiar en la sabiduría de la gente de los niveles básicos de la organización; la motivación y compromiso de la mayoría son más importantes que la motivación y compromiso de unos pocos. La implantación de una estrategia es más importante que su formulación. En resumen, es responsabilidad de la gerencia indicar a los trabajadores ¿qué hacer y a dónde ir?, y responsabilidad de los trabajadores indicar a la gerencia ¿cómo hacer y cómo ir?

c. Las ganancias por productividad deben distribuirse justamente entre la gerencia, los trabajadores y los consumidores. Con el fin de eliminar la creencia entre los trabajadores de que productividad significa despidos, se ha creado el término de valor agregado. Este término significa que si el cliente recibe un producto por un valor más alto que el precio total pagado afuera de la compañía, la compañía crea un nuevo valor para el producto, en otras palabras, aún siendo el mismo valor de la competencia, éste se diferencia por la calidad y costo que representa. Este nuevo valor agregado para la compañía comprende el pago de salarios de los trabajadores, dividendos de los accionistas y otros gastos de la compañía; significa una fuente común de ganancias para todos en la empresa.

2. Movimiento de productividad en la empresa. El primer paso es que la gerencia de la empresa tenga pleno conocimiento de la necesidad de mejorar el nivel de productividad. Es importante también conformar una estructura organizativa que soporte todo este movimiento. Todos los líderes deben capacitarse en temas referentes a productividad, actividades en pequeños grupos y técnicas de solución de problemas.

Se debe conformar un comité dedicado a promocionar, organizar, implementar y monitorear el movimiento interno de productividad. Este comité, a su vez, organizará actividades en pequeños grupos para atacar los problemas más serios de la empresa.

3. Niveles de productividad. El concepto de productividad es considerado en diferentes ámbitos o niveles, para nuestro caso y el de interés el nivel de empresa es el centro de análisis:

a. Nivel internacional. El producto interno bruto por habitante (PIB per capita) se usa frecuentemente para comparar el nivel de riqueza entre países, éste término no es más que el total de la suma del valor agregado (volumen de producción) que todas las empresas operando en el país han generado. Es así como la actuación de cada empresa influye con la riqueza nacional y con el estándar de vida de la gente lo que llega a crear en una necesidad de las empresas el incrementar su productividad.

$$\frac{\text{Producto Interno Bruto}}{\text{Tamaño de la población}} = \text{PIB per cápita (indicador del nivel de vida)}$$

b. Nivel nacional. A nivel nacional comprende el Ingreso Nacional (IN), el Producto Interno Bruto generado por empleado (PIB), el índice de bienestar de la economía nacional y la Productividad de la economía nacional. La productividad laboral es importante porque determina el nivel de vida promedio de la gente.

$$\frac{\text{Producto Interno Bruto}}{\text{Fuerza Laboral}} = \text{PIB por trabajador (productividad de mano de obra)}$$

c. Nivel de sector. La productividad por sector puede utilizarse como un medio de comparación entre empresas del mismo tipo, por ejemplo, sector industrial, construcción, etc.

$$\frac{\text{Producto total de sector}}{\text{Fuerza Laboral de sector}} = \text{Productividad de mano de obra al nivel de subsector}$$

d. Nivel de subsector. A través de la medición de la productividad de este nivel se pueden establecer comparaciones entre compañías en los mismos subsectores industriales y empresariales.

e. Nivel de empresa. Cuando se analiza la productividad desde los niveles inferiores que componen la economía nacional, ésta se relaciona con las actividades diarias de los individuos como es en el caso de este proyecto. A nivel de empresa, la productividad está estrechamente relacionada con el planeamiento administrativo y puede ser usado como un índice de comparación entre el planeamiento y los resultados, en otras palabras, el objetivo se expresa como "un porcentaje X de incremento en las ventas" o un "un porcentaje X de mejoramiento en la productividad".

$$\frac{\text{Producción total de la compañía}}{\text{Número total de empleados}} = \text{Productividad de mano de obra al nivel de sector}$$

$$\frac{\text{Volumen de Producción por trabajador}}{\text{Horas trabajadas por empleado}} = \text{Productividad de mano de obra al nivel de trabajador}$$

Para el desarrollo de este proyecto, el indicador utilizado para evaluar la productividad de la línea de producción es expresado en términos de kilogramo por hora hombre.

La productividad no debe estar limitada al sector de costos directos sino también al sector de costos indirectos, en otras palabras debe aplicarse a todos los departamentos de la empresa. Es imprescindible que dentro del concepto de productividad, el recurso humano se deje ver como una carga o un costo más de la empresa, sino que el ser humano se convierte en el elemento clave para incrementar el valor agregado de los productos que se generan.

4. Elementos claves en el desarrollo de la productividad. La meta de cualquier empresa es la reducción de costos a través de la eliminación de pérdidas y desperdicios, es decir la racionalización de los procedimientos de producción para hacer que la producción fluya.

a. La sobreproducción. La sobreproducción hace la producción estable con existencias e inventario en proceso para cuando alguna sección del proceso tiene problemas. Esto lo que realmente hace es cubrir los verdaderos problemas que se presentan al tener que utilizar la sobreproducción como un medio para mantener a flote la empresa. Se deben analizar muy bien los procesos de producción para reducir en un porcentaje elevado la sobreproducción.

b. El significado del valor agregado. Valor agregado comprende toda operación o proceso que genera una transformación física o química a un producto. Para mejorar la productividad, como primer paso se debe utilizar eficientemente el recurso humano con el que se cuenta, esto no significa que se deba intensificar el trabajo, sino más bien hacer uso completo de sus habilidades.

Como segundo paso se deben mejorar los equipos y las instalaciones. No se trata de introducir maquinaria costosa para adecuarla a la producción, se trata de escoger para los propósitos generales la maquinaria que satisfaga el rendimiento, aunque sea necesario hacerle modificaciones.

5. Actitud positiva hacia el trabajo. Lograr una actitud positiva hacia el trabajo es una condición esencial para obtener un mejoramiento de la productividad. La actitud positiva hacia el trabajo por parte de todo el recurso humano de cualquier organización es un pilar esencial para construir la plataforma sólida y estable que sirve de base para soportar un proceso de mejoramiento de la productividad.

Hay evidencia que la competitividad de las empresas depende significativamente del logro del balance adecuado de calidad, tiempo de entrega y costo. Esto debido a dos factores invisibles: motivación y condiciones de trabajo. Para mejorar la productividad se debe tener una actitud positiva hacia el trabajo y deben tomarse en cuenta las siguientes directrices:

- Respeto del potencial humano.
- Cooperación entre el trabajador y la administración.
- Entendimiento social: mejorar la productividad significa progreso de la sociedad.
- Cooperación mundial
- Trabajar para un futuro mejor.

Ya sea a nivel macro o micro, la actitud positiva de las personas es especialmente importante en la implantación de programas que promuevan la participación de todos los empleados. Los procesos de mejoramiento continuo ("kaizen") y las filosofías orientadas hacia la Calidad Total tienen por cimiento básico la actitud de las personas.

6. Rol de las gerencias en los procesos de cambio.

a. Administración participativa. El estilo de administración condiciona el comportamiento del recurso humano de cualquier organización. El tipo de administración ha demostrado ser un estilo de gestión que estimula de manera efectiva la participación de todos los individuos. Es responsabilidad de la gerencia crear condiciones para estimular activamente la participación de las personas en los procesos de cambio.

La gerencia debe fomentar y estimular el logro de una actitud positiva pues es una condición esencial para obtener un mejoramiento en la productividad. La administración positiva tiene entre otras características:

- Reconoce que cualquier empresa tiene problemas.
- Diseña estrategias dirigidas hacia el consumidor tanto externo como interno.
- Fomenta el pensamiento orientado al proceso y no exclusivamente hacia los resultados. Significa que se trabaja con el resultado y no por el resultado.
- Promueve el cambio gradual pero sostenido, aunque reconoce que en ocasiones es necesario realizar cambios radicales.
- Utiliza esquemas de mejoramiento progresivo con la participación de todos.
- Impulsa sistemáticamente los procesos para la solución de problemas principalmente desarrollados mediante el trabajo en equipo.

b. Kaizen e innovación. Los cambios y las mejoras en productividad pueden lograrse por medio de dos enfoques diferentes pero complementarios a la vez:

- El enfoque gradual: kaizen
- El enfoque de grandes transformaciones: innovación

El primero, Kaizen (término japonés que significa mejoramiento continuo), se aplica a todos los trabajadores por igual y sirve para realizar pequeñas mejoras en las áreas de trabajo y sus resultados son en pocas ocasiones evidentemente visibles.

El segundo, es en extremo evidente, como es el caso de la instalación de nueva maquinaria la cual necesita personal capacitado.

Realmente se necesitan de ambas para tener un equilibrio en el ambiente laboral ya que no se puede tan sólo tener Kaizen o solamente innovación.

c. Orientación hacia el lugar de trabajo. El desarrollo de este proyecto está basado en esta orientación el cual indica que el nivel de calidad de los bienes y servicios lo determina el proceso de producción, esto quiere decir que si se desea mejorar la productividad se debe poner atención en el mejoramiento del lugar de trabajo.

d. Orientación hacia los detalles. Se debe poner interés sobre las pequeñas mejoras que se van realizando y darles la importancia debida, ya que a largo plazo son las que dan la gran diferencia.

Como ya se mencionó en la parte de factores clave para el desarrollo de la productividad, específicamente en la sección de "El Significado de Valor Agregado", para mejorar la productividad se debe hacer un uso eficiente del recurso humano.

Para lograr esta condición es necesario evaluar no sólo el lugar de trabajo en el cual el colaborador desarrolla sus obligaciones laborales, sino también la metodología que utiliza para realizarlas. Es importante considerar este análisis debido a que en el proceso productivo intervienen una gran cantidad de personas; por lo que se deberá identificar la posibilidad o no de que el puesto de trabajo no esté ayudando en un aumento de productividad.

Bajo esta perspectiva, a continuación se desarrollan los conceptos sobre los cuales se basará un estudio de métodos en la línea de producción.

C. ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos es el registro y examen sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras. El estudio básico consiste en el seguimiento de las siguientes etapas:

- Seleccionar: el trabajo que se ha de estudiar.
- Registrar: por observación directa los hechos relevantes relacionados con este trabajo.
- Examinar: de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
- Establecer: el método más práctico, económico y eficaz.
- Evaluar: las diferentes opciones para establecer un nuevo método.
- Definir: el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas.
- Implantar: el nuevo método como una práctica normal y formal a todas las personas.

- Controlar: la aplicación del nuevo método e implementar procedimientos adecuados para evitar una vuelta al uso del método anterior.

Para efectos de este proyecto de investigación, las etapas seleccionar, registrar y examinar se encuentran en la parte de Análisis de la Empresa. Las etapas establecer y evaluar se encuentran en la parte de Implementación. Las restantes etapas, por motivos de tiempo, serían aplicadas por la empresa en caso de querer adoptar las recomendaciones indicadas.

En lo que respecta a la primera etapa, existen tres factores que se deben tener presentes al elegir una tarea:

- Las consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos
- Las consideraciones técnicas y
- Las consideraciones humanas.

Dentro de las consideraciones económicas, es importante tener claro que la elección de una tarea responde a la reducción de costos y aumento en la productividad de la producción. Dentro de este análisis, se encuentran varias opciones evidentes de estudio como son:

- Operaciones esenciales generadoras de máximos índices de desecho.
- Cuellos de botella que están entorpeciendo las actividades de producción u operaciones largas que requieren de mucho tiempo.
- Enfoque tomado para realización de este proyecto: actividades que retracen un trabajo repetitivo con un gran empleo de mano de obra o actividades que probablemente duren mucho tiempo.
- Movimientos de materiales que recorren largas distancias entre los lugares de trabajo.

Respecto a la segunda etapa, registro, ésta constituye la base para efectuar el análisis y posterior presentación de mejoras, por lo que el éxito depende del grado de exactitud con que se registren los hechos. Para realizar esta etapa se utilizan diferentes gráficos y diagramas para el estudio de métodos.

- **Diagramas (que indican la sucesión de los hechos)**

Diagrama de Flujo del proceso
 Diagrama de Flujo del operario
 Diagrama de Operación del operario
 Diagrama de Operación del material
 Diagrama de Operación del equipo o maquinaria
 Diagrama Bimanual
 Diagrama Administrativo

- **Diagramas (con escala de tiempo)**

Diagrama de actividades múltiples

- **Diagramas (que indican movimiento)**

Diagramas de recorrido o de circuito

Diagramas de trayectoria

En este proyecto se utilizarán el diagrama de flujo de proceso, diagrama de flujo de operario y material y diagramas bimanuales. Este último es más importante porque las operarias en la línea de producción se encuentran en un sólo lugar dentro del proceso. A continuación la explicación de cada una de estas herramientas utilizadas.

1. Diagrama de flujo de proceso. Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo suceden las principales operaciones e inspecciones. Para esto se utilizan los símbolos:



Indica la inspección de calidad y / o la verificación de la cantidad.



Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo general, se utiliza cuando la pieza, materia o producto se modifica o cambia durante la operación.

2. Diagrama de flujo. Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Dentro de estos diagramas se encuentran:

a. Diagrama del operario. Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.

b. Diagrama de material. Diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.

c. Diagrama del equipo. Diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

Además de los símbolos utilizados en los diagramas de flujo, se utilizan los siguientes:



Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.



Indica un depósito provisional o espera en el desarrollo de los hechos.



Indica almacenamiento de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se recibe o entrega mediante alguna forma de autorización.

3. Métodos y movimientos en el lugar de trabajo. Cuando se examinan los movimientos de obreros y materiales se busca llegar a una mejor utilización de las máquinas y herramientas existentes, mediante la supresión de los tiempos innecesarios de inactividad, la ejecución más eficaz de los procesos y el mejor aprovechamiento de la mano de obra, eliminando movimientos innecesarios que consumen mucho tiempo, dentro de la zona de trabajo.

El factor fatiga influye en la solución de los problemas incluso cuando no se trata del trabajo concreto de un solo individuo, el modo de aplicar el esfuerzo y el mayor o menor grado de fatiga provocado por su manera de trabajar pasan a ser factores determinantes para su productividad.

- a. **Propósito.** Asegurarse de que la tarea es necesaria.
- b. **Lugar.** Asegurarse de que debe ejecutarse donde se realiza.
- c. **Persona.** Asegurarse de que la ejecuta la persona indicada.
- d. **Medios.** Asegurarse que los empleados ejecuten el trabajo.
- e. **Sucesión.** Asegurarse de que ocupe el lugar que le corresponde en la sucesión de operaciones.

4. Principios de economía de movimientos.

a. **Utilización del cuerpo humano.** Se refiere a la posición adecuada que deben ocupar las manos, los pies, los ojos, el tronco, la espalda, etc., a la hora de realizar un trabajo.

b. **Distribución del lugar del trabajo.** Se refiere a que todos los materiales y herramientas deben colocarse en un lugar donde sea cómodo y fácil de alcanzar para el operario, de esta manera evitar la pérdida de tiempo o la mala posición del cuerpo.

a. **Modelo de las máquinas y herramientas.** Éstas deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano, de esta manera facilitar la disposición del lugar de trabajo y evitar omisiones.

5. Clasificación de los movimientos. Los movimientos del cuerpo humano deben corresponder a la clase más baja posible. Si al disponer del lugar de trabajo se coloca todo lo necesario al alcance del operario la clase de movimientos necesarios para ejecutar el trabajo será la más baja posible.

<u>Clase</u>	<u>Punto de apoyo</u>	<u>Partes del cuerpo empleados</u>
1	Nudillos	Dedo
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos

6. Diagrama bimanual. Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando las manos, y a veces los pies, del operario en movimiento o en reposo y su relación entre sí, por lo general con referencia a una escala de tiempos. Se utilizan los mismos símbolos que los de los diagramas de flujo, con ciertas variaciones en su significado.

a. **Operación.** Se emplea para los actos de agarrar, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material.

b. **Transporte.** Se emplea para representar el movimiento de la mano o extremidad hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.

c. **Espera.** Se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja.

d. **Sostener.** Se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

Para efectos de un estudio de métodos, es importante, tener claro si el propósito del estudio es fijar normas de rendimiento, ya que no se debería hacer mientras no se haya establecido y definido con un estudio de métodos la mejor forma de ejecutar el trabajo. La razón de esta afirmación es sencilla, si no se ha buscado con anterioridad el mejor método, siempre queda la posibilidad de que el propio obrero o algún técnico encuentre un modo de obtener el mismo resultado con mucho menos trabajo. Mientras no se haya estandarizado el mejor método, no se estabilizará la cantidad de trabajo que supone la tarea o proceso. Hay que asegurarse primero de que el método actual es bueno.

Es importante preguntar a jefes y supervisores de los trabajadores, qué obrero, a su juicio, se debería estudiar primero, subrayando que se debe ser competente y constante en su trabajo; deberá tener un rendimiento promedio o superior.

En la práctica de estudio de tiempos se hace la distinción entre los trabajadores llamados representativos y los calificados. Es representativo aquél cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, lo que coincide necesariamente con el concepto de trabajador calificado, quien es aquél que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

La insistencia de seleccionar trabajadores calificados tiene su razón de ser, al fijar tiempos ideales, sobre todo cuando vayan a servir para calcular primas, deberá procurarse que sean de un nivel que pueda alcanzar y mantener un trabajador calificado sin excesiva fatiga.

7. Descomponer la tarea en elementos. Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario necesarios para poderlos identificar debidamente más tarde y de comprobar que el método que se utiliza es adecuado o el mejor en las circunstancias existentes, el especialista deberá descomponer la tarea en elementos.

Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales. El ciclo de trabajo empieza al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad; empieza entonces el segundo ciclo, y así sucesivamente.

Es necesario detallar los elementos para poder:

- a. Separar el trabajo (o tiempo) productivo de la actividad (o tiempo) improductiva.
- b. Evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro: el operario quizá no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y tienda a ejecutar ciertas operaciones más rápidamente que otras.
- c. Reconocer y distinguir los diversos tipos de elementos para ocuparse de cada uno según su tipo.
- d. Aislar los elementos que causan especial fatiga y fijar con mayor exactitud los tiempos marginales de descanso (suplementos por fatiga).

e. Verificar más fácilmente el método, de modo que más tarde se note enseguida si se omiten o añaden elementos, para el caso en que haya protestas contra el tiempo ideal de la tarea.

f. Hacer una especificación detallada del trabajo.

g. Extraer los tiempos de los elementos que se repiten a menudo, como el manejo de los mandos de máquinas o el quita y pon de piezas en los dispositivos de fijación, a fin de poder establecer datos ideales.

8. Tipos de elementos. Los elementos están divididos en ocho tipos: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños, según sus características a saber:

a. **Elementos repetitivos** son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado.

b. **Elementos casuales** son los que no reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares.

c. **Elementos constantes** son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual.

d. **Elementos variables** son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.

e. **Elementos manuales** son los que realiza el trabajador.

f. **Elementos mecánicos** son los realizados automáticamente por una máquina (o proceso) basándose en fuerza motriz.

g. **Elementos dominantes** son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.

h. **Elementos extraños** son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo

9. Delimitación de elementos. Hay algunas reglas generales para delimitar los elementos de una operación, entre las cuales las siguientes:

a. Los elementos deberán ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez.

b. Los elementos deberán ser todo lo breve que sea posible, con tal que un analista experto pueda aún cronometrarlos cómodamente.

- c. Dentro de lo posible, los elementos, sobre todo los manuales, deberían elegirse de manera que correspondan a segmentos naturalmente unificados y visiblemente delimitados de la tarea.
- d. Los elementos manuales deberían separarse de los mecánicos. Estos pueden calcularse a partir de los avances automáticos o las velocidades fijadas y servir para verificar los tiempos cronometrados.
- e. Los elementos constantes deberían separarse de los variables.
- f. Los elementos que no aparecen en todos los ciclos (causales y extraños) deben cronometrarse aparte de los que sí aparecen.

10. Valoración del ritmo. Adquirir destreza no es cosa sencilla. Se ha observado que el obrero experimentado le lleva al inexperto las siguientes ventajas:

- a. Da a sus movimientos soltura y regularidad.
- b. Adquiere ritmo.
- c. Reacciona más pronto a las señales.
- d. Prevé las dificultades y está más preparado para superarlas.
- e. Ejecuta su tarea sin forzar la atención y por tanto relaja más los nervios.

11. Ritmo ideal y desempeño ideal. Por definición, valorar el ritmo de trabajo es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo ideal que uno se ha formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde y se les ha dado motivo para querer aplicarse.

Desempeño ideal es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse. A ese desempeño corresponde el valor 100 en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño.

La valoración tiene por fin determinar, a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo ideal que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base realista para la planificación, el control y los sistemas de primas.

Por consiguiente, lo que se debe determinar es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal.

12. Factores que influyen en el ritmo de trabajo. Las variaciones del tiempo que lleva un elemento dado pueden deberse a factores que dependan del operario o que sean ajenos a su voluntad. Entre estos últimos figuran:

- a. Las variaciones de la calidad u otras características del material utilizado, aunque sea dentro de los límites de tolerancia previstos.
- b. La mayor o menor eficacia de las herramientas o del equipo dentro de su vida normal.
- c. Los pequeños cambios inevitables en los métodos o condiciones de ejecución.
- d. Las variaciones en la concentración mental necesaria para ejecutar ciertos elementos.
- e. Los cambios de clima y otros factores del medio ambiente, como luz, temperatura, etc.

Estas variaciones pueden neutralizarse haciendo suficientes estudios como para obtener una muestra de tiempos representativa. Los factores que dependen del operario pueden ser:

- a. Las variaciones aceptables de la calidad del producto, de su pericia, de su estado de ánimo (particularmente respecto de su empresa).
- b. Los factores que dependen del operario pueden influir sobre los tiempos de elementos de trabajo análogos al modificar: el esquema de sus movimientos, su ritmo de trabajo, uno y otro, en proporciones variables.
- c. El ritmo óptimo de cada operario depende: del esfuerzo físico que exija el trabajo, del cuidado con que deba hacerlo, de su formación y experiencia.
- d. Hay que tener cuidado de no atribuir valores demasiados altos cuando: el trabajador está preocupado o parece apurado, el trabajador pone a todas luces exagerado esmero, la tarea da la impresión de ser difícil, el propio analista está trabajando muy aprisa (como cuando registra los tiempos de elementos muy breves).
- e. A la inversa, se corre el peligro de pecar por defecto cuando: el trabajador hace pensar que la tarea es fácil, el trabajador tiene movimientos armoniosos y rítmicos, el trabajador no se detiene para pensar cuando el analista lo preveía, el trabajador realiza trabajo manual pesado, el propio analista está cansado.

13. Escalas de valoración. Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo ideal hace falta una escala numérica que sirva de metro para calcularlos. La valoración se puede utilizar entonces como factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, o sea el tiempo que tendría en realizar el elemento al ritmo ideal el trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse.

La escala más reciente es de 0-100, la cual tiene ciertas ventajas importantes que la han hecho adoptar como norma británica.

14. ¿Cómo se efectúa la valoración? La cifra 100 representa el desempeño ideal. Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicará un factor inferior a 100, lo que parezca representar la realidad. Si, en cambio, opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, aplicará un factor superior a 100.

15. ¿Cómo se anota la valoración? En general, el ritmo de cada elemento deberá valorarse durante la ejecución del trabajo, antes de registrar el tiempo y sin tener en cuenta los elementos anteriores o posteriores.

Es de suma importancia efectuar la valoración cuando se está ejecutando el elemento y anotarla antes de cronometrar, pues de lo contrario se corre el gran peligro de que los tiempos y valoraciones anteriores del mismo elemento influyan en la apreciación.

III. PERFIL DEL PROYECTO

A. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1. Historia de la empresa. La empresa nació a raíz de las gestiones de un señor español quien vendía helados en las calles, y tuvo la idea de producir los conos para sus helados. Pasó mucho tiempo para que decidiera producirlos él mismo, luego de tal decisión produjo también dulces.

De esta forma, sus labores pasan de ser sencillas y manuales con utensilios caseros, a ser más complejas y, por lo tanto, a requerir maquinaria especializada.

Con el paso del tiempo, el trabajo se incrementó de tal forma que se necesitaban instalaciones para la fábrica, comprar maquinaria, llevar una contabilidad más minuciosa, así como disponer de bodegas y vendedores.

A partir de este momento, el negocio se convirtió en una empresa familiar. A través de los años esta empresa empieza a crecer a un punto en donde la familia ya no se podía hacer cargo de la misma, por lo cual deciden venderla. Luego, la empresa se convierte en una sociedad anónima, propiedad de una empresa multinacional.

Como parte del proceso de mejoramiento, la empresa obtuvo en el año de 1999 la certificación ISO-9002 con el fin de obtener una ventaja competitiva en el mercado y asegurar la satisfacción del cliente.

2. Misión. ¹ "Somos una empresa centroamericana dedicada a la fabricación y comercialización de productos alimenticios de calidad. Nuestro éxito se fundamenta en la satisfacción plena de clientes y consumidores, el bienestar y motivación de los empleados y la confianza de los accionistas, con un compromiso permanente de mejoramiento e innovación."

3. Objetivos de la empresa ²

a. Proporcionar productos y servicios de calidad con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes.

¹ Fuente: Folletos informativos internos

² Fuente: Folletos informativos internos

b. Proporcionar a todos los empleados la capacitación y el entrenamiento, así como los recursos necesarios para que puedan producir productos y servicios con calidad para todos los clientes.

c. Desarrollar relaciones, tanto con clientes como con proveedores, que conlleven a mejorar la calidad en todos los aspectos.

d. Desarrollar y mantener equipos de trabajo.

e. Proveer un ambiente de trabajo que motive al empleado a lograr su máximo potencial, orgullo por su trabajo y un mejoramiento continuo.

4. Estructura de la empresa. La empresa está constituida por cuatro grandes divisiones: Dirección de Administración y Finanzas, Dirección de Manufactura, Dirección de Mercadeo y Ventas y Dirección de Recursos Humanos; todas bajo la dirección de la Gerencia General. Cada área tiene asignada diferentes funciones con el fin de llevar a cabo el cumplimiento de las metas de la empresa, a saber ³:

a. Dirección de Administración y Finanzas: administrar y controlar los recursos financieros de la empresa.

b. Dirección de Manufactura: Dar un producto terminado de calidad a un costo razonable.

c. Dirección de Mercadeo y Ventas: establecer las estrategias de comunicación hacia el cliente, investigación y desarrollo de nuevos productos, mantenimiento de relaciones comerciales y distribución de los productos.

d. Dirección de Recursos Humanos: planear, organizar, coordinar, dirigir y evaluar las actividades en el proceso de administración de los recursos humanos.

Como departamento regulador y contralor de las operaciones de manufactura en la empresa, se cuenta con una Gerencia de Control de Calidad con su respectivo equipo de trabajo para asegurar la conformidad de los productos. Esta gerencia se encuentra bajo la dirección de la Gerencia General.

Actualmente la empresa cuenta con un total de 1100 empleados aproximadamente entre personal operativo y administrativo, considerando personal que se encuentra en diferentes partes del territorio nacional.

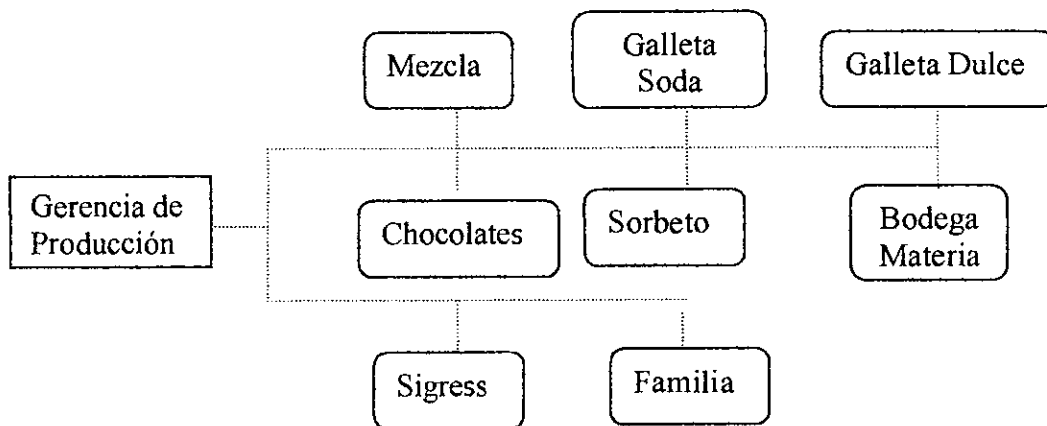
³ Folleto: Seminario de orientación al nuevo colaborador

Para efectos de comprensión de este proyecto, es necesario indicar que el proceso de investigación se realizó conjuntamente con las gerencias de Producción e Ingeniería, ambas pertenecientes a la Dirección de Manufactura.

La Gerencia de Producción se encuentra conformada por diferentes áreas o secciones, como se muestra en la figura 3.1. Para cada una de ellas se cuenta con los respectivos supervisores de turno y operarios.

Figura 3.1

Estructura del área de Producción.



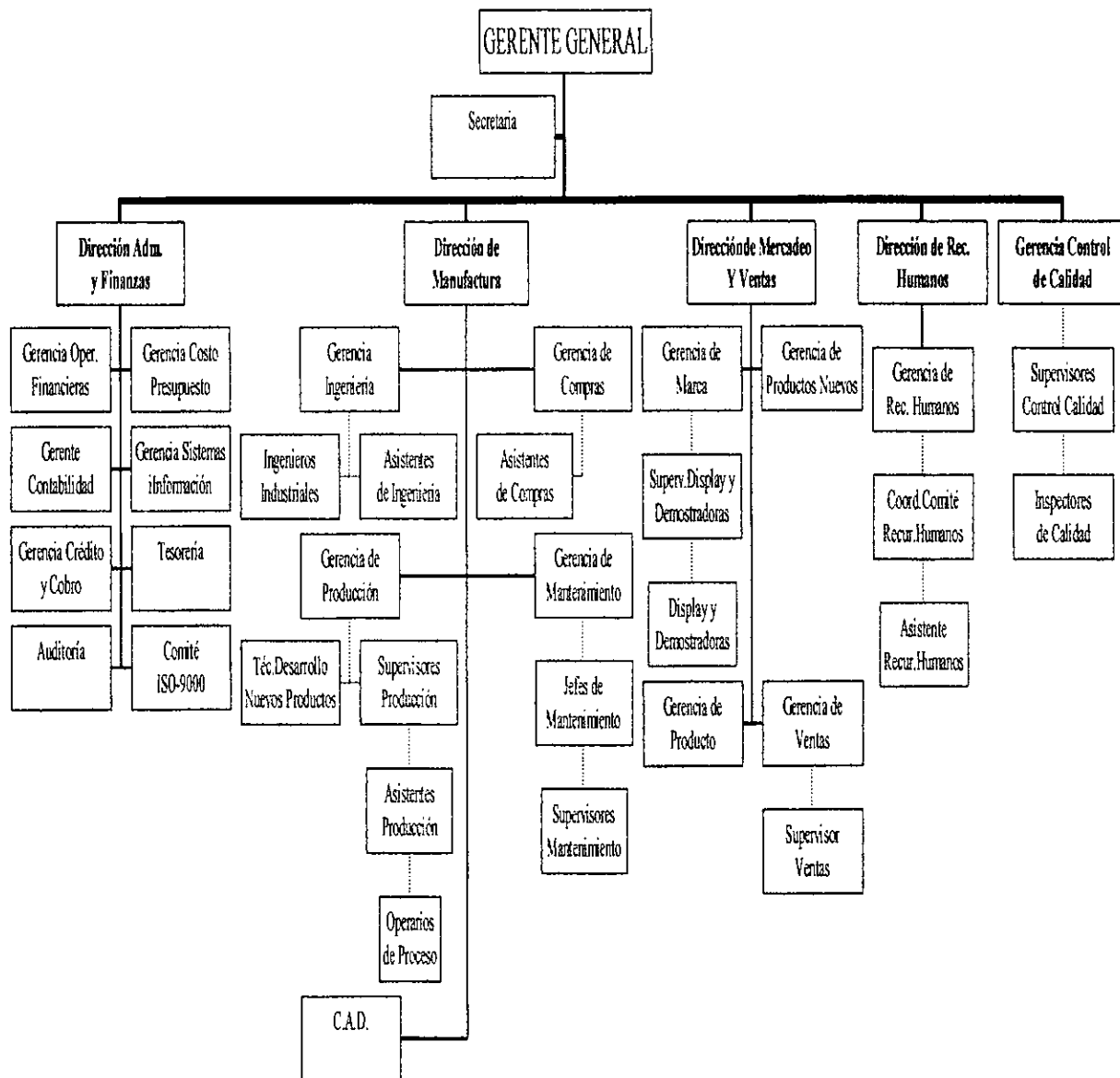
En la página siguiente se presenta gráficamente (figura 3.2) la estructura general de la empresa.

5. Mercado. Respecto a la cobertura del mercado, la empresa es líder⁴ en la elaboración y distribución de productos alimenticios en Centroamérica. Actualmente se exporta producto a México, Panamá, Jamaica, Trinidad y Tobago y algunas partes del Sur de Estados Unidos. En estos momentos la empresa se encuentra en trámites de exportación a países tales como: Haití, Puerto Rico, República Dominicana y Chile.

⁴ Fuente: Dirección de Mercadeo y Ventas

Figura 3.2

Organigrama de Riviana Pozuelo, S.A.



Fuente: Dirección de Recursos Humanos

IV. ANÁLISIS DE LA EMPRESA

A. PROCESO PRODUCTIVO

En términos generales, el proceso de fabricación de las galletas inicia con la programación semanal de producción por parte del Departamento de Ingeniería. Esta programación se realiza con base en la información que suministra el Departamento de Mercadeo y Ventas en cuanto a ventas esperadas tanto a nivel nacional como internacional, producto que se encuentra en proceso y el que se encuentra en inventario. Esta programación es enviada a las diferentes líneas de producción y al Departamento de Compras.

El Departamento de Compras, con base en esta programación, realiza un programa de entregas de materiales de empaque y materias primas a los proveedores para que éstos entreguen según cantidades y especificaciones de calidad establecidas. Es de mencionar que se realiza una programación para una semana y una estimada para dos semanas con el fin de que el Departamento de Compras realice los trámites respectivos con los proveedores con los cuales necesita trabajar con anticipación. Cada semana lo que se hace es confirmar con el proveedor la entrega, modificación o no entrega de materiales.

La Bodega de Materiales recibe las materias primas y materiales de empaque según el programa de entregas que Compras ha realizado. Una vez revisados los materiales tanto en su cantidad como en fecha de entrega y documentación (factura versus orden de compra), son codificados y colocados en los sitios de almacenamiento que les corresponde.

El Departamento de Control de Calidad realiza, posterior a la recepción, las inspecciones de los pedidos y decide si el producto debe ser aceptado o rechazado y devuelto al proveedor según sea el caso. Únicamente en los casos del Ingrediente I y el Ingrediente IV, Control de Calidad debe realizar las pruebas antes de que el producto sea transportado a los silos de almacenamiento.

Una vez que los materiales se encuentran en la bodega, cada Centro de Costos ⁵ realiza la requisición de los materiales necesarios para cumplir con el programa de producción.

⁵ Para efectos de control de costos y trazabilidad del producto, cada línea de producción está identificada con un código. Para el caso que nos atiende los Centros de Costo 1 y 2 son los de análisis.

Se sigue un procedimiento general para la elaboración, con la variante que requiere de operaciones especiales, dependiendo de las características propias del producto tales como: forma, tamaño, sabor y empaque entre otros.

Específicamente para la producción de la Galleta Soda, se sigue el siguiente proceso:

1. Preparación de los ingredientes. El Centro de Costos 1 (CC1), que corresponde a la sección de Mezcla, solicita al Laboratorio de Ingredientes las materias primas según sea la clase de galleta a producir. Este laboratorio ha preparado previamente las materias primas llamadas ingredientes menores por la cantidad y exactitud que exige la formulación. Una vez que se encuentran listos todos los ingredientes se transportan a la sección de Mezcla para preparar la pasta.

2. Preparación y mezcla de la pasta. En esta área se mezclan las materias primas que son requeridas en mayor cantidad como: los Ingredientes I, II y III. Una vez colocados estos ingredientes en un carrito metálico, se adicionan los ingredientes menores preparados por el Laboratorio de Ingredientes. El carrito que contiene los ingredientes se coloca en las máquinas tres ejes para realizar la mezcla. Esta pasta se traslada a un cuarto de fermentación donde el proceso se realiza bajo condiciones ambientales controladas que faciliten el crecimiento de la mezcla, la cual permanece en reposo por un período de tiempo establecido.

Después del período de tiempo establecido, se forma un tipo de pasta, al cual se le llama esponja, por sus cualidades. En esta segunda fase de la preparación de la masa, se le agregan más ingredientes. Entre los cuales se le agregan más del Ingrediente I entre otros. El carrito que contiene estos ingredientes ya finales, es transportado a la máquina de tres ejes para realizar la mezcla final. Al finalizar la mezcla se obtiene ya lo que es la pasta final, pero ésta aún tiene que regresar al cuarto de fermentación por un tiempo estipulado, menor al de la primera parte de la fermentación. Al terminar este tiempo estipulado, la masa, está totalmente lista, para ser vertida en la banda de producción.

3. Corte de la pasta. En esta fase, la pasta es colocada en la máquina de rodillos que irá dando el espesor deseado a la pasta para convertirla en galleta. Esta operación se repite por medio del transporte de la pasta en una banda transportadora. La pasta pasa por una serie de rodillos hasta alcanzar el grosor especificado. Una vez concluido este proceso, la pasta continúa transportándose en otra banda para pasar al cilindro de corte donde se le da el diseño de la galleta. Y por último la pasta pasa por un rociador de Ingrediente IV.

Una vez que ha sido cortada la pasta de acuerdo con las dimensiones y rociada con Ingrediente IV, esta pasa a la fase de horneado.

4. Horneado. Una vez cortada la pasta se realiza una inspección visual para verificar que el producto no presente ninguna anomalía antes de ser horneado. El producto es introducido a los hornos por medio de bandas transportadoras. Un equipo electrónico gradúa el tiempo de conocimiento. Una vez horneado pasa por un túnel de enfriamiento para luego ser inspeccionado.

5. Empaque. El proceso de empaqueo es semiautomático y es realizado por el Centro de Costos 2 (CC2) que corresponde a Galleta Soda. Las operarias toman el producto que viene en la banda transportada y lo coloca en las máquinas empacadoras. Estos paquetes individuales caen en otras bandas transportadoras y otras operarias los toman y colocan en las máquinas empacadoras o docenadoras. Estos paquetes son llevados por medio de banda transportadora a los puestos donde otros operarios introducen en cajas corrugadas el producto. Estas cajas son transportadas por medio de banda transportadora hasta el Centro de Almacenamiento y Distribución (CAD) donde es entarimado y almacenado según lote de producción y fecha de vencimiento.

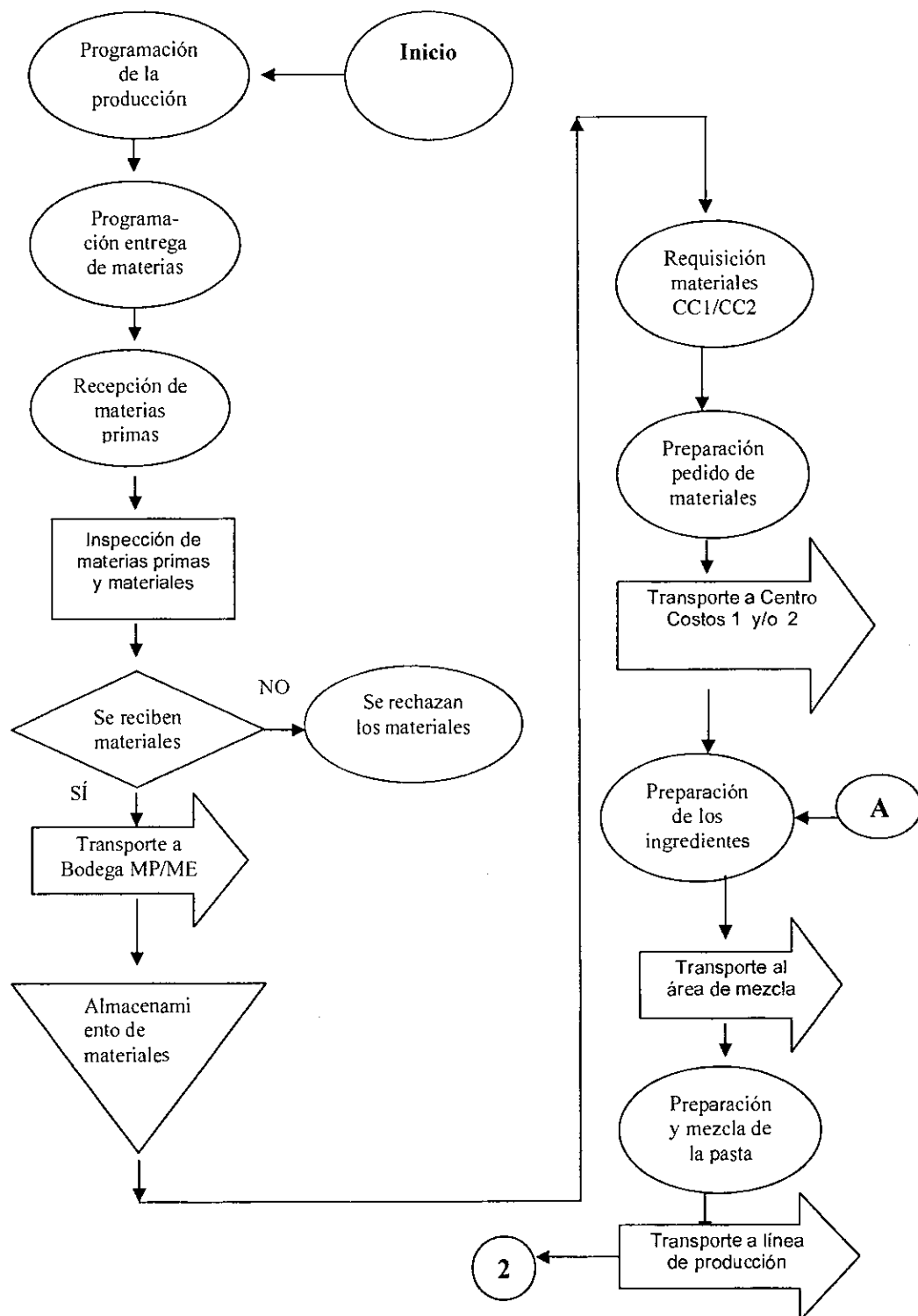
Para cada proceso se realizan inspecciones del producto. En caso de no cumplir con especificaciones se envía el producto a reproceso si éste no ha sido horneado. Si ya fue horneado se trata como recorte. Para este caso, el producto es molido y se agrega en pequeñas cantidades a las pastas o si no se vende como comida para cerdos.

Es necesario indicar que para el proceso de producción de la galleta Soda Saladina, Soda Super y la Soda con Especies, existe una pequeña variación en la fabricación por cuanto se coloca una máquina en la banda, luego del horno, para rociar Ingrediente IV o Ingrediente III según sea el caso.

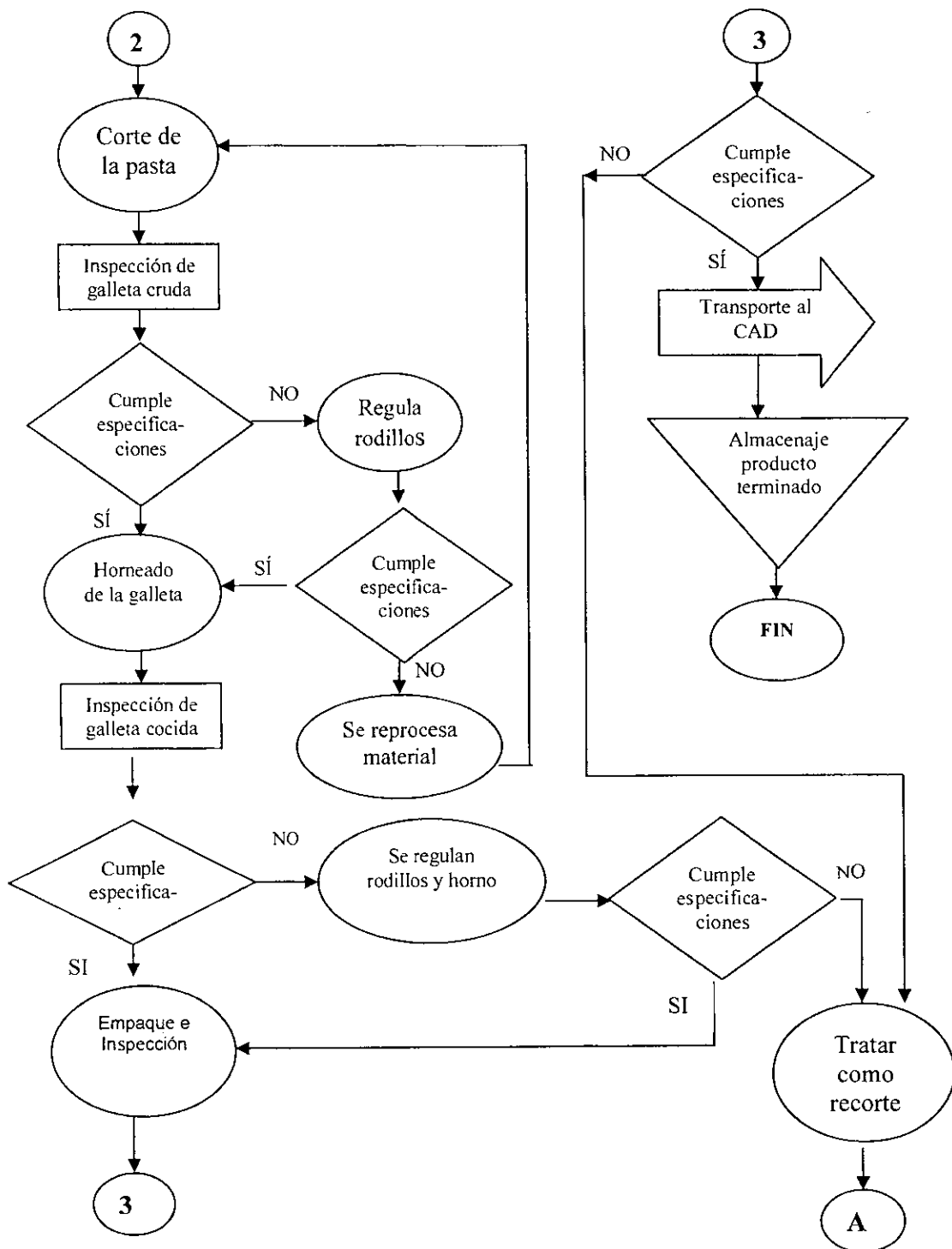
En este mismo CC2 se producen las galletas Club, por lo que aún cuando el estudio se realice sobre la producción de Galleta Soda, la evaluación y observaciones son válidas para la galleta en mención.

La figura 4.1 muestra un diagrama de flujo de producción de la Galleta Soda.

FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE GALLETA SODA



PARTE II. GRÁFICA 4.1



Fuente: Departamento de Producción

B. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Con el fin de facilitar el análisis sobre la línea de producción Galleta Soda, se divide el proceso productivo en partes y operaciones. Para cada una de ellas se sigue una metodología de investigación y obtención de resultados. Las partes y operaciones a analizar son:

- **Materias primas y material de empaque.** Análisis general de los materiales utilizados para la producción y empaque de las galletas.
- **Abastecimiento.** Análisis mediante entrevista y observación de documentos y registros de la metodología utilizada para el abastecimiento de materias primas y material de empaque.
- **Inspección de materias primas y material de empaque.** Análisis mediante entrevistas y observación de documentos y registros de la metodología utilizada para la inspección de las materias primas y material de empaque que ingresan a la empresa para el proceso de producción.
- **Preparación de ingredientes.** Análisis de la metodología utilizada para la preparación de los ingredientes y utilización de equipo métrico.
- **Proceso de mezcla.** Análisis del proceso de mezcla, utilización de maquinaria y equipo.
- **Horneado.** Análisis de capacidad del horno y capacidad de respuesta a eventuales aumentos de demanda.
- **Operación de empaque.** Análisis de la maquinaria utilizada para el proceso de empaque, establecimiento de la productividad y su capacidad de respuesta; análisis del recurso humano empleado para las operaciones y metodología de trabajo.
- **Mantenimiento de máquinas.** Análisis mediante entrevistas y observación de documentos y registros del proceso de mantenimiento correctivo y preventivo realizado por el Departamento de Mantenimiento.

En cada una de estas secciones se tratará de determinar la importancia e injerencia en el producto final, así como el grado de participación en la obtención o no de productividad.

Se realizan diferentes entrevistas con el personal involucrado en el proceso desde la programación de la producción hasta el servicio postventa. Las personas entrevistadas ejercen puestos de operarios, supervisores, gerentes e ingenieros, por lo que se obtuvieron diferentes

criterios. A partir de estos comentarios recopilados, se tomaron los aspectos que a criterio afectan la productividad de la línea de producción.

Por otra parte, en la figura 4.2 se muestra mediante un diagrama de Ishikawa, los principales factores que afectan la productividad de la línea de producción de Galleta Soda.

Las observaciones sobre las operaciones y partes del proceso productivo son:

1. Materias primas y material de empaque. Cada uno de los ingredientes necesarios para la fabricación de las galletas tiene un peso significativo e importante sobre el valor del producto por cuanto son los que al fin y al cabo dan vida a la galleta. Sin embargo, el análisis se centra en dos de los ingredientes que componen la galleta que, de acuerdo con lo recopilado en diferentes entrevistas, son los que mayor problema representa en el proceso productivo: el Ingrediente I y II.

Este último ingrediente está presente tanto en su estado líquido como en su estado condensado (humedad relativa) dentro del proceso productivo.

Para el caso del Ingrediente I, el porcentaje alimenticio recomendable para la elaboración de las galletas se encuentra entre en un rango específico. Esta variable no es corroborada por la empresa y el material es aceptado de acuerdo con el informe que entrega el proveedor.

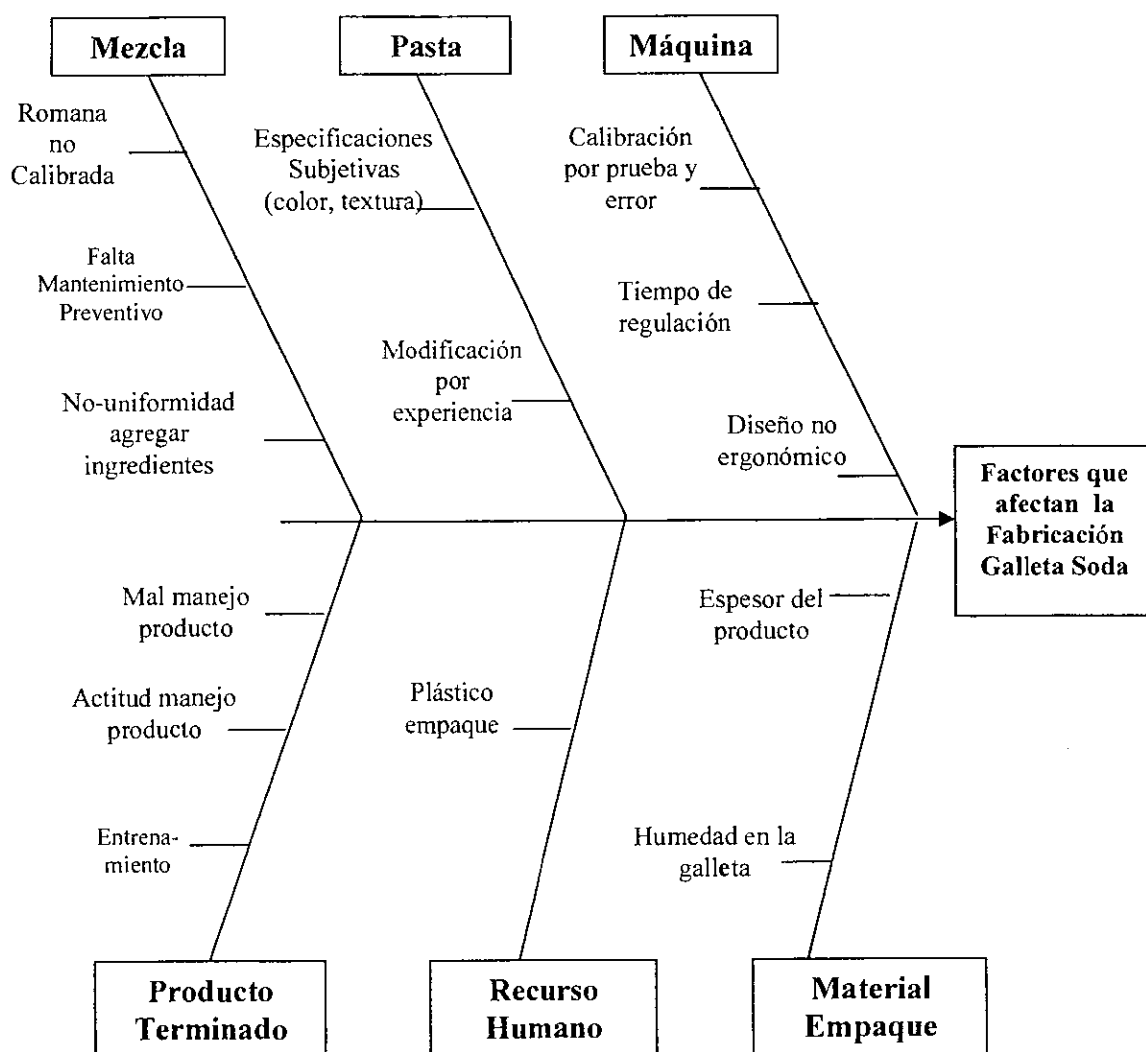
Debido a que el Ingrediente I trae diferentes porcentajes alimenticios (siempre dentro del rango permitido), la calidad de la pasta varía y por ende el proceso productivo. Esta situación se acentúa por el hecho de que los silos de almacenamiento no circulan internamente el Ingrediente I. Al no tener movimiento se crean capas de acuerdo al ingreso de ésta.

A estas variables se les agrega el hecho de que el Ingrediente I se le adhiere fácilmente la humedad que se encuentra en el medio ambiente. Esta variable es sumamente difícil de controlar aún más cuando el Ingrediente I es almacenado.

Aunque se tenga determinado la cantidad del Ingrediente II necesaria a mezclar con el Ingrediente I y el resto de ingredientes, el porcentaje de humedad contenida en el Ingrediente I no se podrá conocer con exactitud.

Esta condición o variable es importante debido a que al contener el Ingrediente I exceso de humedad y al mezclarla con el Ingrediente II, la pasta se vuelve más líquida o pastosa. Al

Figura 4.2 Diagrama de Ishikawa
Factores que afectan el proceso de fabricación de Galleta Soda.



encontrarse la pasta así, el horno no elimina el porcentaje de humedad necesario para dar la textura y características que diferencian la galleta.

En cuanto al material de empaque, éste se encuentra diseñado de acuerdo con las exigencias de los consumidores según estudios de mercado. El principal problema que se tiene es con el empaque plástico de los paquetes individuales, el cual en ocasiones no es bien tomado por la máquina y tiende a ocasionar problemas de empaque y paros de máquina. El porcentaje de desperdicio de este material se encuentra de lo aceptable y no es representativo para efectos de estudio de acuerdo con lo estipulado por el Departamento de Control de Calidad, sin embargo,

para efectos de análisis y desarrollo de este proyecto, se toma en cuenta por cuanto es una variable que afecta el porcentaje de producto tratado como recorte.

2. Abastecimiento. En esta parte intervienen tres departamentos: Ingeniería, Compras y Bodega. Cada uno de ellos se analiza por aparte y se define la cuota de valor que genera al producto final.

a. Ingeniería. Es el encargado de programar la producción de las diferentes galletas que fabrica la empresa. Con base en esta programación la compañía se asegura el mantener producto en el momento y lugar preciso para satisfacción de los clientes. En lo que concierne a la línea Galleta Soda, la programación se realiza de tal manera que permita un mínimo de ajustes en la maquinaria e intervención de personal de mantenimiento para la producción de las distintas referencias.

El aporte que brinda este departamento al aumento de productividad de la línea es importante ya que de no programar los cambios de líneas de acuerdo con la priorización de ajustes que se deben realizar en los empaques y máquinas, se perderían horas de producción y aumentaría el costo del producto al consumidor final.

b. Departamento de compras. Este departamento se encarga del abastecimiento de materias primas y material de empaque para la producción de galletas que comercializa Pozuelo, S.A. Como ya se mencionó en el proceso productivo, el Departamento de Ingeniería emite todas las semanas un programa de producción con su respectivo reporte de explosión de materiales. De este reporte de explosión de materiales, sale un programa de entregas a los proveedores de acuerdo con especificaciones de calidad ya establecidas.

Debido a que algunos materiales requieren de mayor tiempo para entrega, se emite un reporte adicional a los proveedores con un estimado de dos semanas de entregas con el fin de que preparen con anticipación los materiales. Cada semana, el Departamento de Compras confirma con cada proveedor la entrega, modificación o no entrega de materiales.

Es de mencionar que Pozuelo, S. A. tiene la política de trabajar con dos proveedores y en algunos casos, dependiendo del material, con tan solo uno; por lo que se mantiene una estrecha relación comercial.

En conjunto con la Bodega de Materias y Empaque, se mantiene en promedio un inventario de semana y media de existencias lo que permite mantener costos indirectos

controlados y bajos. Además de esta condición, se tiene que el departamento asegura a la empresa que se están obteniendo las materias primas y materiales de empaque a un precio justo y razonable de acuerdo con las cantidades y especificaciones de calidad demandadas.

c. Bodega de materia prima y empaque. En esta bodega se almacena todos los insumos y empaques para los diferentes productos que se elaboran. Esta sección de la empresa está conformada por 12 personas, 4 de la parte administrativa incluido el supervisor y el resto como operarios.

Esta bodega únicamente recibe y despacha materiales, no maneja costos de los mismos. Esta labor la realiza el Departamento de Compras. La bodega tiene a su cargo la realización de inventarios diarios en forma aleatoria y generales con frecuencia mensual.

Para el despacho de materiales se utiliza el método PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir) por lo que los materiales se encuentran muy bien identificados por su nombre, número de lote y cantidad. Además de esto se tiene un área asignada para cada material con su respectiva identificación por familia de material por lo que son fácilmente localizables según ubicación que arroja el sistema electrónico.

Bodega recibe los materiales contra orden de compra y factura. Para realizar esta labor el Departamento de Compras envía un reporte de entregas a cumplir por parte de los proveedores. En dicho reporte se indica la fecha de entrega, el proveedor, el material a entregar y la cantidad. En el caso de que los proveedores estén entregando material no programado, Bodega no recibe a no ser que exista una contraorden.

Para la parte de despacho a los Centros de Costos correspondientes, se realiza contra requisición que realiza cada línea de producción. Cada material se encuentra codificado, por lo que cada Centro de Costos deberá presentar la requisición de materiales con su respectiva codificación.

Los movimientos que se realizan en la Bodega, ingresos y salidas, son registrados en el sistema TPM en donde también se incluyen las personas que laboran, las horas de inicio y de fin del proceso de administración de la bodega.

Si bien es cierto, la administración de inventarios constituye costos adicionales al producto final, la contribución que brinda este departamento al producto se basa en asegurar la entrega a las líneas de producción, materias primas y empaques en excelente estado y bajo las

más rigurosas normas de limpieza lo que permite en gran medida asegurar el bienestar de los consumidores.

3. Inspección de materias primas y material de empaque. Esta labor la realiza el Departamento de Control de Calidad. Para realizarla, el personal cuenta con una serie de especificaciones documentadas para cada uno de los materiales de empaque y materia prima que utiliza la empresa de acuerdo con la norma ISO-9000:2000.

En cuanto a las materias primas, se cuenta con un laboratorio para realizar las pruebas y determinar la conformidad o no de los materiales. En caso de no cumplir con las especificaciones establecidas, se rechaza el producto y comunican a los departamentos de Compras y Bodega sobre la decisión a fin de realizar el proceso de devolución y reabastecimiento.

En cuanto al material de empaque y, específicamente el plástico, se realizan pruebas de espesor, resistencia, peso y ancho con el fin de asegurar que las máquinas trabajen bien y que el plástico mantenga las características de la galleta. El mismo procedimiento se cumple en el caso de que el producto sea rechazado.

Los productos que cumplen con las especificaciones establecidas por la empresa, son identificados en la Bodega de Materias Primas y Material de Empaque. Los que no cumplen también son identificados para que el personal no lo trabaje.

El peso que tienen estas inspecciones sobre el producto final, es de suma importancia por cuanto aseguran la conformidad de los materiales utilizados en el proceso productivo, mejoramiento en el funcionamiento de las máquinas de empaque y en consecuencia la satisfacción y seguridad de los consumidores finales.

4. Preparación de ingredientes. El Centro de Costos 1 (CC1) tiene a cargo la parte de mezcla y preparación de ingredientes y continua con la alimentación del sistema TPM (Total Production Management) en el cual se incluyen datos concernientes a la preparación de la mezcla necesaria según la programación de la producción como: personal involucrado en el proceso de alistamiento de los ingredientes, tiempos de preparación indicando la hora de inicio y la hora final, disconformidades encontradas (utilización de más o menos ingredientes), razones de paros indicando horas de inicio y de fin, insumos utilizados, lotes de preparación y material rechazado entre otros datos.

Todos estos datos serán necesarios para el costeo de la producción y trazabilidad de los lotes de producto en proceso.

De acuerdo con entrevistas realizadas en este departamento, existe relación entre la consistencia de la pasta y los paros o mal funcionamiento de las máquinas. En esta parte, el pastero tiene una gran responsabilidad en la preparación de la mezcla por cuanto la experiencia es un factor influyente en la fabricación de la galleta. Aspectos tales como consistencia de la pasta y color son variables determinantes para el pastero ya que definen la necesidad de agregar más cantidad de algún ingrediente en específico, principalmente Ingrediente III, para dar el aspecto deseado.

Otro problema que se está presentando es el consumo de los insumos denominados ingredientes menores. Debido a razones de equipo métrico, los inventarios se ven afectados ya que en los cierres de mes se presentan dos situaciones: la primera es que se presentan faltantes de insumos, la segunda es que sobran respecto al sistema electrónico de inventarios en bodega. En el proceso de investigación se detecta que las balanzas electrónicas deben ser revisadas y calibradas cada tres o seis meses según el equipo; sin embargo debido a la utilización tan elevada que tienen, no responden como debiera y de allí las diferencias de inventario.

Respecto a la preparación de ingredientes, la atención se centra en los Ingrediente I, II y III. Con el Ingrediente II se sigue el siguiente procedimiento: se tiene un contenedor plástico en una romana. Arriba de este contenedor se encuentra una llave de paso para el Ingrediente II. Cuando se abre la llave se inicia el llenado del contenedor. Una vez que está lleno según la cantidad de Ingrediente II descrito en la fórmula, se toma un recipiente metálico para pasar el Ingrediente II que se encuentra en el contenedor a donde se realiza la mezcla y en donde previamente se tiene el Ingrediente I. Esta operación se realiza unas siete u ocho veces hasta que el contenedor se encuentre con poco Ingrediente II. Cuando el pastero considera que puede levantar el recipiente, lo levanta y vierte el resto del Ingrediente II en el carrito. Es de mencionar que durante la operación de pasar el Ingrediente II al carrito con el recipiente metálico, se pierden cantidades pequeñas de Ingrediente II que caen en los alrededores de la romana, pero no fue posible determinar el porcentaje de pérdida.

Es importante hacer notar que el pastero no cuenta con un cinturón de seguridad y que realiza el proceso de mezcla alrededor de veinte veces al día que es el número de tandas que realiza en un turno. Además de estas variables, se tiene una de gran importancia como lo es la cantidad de Ingrediente II que se mezcla con los ingredientes. A continuación se muestra en el cuadro 4.1 los datos recopilados durante un día (dos turnos): (- = Peso Ideal)

Cuadro 4.1
Pesos en kilogramos de ingrediente II registrados
el día 29 Octubre, 2002

Tanda #	Peso	Tanda #	Peso	Tanda #	Peso	Tanda #	Peso
1	+0.2	11	+0.3	21	+0.1	31	-
2	+0.1	12	+0.1	22	+0.1	32	-
3	-	13	-	23	+0.2	33	+0.2
4	+0.1	14	-	24	+0.1	34	+0.1
5	+0.1	15	+0.2	25	-	35	+0.1
6	+0.3	16	+0.1	26	-	36	-
7	+0.1	17	+0.1	27	-	37	-
8	+0.1	18	+0.1	28	+0.1	38	-
9	+0.2	19	+0.2	29	+0.1	39	+0.1
10	+0.2	20	+0.1	30	+0.1	40	+0.1

El contemplar este ingrediente como de gran importancia estriba en lo expuesto por las supervisoras de la línea de producción de Galleta Soda: la pasta tiene que ver mucho con el buen funcionamiento de las máquinas.

A esta situación se le suma la tolerancia de la romana que se utiliza ya que no registra fracciones de centigramos (va de 100 en 100 gramos), por lo que no se conoce con exactitud si el peso registrado es real.

En similitud de operaciones se encuentra el proceso de llenado de Ingrediente III, con la diferencia de que el contenedor se llena con la cantidad ideal, según lo acordado por el departamento de Control de Calidad, de Ingrediente III y el encargado levanta el contenedor de una sola vez y lo vierte en el carrito. Las otras características se vuelven a repetir: no cuenta con cinturón de seguridad y la operación la realiza alrededor de veinte veces al día.

Para este proceso, se muestran en el cuadro 4.2, los datos recopilados en el mismo día de observación de Ingrediente II. (- = Peso Ideal)

Cuadro 4.2

Pesos en kilogramos de ingrediente III registrados el día 29 Octubre, 2002

Tanda #	Peso	Tanda #	Peso	Tanda #	Peso	Tanda #	Peso
1	+ 0.1	11	-	21	-	31	-
2	-	12	-	22	-	32	-
3	-	13	-	23	+ 0.1	33	-
4	+ 0.1	14	-	24	+ 0.1	34	+ 0.1
5	+ 0.1	15	+ 0.1	25	-	35	-
6	-	16	+ 0.1	26	+ 0.1	36	-
7	-	17	+ 0.1	27	-	37	+ 0.1
8	-	18	-	28	+ 0.1	38	-
9	+ 0.1	19	-	29	+ 0.1	39	-
10	+ 0.1	20	-	30	-	40	-

Además de esto no se encontraron registros históricos de peso de este insumo al igual que el Ingrediente II con el objeto de analizar variaciones.

Para cada una de las operaciones (pesar el Ingrediente II y el Ingrediente III), se observa la utilización de dos personas respectivamente. Debido al método de llenado se requiere de dos personas, sin embargo, optimizando el proceso una sola persona podría hacerse cargo de ambas operaciones.

5. Proceso de mezcla. En esta sección se encuentran cuatro personas a cargo de la preparación de los ingredientes, realización de pastas y envío de producto en proceso a la línea de producción: un pastero, un maquinista y dos personas en la parte de inspección de pasta antes de ingreso al horno.

Es de mencionar que en esta sección no existe uniformidad en la forma como se mezclan los ingredientes. Durante el proceso de observación, los ingredientes líquidos son colocados en

un solo lugar del carrito cuando debería ser en toda el área del mismo para tratar de que los ingredientes queden distribuidos entre sí.

En este proceso también se incluye la parte de fermentación, proceso importante antes de iniciar el proceso de horneado. Cabe mencionar que para la fabricación de la galleta Club, se omite el proceso de fermentación.

Para realizar este proceso se cuenta con un cuarto de fermentación. En este cuarto se encuentran dos rociadores de agua para humedecer la pasta. El inconveniente que existe es que estos rociadores no tienen la capacidad suficiente para abarcar toda el área que comprende el Cuarto de Fermentación y promueven la ausencia de uniformidad de crecimiento de las pastas y con ello las dificultades en mención del proceso productivo.

Por otro lado, las dos personas que se encuentran inmediatamente después de corte de la pasta tienen funciones de separar la galleta que no fue bien cortada y pesar muestras de galleta cruda para documentar los datos. Estas personas se encuentran realizando esta operación debido a que la pasta no es uniforme y en los arranques de producción (principalmente en las mañanas) se presentan los momentos más críticos por cuanto se necesita de una mayor regulación de laminadoras y cortadora de pasta.

Analizando la operación de estas personas durante dos días de trabajo, se obtiene por observación aleatoria simple que recuperan 1,752 unidades o galletas antes de ingresar al horno. Esta cantidad de galletas en comparación con la cantidad de galletas de recorte por motivo de molde corresponde a un 0,10% de producto (ver página sobre recortes).

Al igual que en el proceso de mezcla, por medio de un mejoramiento del método de trabajo y estandarización o uniformidad de las pastas, se omitiría la utilización de una persona en esta operación.

6. Horneado. Al final del horno, se encuentra un panel con cinco controladores dobles (diez medidores, uno para la parte de arriba y otro para la parte de abajo) que miden la temperatura. La temperatura es medida en grados Fahrenheit. El hornero se encarga de tomar muestras de producto cocido y realizar anotaciones de peso, espesor y humedad relativa. Debe verificar las características de la galleta para ajustar la temperatura del horno y hablar de inmediato con el maquinista de la parte de mezcla para que ajuste los rodillos de acuerdo con los resultados de las muestras que obtiene.

En conversaciones con supervisores y operarios de ambos turnos de la parte del horno, se han realizado modificaciones en la velocidad del horno y un aumento de temperatura a modo de prueba, resultando en obtención de galleta no cocida en su totalidad con un alto porcentaje de humedad o bien quemada por la alta temperatura. Estas pruebas no han sido documentadas.

Teóricamente, un aumento porcentual en velocidad del horno debiera convertirse en un aumento proporcional de consumo de gas, sin embargo esto no ha sido comprobado en gran medida debido a que se sabe que el horno al encontrarse cerrado conserva calor y ayuda al horneado de las galletas. A continuación se presenta el cuadro 4.3 con la información de la temperatura idónea para el horno de la línea Galleta Soda.

Cuadro 4.3

Temperaturas óptimas para producción de Galleta Soda con rango de desviación de $\pm 15^\circ$.

Zona	1	2	3	4	5
Arriba	808	882	994	994	783
Abajo	522	820	758	795	808
Dampers	2 3/4	2 3/4	1 3/8	1 3/8	1 3/8

Perfil de horneo Galleta Soda

Horno: 1

Moldeo: Estampado

Tiempo Horneo: 2:44 minutos

Vueltas por minuto: 58

Es importante mencionar que el tiempo de horneo se encuentra entre los 2:28 y 2:30 minutos de acuerdo con lo indicado por los encargados del horno.

Luego del proceso de horneado, se pueden observar una serie de agregados a la banda con el objeto de introducir maquinaria que agrega valor o característica que diferencia al producto. Por ejemplo, la galleta Club requiere de un rociado de Ingrediente III. Para realizar

esta operación, se coloca luego del horno la máquina que realiza la operación. Al colocar esta máquina, se crea un desfase en la posición de la galleta, ya que para ubicarlas en la otra banda se coloca una debajo de otra provocando que la galleta caiga y en cierta medida se desacomode.

Cuando la galleta llega a los puestos donde se encuentran las operarias, se les dificulta tomarlas de la banda y además de esto deben alinear el producto para colocar luego en las torres de las empacadoras.

En el cuadro 4.4 se presentan los datos recopilados sobre temperatura del Horno 1 durante dos días de producción de Galleta Soda. Los datos fueron tomados tanto en el turno 1 como en el turno 2.

De acuerdo con los datos de la temperatura óptima y la desviación permitida para la producción de galleta, presentado en el cuadro 4.3, se puede concluir que las temperaturas registradas durante los días de observación se encuentran entre los límites especificados.

7. Mantenimiento. Este departamento se encuentra informado acerca del programa de producción de las diferentes líneas de producto. Esta información es transmitida debido a que la mayor parte de las máquinas deben ser calibradas o reguladas por personal capacitado en los momentos en que se cambia de producto.

Además de esta participación, realizan mantenimiento preventivo con frecuencia mensual y bimensual según sea la máquina y aprovechan los domingos, días feriados, Semana Santa y fin de año para brindar mantenimiento total a la maquinaria y asegurar el buen funcionamiento de las mismas.

Es importante mencionar que no tienen estipulado tiempos estándar para regular las máquinas de empaque. Conocen los procedimientos que deben llevar a cabo y cuentan con los manuales de instrucción, sin embargo, no tienen establecidos tiempos para regular el funcionamiento de las máquinas en los momentos de cambio de línea de producción.

Cuadro 4.4
Datos recopilados de temperatura del horno 1.

DIA 1	Medidor 1		Medidor 2		Medidor 3		Medidor 4		Medidor 5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
8:00	795	528	870	808	982	770	982	795	770	795
9:00	801	528	870	808	988	777	988	795	777	795
10:00	801	528	870	808	988	770	988	795	777	795
11:00	801	528	870	808	982	770	982	795	770	795
13:00	801	528	870	808	975	770	975	789	764	795
14:00	795	528	870	808	975	777	975	789	770	795
15:00	795	528	870	808	982	770	975	795	777	795
16:00	801	528	882	808	988	777	982	795	777	795
17:00	801	528	882	808	988	770	982	795	777	795
18:00	801	534	882	808	988	777	982	801	777	808
19:00	801	534	882	808	988	777	994	801	783	808
20:00	801	534	870	808	988	777	994	801	783	808
Sumatoria	9599	6356	10487	9692	11810	9282	11798	9549	9300	9580
Promedio	800	530	874	808	984	773	983	796	775	798
Desviación Estándar	2.81	2.81	6.12	0.00	4.93	3.24	6.56	4.15	5.38	5.62

DIA 2	Medidor 1		Medidor 2		Medidor 3		Medidor 4		Medidor 5	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
8:00	801	534	876	808	982	770	988	795	770	795
9:00	795	528	876	808	988	777	988	789	777	795
10:00	801	528	870	808	988	770	988	795	777	795
11:00	808	534	870	801	982	770	988	795	783	801
13:00	795	534	870	801	982	777	982	789	783	801
14:00	795	528	870	801	982	777	975	789	783	795
15:00	795	528	870	801	982	777	975	795	777	795
16:00	795	528	870	808	982	777	982	795	777	795
17:00	795	534	882	808	988	777	982	801	777	801
18:00	801	534	882	808	994	777	988	801	777	801
19:00	801	534	882	808	994	777	994	801	777	808
20:00	801	534	870	808	994	777	994	801	783	808
Sumatoria	9586	6380	10487	9667	11835	9300	11823	9549	9338	9592
Promedio	799	532	874	806	986	775	985	796	778	799
Desviación Estándar	4.15	3.20	5.51	3.06	5.38	2.81	6.19	4.93	3.86	4.84

A continuación se presenta el cuadro 4.5 con los datos recopilados de un estudio previo de tiempos de regulación de las máquinas empacadoras de Galleta Soda en siete diferentes días en que se produjo cambio de producto y se necesitó la presencia del equipo de mantenimiento:

Cuadro 4.5
Tiempos de regulación de las máquinas empacadoras.

Máquina	FMC1	FMC2	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy 2	Sig 1	Sig 2
Día 1	0:25	0:26		0:26	0:45	0:48	0:53	0:51	0:48	0:50
Día 2	0:28	0:25		0:28	0:43	0:45	0:51	0:52	0:45	0:48
Día 3	0:26	0:25		0:30	0:38	0:43	0:47	0:48	0:43	0:40
Día 4	0:27	0:27		0:31	0:40	0:39	0:49	0:45	0:44	0:44
Día 5	0:25	0:28		0:27	0:35	0:46	0:43	0:50	0:45	0:46
Día 6	0:24	0:30		0:28	0:44	0:43	0:50	0:47	0:46	0:39
Día 7	0:26	0:29		0:26	0:41	0:40	0:51	0:50	0:37	0:42
Promedio	0:26	0:27		0:28	0:41	0:43	0:49	0:49	0:44	0:44
Promedio General						0:39				

8. Operación de empaque. En esta parte, se analizan aspectos tales como maquinaria utilizada para el proceso de empaque, capacidad de producción, análisis del recurso humano empleado para las operaciones, metodología de trabajo y establecimiento de la productividad.

Antes de iniciar con el proceso de análisis es recomendable tener claras las diferentes operaciones que componen el proceso productivo. Para tal caso, el diagrama del apéndice 1 representa el diagrama de flujo de proceso según lo observado.

Es importante indicar que seis de los doce transportes que se mencionan en ese diagrama, corresponden a la utilización de banda transportadora.

En el apéndice 2 se detalla el diagrama de flujo de operario para el proceso de alimentación de torre de empacadora individual. Sobre este proceso de alimentación de la máquina empacadora se enfoca el estudio de métodos y la propuesta de solución respectiva en la sexta parte de este proyecto.

En el apéndice 3 se detalla el diagrama de flujo de operario para el proceso de alimentación de torre de empacadora múltiple. Respecto al proceso de alimentación de las máquinas empacadoras múltiples, es importante indicar que el proceso se divide en dos partes. En la primera parte, las operarias que se encuentran al inicio de la máquina colocan los primeros cuatro paquetes individuales de producto. Como una segunda parte, las siguientes operarias colocan otro grupo igual de paquetes encima de los ya colocados. Posteriormente la máquina toma el grupo entero y los empaca. Para el segundo paso, la máquina está diseñada para que los paquetes se deslicen y queden encima de los primeros paquetes colocados. Respecto a la primera parte, la máquina no cuenta con este diseño lo que provoca que los paquetes caigan en los alimentadores pesadamente.

En el apéndice 4 se detalla el diagrama de flujo de operario para el proceso de empaque en caja corrugada. Respecto a este proceso, se tienen tres operarios que realizan estas operaciones. Estas personas no agregan valor al producto debido a que no lo modifican o transforman según definición de análisis de procesos.

En el apéndice 5 se presenta el diagrama de flujo de operario para el proceso de empaque en presentación de caja de cartulina. Para el proceso de empaque, la línea de producción cuenta con cuatro máquinas empacadoras denominadas FMC y dos máquinas dobles llamadas Duales. Estas últimas denominadas así porque cumplen la función de dos FMC. Estas máquinas son las que se utilizan para realizar la operación de empaque de paquetes individuales.

Cada una de estas máquinas tiene un controlador de velocidad de empaque y puede ser modificado de acuerdo con las necesidades de fabricación y capacidad de respuesta del recurso humano que alimenta las máquinas con el producto.

Una vez que el producto se encuentra en paquetes individuales, son transportadas por bandas hacia tres máquinas empacadoras de paquetes individuales llamadas Doboy 1 y Doboy 2 para las máquinas Duales y Sig Minor 2 para las FMC 3 y 4.

Luego que los paquetes individuales han sido empacados, son transportados por una banda hacia otra sección de empaque en donde son colocadas dentro de cajas corrugadas.

Después de este proceso se pasa la caja por la máquina selladora y la caja es transportada por banda al Centro de Almacenamiento y Distribución (C.A.D.) donde el producto es almacenado.

Respecto a las FMC 1 y 2, estas máquinas son utilizadas para el empaque de galletas en presentación de caja de cartulina por lo que los paquetes individuales llegan a la máquina denominada Sig Minor 1. Luego de este proceso, se colocan las cajas de cartulina con producto dentro de cajas corrugadas y se pasan a las máquinas selladoras. Una vez sellada la caja, es llevada a la banda transportadora para que el producto sea llevado al C.A.D.

Todo este proceso es importante debido a que entrega la presentación final al consumidor. Las cajas corrugadas son indispensables para el manejo y distribución a su principal cliente: los supermercados.

Por otro lado, las máquinas FMC son las que tienen mayor cantidad de años de estar funcionando, aunque con el menor número de problemas en cuanto a su funcionamiento. Las duales son las de más reciente adquisición y tienen una mayor dificultad para calibrarlas de acuerdo con el producto.

Es importante mencionar que en diferentes ocasiones se observa que las galletas que llegan a las operarias de las máquinas duales y, principalmente, en el caso de la Dual 1 que se encuentra de último en la banda transportadora, son en menor cantidad, llegan desacomodadas o bien se necesita de mayor revisión por cuanto van quedando las que no cumple especificaciones. Esta situación permite que la velocidad de las máquinas duales no sea aprovechada al máximo en cuanto a su capacidad, lo que supone necesidad de redistribución de las máquinas.

En lo que respecta al personal que controla y alimenta las máquinas, se cuenta con un total para cada turno de sesenta y tres y sesenta y cinco personas. El turno 2 tiene dos personas más en la línea debido a políticas de la empresa de no despedir personal, por lo que fueron reubicadas en la línea de Galleta Soda.

El personal se encuentra distribuido por máquinas y se presenta rotación de personal en los diferentes puestos de trabajo. A continuación, se presenta en el cuadro 4.6 un detalle de los puestos y la labor que realizan de acuerdo con las observaciones realizadas en cuatro semanas.

Cuadro 4.6
Descripción de puestos de trabajo línea Galleta Soda

MAQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
EMC(3)	1	Supervisora	Supervisión de toda la línea de producción
EMC(3)	1	Oficinista	Encargado de administrar el sistema electrónico del CC2
EMC(3)	1	Auxiliar de supervisión	Ayudante de la supervisora y auxilio en labores de la línea
EMC(3)	2	Operarias	Toman producto de la banda y lo colocan en las torres para que el producto sea empacado

MAQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
EMC(2)	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
EMC(2)	2	Operarias	Toman producto de la banda y lo colocan en las torres para que sea empacado

MAQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
EMC(3)	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
EMC(3)	2	Operarias	Toman producto de la banda y lo colocan en las torres para que sea empacado

MAQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
EMC(3)	1	Operaria	Inspecciona producto empacado al final de la máquina
EMC(4)	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
EMC(3)	2	Operarias	Toman producto de la banda y lo colocan en las torres para que sea empacado

MAQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
EMC(3)	1	Operaria	Inspecciona producto empacado al final de la máquina
EMC(4)	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
EMC(3)	4	Operarias	Toman producto de la banda y lo colocan en las torres para que sea empacado

Cuadro 4.6 (continuación)

MÁQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
011/1/1	1	Operaria	Inspecciona producto empacado al final de la máquina
011/1/1	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
011/1/1	4	Operarias	Toman producto de la banda y lo colocan en las torres para que sea empacado

MÁQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
011/1/1	1	Operaria	Inspecciona producto empacado al final de la máquina
011/1/1	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
011/1/1	4	Operarias	Toman producto empacado de la banda y lo colocan en máquina para que paquetes individuales sean empacados

MÁQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
011/1/1	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
011/1/1	4	Operarias	Toman producto empacado de la banda y lo colocan en máquina para que paquetes individuales sean empacados

MÁQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
011/1/1	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
011/1/1	4	Operarias	Toman producto empacado de la banda y lo colocan en máquina para que paquetes individuales sean empacados

MÁQUINA	CANTIDAD	PUESTO	LABORES OBSERVADAS
011/1/1	1	Jefe	Supervisa labor de operarias y funcionamiento de la máquina
011/1/1	6	Operarias	Toman producto empacado de la banda y lo colocan en cajas de cartulina. Posteriormente colocan la caja en la banda

MÁQUINA	CANTIDAD	DEBIDO	LABORES OBSERVADAS
	1	Operaria	Armas las cajas de cartulina y las coloca de forma accesible para que puedan ser tomadas
	1	Operaria	Introduce las cajas de cartulina en las cajas de cartón corrugado
	1	Operaria	Prepara las cajas de cartón corrugado y una vez que están llenas las coloca en la banda que lleva la caja a la máquina selladora
	1	Jefe	Supervisa labor de operarios y funcionamiento de la máquina
	5	Operarios	Toman los paquetes provenientes de las máquinas Doboy y Sig Minor y los introducen en las cajas corrugadas. Luego pasan las cajas por la máquina selladora
	3	Operarias	Separan el producto tratado como recorte
	1	Operario	Hace control estadístico del producto tratado como recorte

Debido al diseño de las máquinas empacadoras individuales, cada una debe contar con cierto número de operarias para su alimentación y control.

De acuerdo con lo expuesto en el marco teórico; un material, equipo, máquina o persona agrega valor al producto si lo modifica o transforma. Con base en esta filosofía, es claro que el personal que se encuentra en la línea, principalmente en las máquinas FMC's, Duales y Doboy's, no están agregando valor al producto, por el contrario lo encarece.

Sin embargo, se toma en cuenta que en cierta medida el personal contribuya a la fabricación de la galleta, por lo que se trata de optimizar el método de trabajo. Para este efecto, se presenta un análisis del puesto de trabajo en donde se trata de describir los problemas encontrados y que dificultan un aumento de productividad de la línea.

Como primer punto, el producto que ingresa a la banda de empaque viene desacomodado debido a que la galleta pasa por varias bandas. Además, se tiene el problema de que las galletas vienen en filas unas junto con otras. Esto provoca que las operarias deban separar primero los grupos de galleta que toman de la banda, deben alinearlos y luego colocarlos en la torre guía que alimenta la empacadora. Al separar el grupo de galletas que toman de la banda, desacomodan otras filas de producto. Esto provoca que el grado de dificultad para las operarias que se encuentran en el medio y final de la banda aumente conforme las operarias del principio toman el producto de la banda.

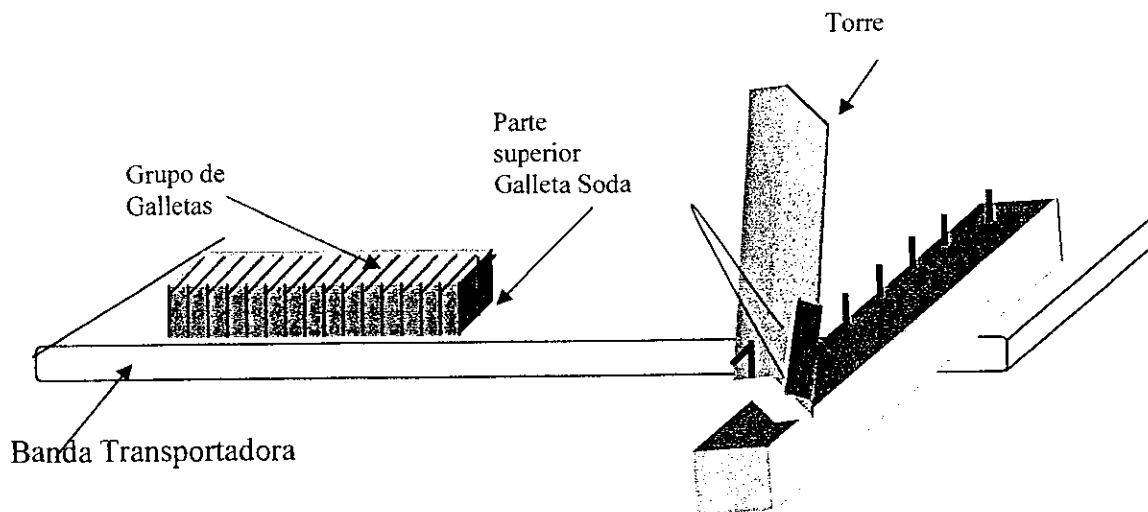
Otra variable que interviene es el diseño de las torres guía de las máquinas empacadoras de paquetes individuales, principalmente con las FMC. Debido a que se encuentran perpendiculares a la banda transportadora, las operarias deben permanecer de pie frente a la banda, tomar el producto, alinearlo, girar el grupo de galletas que toman 90° para que pueda ser colocado en la torre y por último voltear el torso hacia la torre para poder alimentarla con producto.

En las gráficas de la figura 4.3 se muestra el manejo que se realiza con los grupos de Galleta Soda tomados de la banda para colocarlos en la torre.

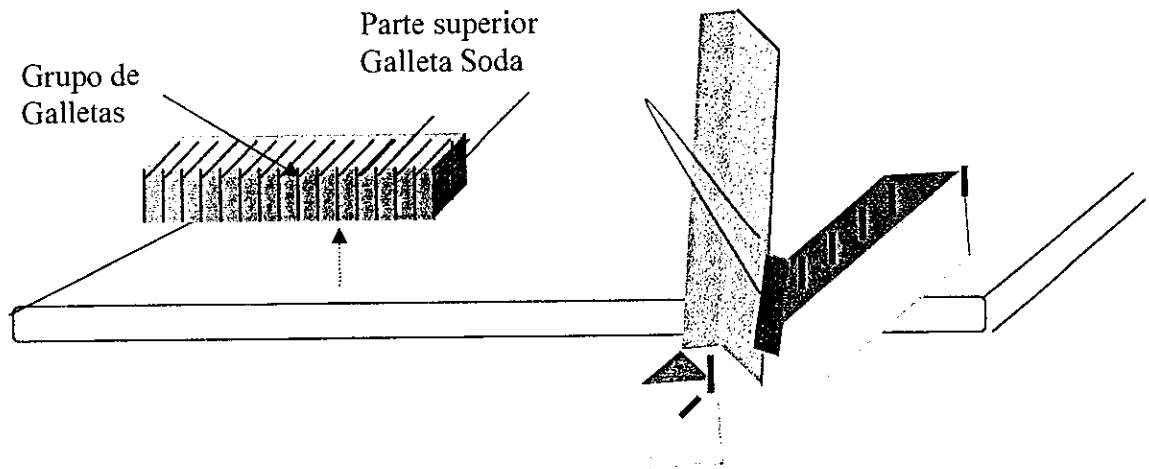
Figura 4.3

Descripción del manejo y trayectoria aplicado a los grupos de galleta que alimentan la torre empacadora

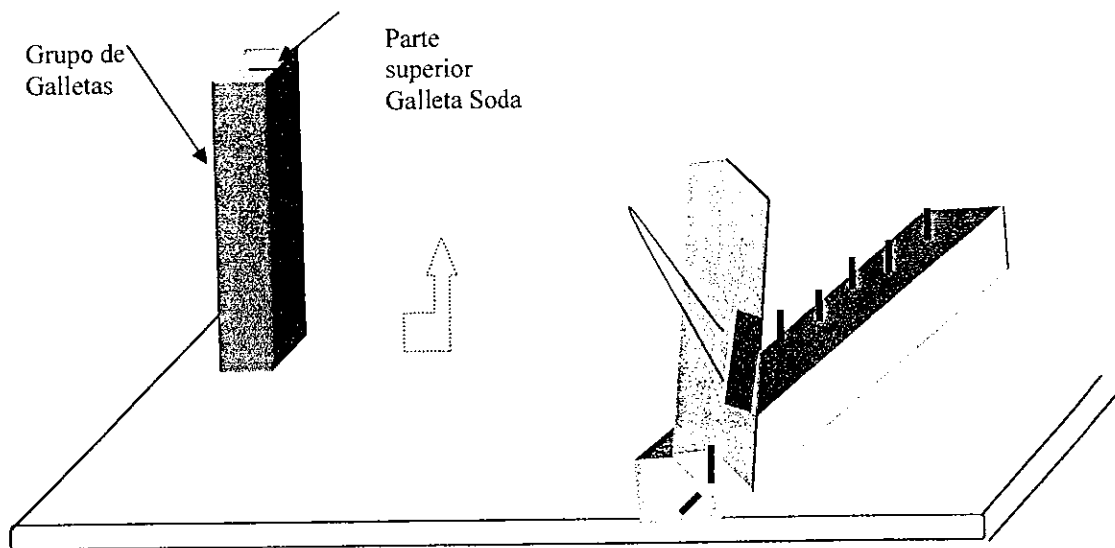
(Figura 4.3 A) El producto se encuentra en la banda transportadora listo para que las operarias lo tomen y lo coloquen en la torre que alimenta la máquina empacadora.



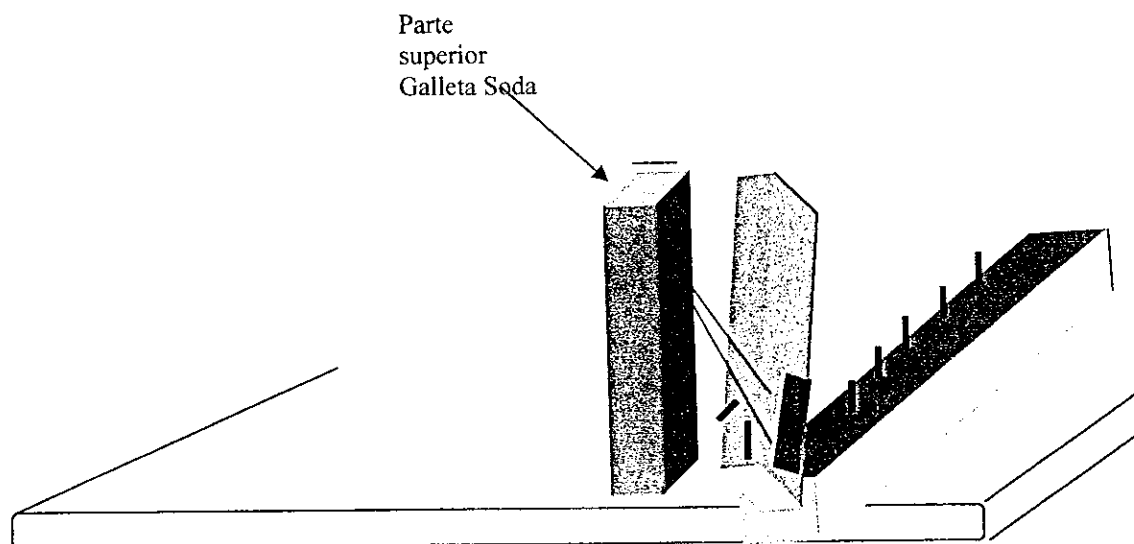
(Figura 4.3 B): El producto es levantado de la banda y alineado contra la misma para poder colocar en la torre. Nótese que la galleta aún mantiene su posición original, únicamente es levantado de la banda.



(Figura 4.3 C): Siempre levantado de la banda, el grupo de galletas es girado 90° respecto a su ubicación original para poderlo colocar en la torre.



(Figura 4.3 D): Una vez que se encuentra en posición, el grupo de galletas tomado de la banda es llevado a la torre de alimentación de la máquina empacadora.



Es importante indicar que se identifica la posición de la parte superior de la galleta en todas las gráficas de la figura 4.3 ya que sirve de guía a la operaria para saber la posición de la galleta en la torre.

Cuando las galletas salen del horno, la parte de abajo (inferior) de la galleta es más blanca que la parte de arriba (superior). Conforme pasa por las bandas, las galletas caen una encima de otra para formar hileras de producto. La parte inferior de la galleta es la que va de frente con respecto a la banda transportadora.

Para el empaque y presentación, la parte superior es la que debe ir con el logotipo del empaque; la parte inferior con la sección que indica ingredientes y demás información de la empresa (esta condición es respetada para la parte de implementación del presente proyecto).

Por otro lado, se tiene que esta operación puede ser realizada en mayor proporción, si la operaria que se encuentra alimentando la torre toma grupos pequeños de galleta. La máquina

empacadora toma la galleta que se encuentra en la torre de acuerdo con la velocidad establecida, si tiene poca galleta, la operaria no tendrá más remedio que alimentar de nuevo la torre y en un número mayor de veces y con ello aumentar el cansancio.

Debido a que el método que se utiliza no es el más idóneo por las razones expuestas, no se realiza un estudio de tiempos; sin embargo, a continuación se presentan los resultados obtenidos de un estudio de movimientos con lo el método que la mayoría de las operarias efectuaron para el proceso explicado en la figura 4.3.

En el apéndice 6 se muestra el diagrama bimanual para el proceso de alimentación de las torres de las máquinas FMC's específicamente, aunque se sigue el mismo procedimiento para las máquinas duales. Como se puede observar en la tabla 3.6, las FMC's son alimentadas por dos personas cada una y básicamente se cumple el mismo proceso. En lo que respecta a las máquinas Duales, éstas son alimentadas por cuatro personas.

Es importante señalar la cantidad de movimientos que realizan las operarias que alimentan las torres; dichos movimientos alcanzan la clase 5 de acuerdo con la clasificación que emite la Organización Internacional del Trabajo. Se tratará en la parte de Diseño de al menos minimizar la cantidad de operaciones con el fin de optimizar la utilización del recurso humano, aumentar su capacidad de trabajo y con ello su productividad.

El apéndice 7 muestra el diagrama bimanual para el proceso de alimentación de las máquinas de empaque múltiple Doboy y Sig Minor.

En el apéndice 8 se puede ver la representación gráfica del proceso de empaque en caja de cartulina.

El apéndice 9 detalla el proceso de empaque en caja corrugada de la presentación de empaque de Galleta Soda en caja de cartulina.

El apéndice 10 muestra la operación de empaque en caja corrugada de los paquetes múltiples de Galleta Soda.

Aunque no se tenga un método definido para realizar la operación, y no se haya podido realizar un estudio de tiempos, cabe mencionar que la sumatoria de todas las operaciones realizadas en el proceso de alimentación de las torres significan entre 7 y 8 segundos

aproximadamente, con las operaciones que devengan más tiempo: alinear el grupo de galleta y sostenerlo en la torre.

V. OBSERVACIONES GENERALES

A. PERSONAL DE PLANTA

La mayor parte del personal que se encuentra en la línea de producción se encuentra de pie. Únicamente una máquina cuenta con una pequeña banca de madera diseñada por la empresa y tarimas pequeñas para que el personal estando de pie pueda alcanzar la altura necesaria para tomar el producto de la banda. En diferentes entrevistas con personal tanto del turno de la mañana como de la tarde se obtiene una respuesta en común: cansancio en la cintura y piernas. Esta variable es tomada en cuenta en la parte de implementación.

B. RECORTES

Uno de los puntos que más llaman la atención, es la gran cantidad de galleta que entra en la categoría que la empresa denomina "Recorte".⁶ Básicamente se presenta en los arranques de producción, cambios de referencias de producto dentro de la misma línea y mal manejo por parte del mismo personal.

En lo que respecta a éste último punto, se presenta en los puestos de inspección de galleta empacada la situación de tirar los paquetes individuales y paquetes que a la vista no cumplen con especificaciones de calidad, como lo es: posición del empaque, mal sellado, faltante de galleta y galleta quebrada entre los principales. Esta situación de tirar el producto en los recipientes plásticos que se tienen en las diferentes máquinas para revisión posterior, provoca que una cantidad considerable de producto se pierda al quebrarse al contacto contra el recipiente o con otras galletas que ya están dentro.

Otra situación que se presentó en dos días al inicio de labores, fue que muchos puestos de trabajo no estaban cubiertos con el personal, lo que provocó que galleta en perfecto estado se quebrara al caer en un recipiente que se encuentra al final de la banda (malla). Durante los diez primeros minutos de producción del primer día, se perdieron aproximadamente 75 kilos de producto que equivalen en número de galletas 13,158 unidades dobles.⁷ Esta cantidad correspondería a 3,289 paquetes individuales ó 411 paquetes múltiples ó siete cajas de producto como se quiera ver. Esta cantidad pudo haber sido empacada si el personal se hubiera encontrado en su puesto.

6 Producto terminado que no cumple con especificaciones de presentación, por lo que es reprocesado o vendido como comida para cerdo.

7 Una unidad se encuentra compuesta por dos galletas.

A continuación se presentan en el cuadro 5.1 una serie de datos recolectados durante una semana de producción de Galleta Soda.

Cuadro 5.1 Resumen de recortes en una semana no continúa de producción

Recortes (una semana)

Peso (kg) Recorte	Galletas Recuperadas	Kg Galleta Recuperada	Paquetes 8 Unidades	Kg Reales Recorte	Motivo Recorte (Kg)			
					Molde	Horno	Máquinas	Rec.Hum.
1677	39130	223.04	1232	1454	103	254	356	740
Participación Porcentual					7%	18%	25%	51%

R e c o r t e p o r R e c u r s o H u m a n o

K g	P a q u e t e s 8 U n i d a d e s	P r o d u c c i ó n S e m a n a l	P o r c e n t a j e
740	4,090	100,488	3.91%

Fuente: Apéndice 11

Es importante indicar, que un 51% del producto que se reportó como recorte es responsabilidad del recurso humano. Si este producto hubiese sido manejado correctamente, la cantidad de producto terminado de la semana habría aumentado un 3.91%.

La empresa utiliza un formato para indicar la cantidad de recorte que se obtuvo por máquina, sería importante aclarar que, de acuerdo con el resultado de las observaciones, tan solo un 25% de los recortes reportados corresponden verdaderamente a las máquinas.

Si se disminuye el porcentaje de recorte, aumentarían los kilogramos de producto terminado por hora hombre; lo que provocaría un aumento en la productividad. El porcentaje de disminución de recortes, se traduciría en un aumento directamente proporcional de producto terminado.

C. ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

Para poder analizar las variables peso cocido, peso crudo, espesor y humedad de las galletas, se muestran diferentes cuadros con los datos obtenidos de las variables en mención.

En dichos cuadros, el primer grupo de datos se toma del primer turno, el segundo grupo de datos del segundo turno. Todos los datos fueron tomados de cinco días diferentes de producción.

En el cuadro 5.2 se muestran las especificaciones establecidas para las variables de observación, de acuerdo con los registros del Departamento de Control de Calidad.

Cuadro 5.2
Límites de calidad para las referencias de Galleta Soda

Tipo de Galleta	Peso Crudo			Peso Cocido			Espesor			Humedad		
	Max.	Opt.	Min.	Max.	Opt.	Min.	Max.	Opt.	Min.	Max.	Opt.	Min.
Soda Regular	92	87	83	67	65	63	121	119	117	5.38	4.49	3.59
Soda Con Especies	92	87	85	63	61	59	126	124	122	5.38	4.04	3.14
Soda Super	96	92	90	76	74	72	126	124	122	4.04	2.69	1.35
Soda Integral	92	90	88	67	65	63	117	115	113	5.38	4.49	3.59
Soda Saladina	92	87	85	67	28	26	121	119	50	5.38	4.49	3.59

Fuente: Departamento de Control de Calidad

1. Variable peso crudo

- En el cuadro 5.3 se presentan los datos de peso crudo de la Galleta Soda para el turno 1 y el turno 2.
- Las gráficas 5.1 y 5.2 muestran las variaciones obtenidas respecto a la variable peso crudo de dichos turnos. Estas gráficas detallan los límites de calidad con el fin de establecer si los datos cumplen con las especificaciones.
- Se puede observar que el comportamiento de los pesos crudos obtenidos se encuentran dentro de los límites especificados, por lo que se deduce que el proceso se encuentra controlado.

- Para el turno 2 se puede observar que la variable peso crudo se encuentra más estable que en el turno 1. Esto concuerda con los comentarios del personal respecto a que es más difícil de calibrar el arranque de las máquinas, mezcla y horno en el inicio de las labores, o sea en el turno 1. Para el turno 2, sólo se da el relevo de personal y por lo general no deben realizar este tipo de operaciones, excepto que exista un cambio de referencia para producir.

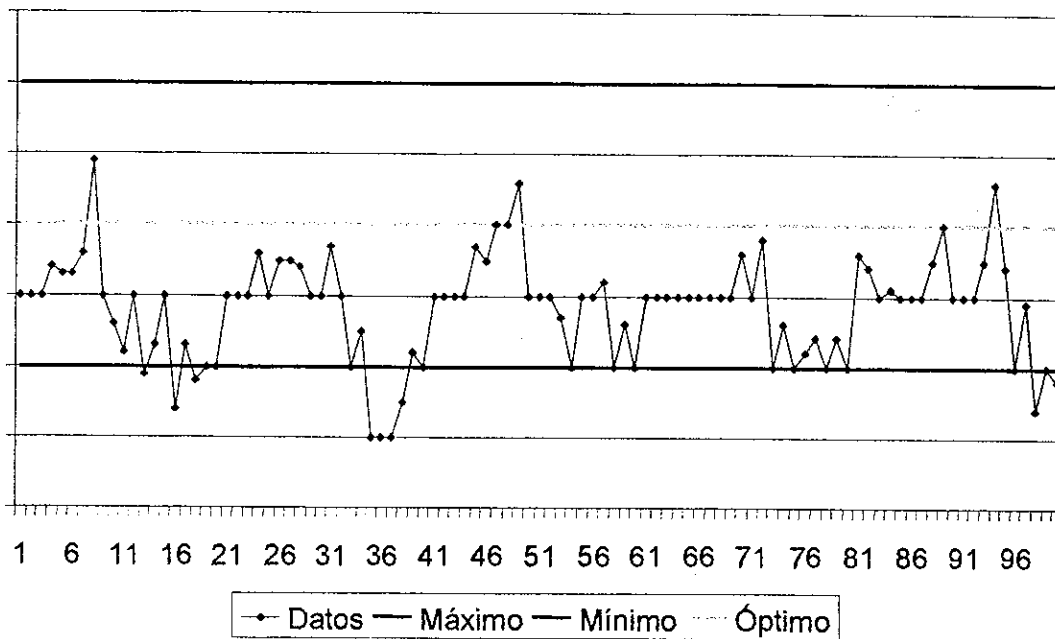
Cuadro 5.3
Datos de peso crudo de Galleta Soda

PesoCrudo(gr)

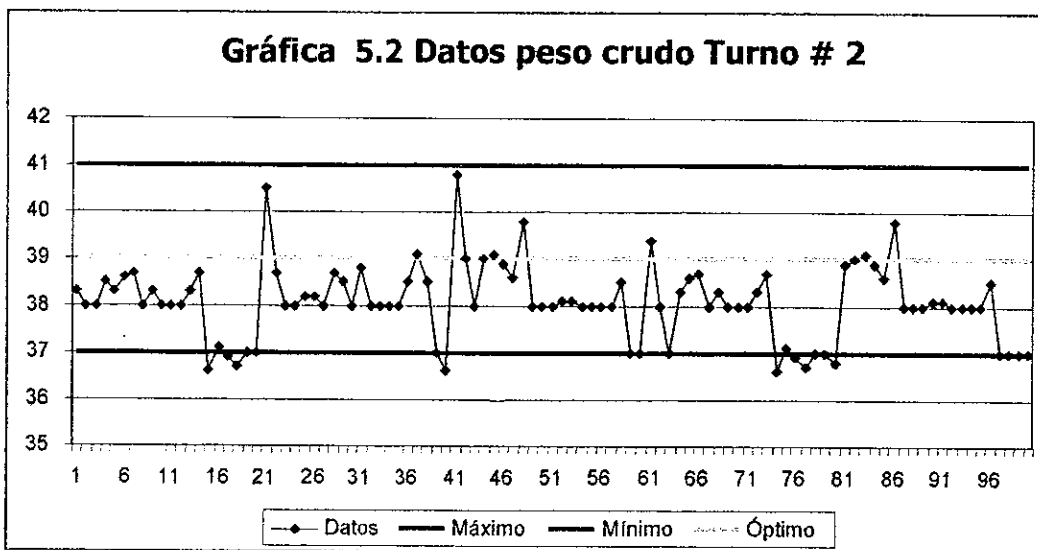
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-1	-1	-1	-06	-07	-07	-04	09	-1	-14	-18	-1	-21	-17	-1	-26	-17	-22	-2	-2
2	-1	-1	-1	-04	-1	-05	-05	-06	-1	-1	-03	-1	-2	-15	-3	-3	-3	-25	-18	-2
3	-1	-1	-1	-1	-03	-05	0	0	06	-1	-1	-1	-13	-2	-1	-1	-08	-2	-14	-2
4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-04	-1	-02	-2	-14	-2	-18	-16	-2	-16	-2
5	-04	-06	-1	-09	-1	-1	-1	-05	0	-1	-1	-1	-05	06	-06	-2	-11	-26	-2	-22

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-07	-1	-1	-05	-07	-04	-03	-1	-07	-1	-1	-1	-07	-03	-24	-19	-21	-23	-2	-2
2	15	-03	-1	-1	-08	-08	-1	-03	-05	-1	-02	-1	-1	-1	-1	-05	01	-05	-2	-24
3	18	0	-1	0	01	-01	-04	08	-1	-1	-1	-09	-09	-1	-1	-1	-1	-05	-2	-2
4	04	-1	-2	-07	-04	-03	-1	-07	-1	-1	-1	-07	-03	-24	-19	-21	-23	-2	-2	-22
5	-01	0	01	-01	-04	08	-1	-1	-1	-09	-09	-1	-1	-1	-1	-05	-2	-2	-2	-2

Gráfica 5.1 Datos peso crudo Turno # 1



Gráfica 5.2 Datos peso crudo Turno # 2



2. Variable peso cocido

- En el cuadro 5.4 se presentan los datos de peso cocido en gramos, para el turno 1 y turno 2.
- La gráfica 5.3 muestra los datos recolectados de peso cocido durante el turno uno en cinco días de producción de Galleta Soda y se puede observar que los datos de dichas gráficas se encuentran dentro de los límites especificados.
- La gráfica 5.4 muestra los datos recolectados de peso cocido durante el turno dos en cinco días de producción de Galleta Soda. Aún cuando algunos datos se encuentran fuera de los límites especificados, se puede decir que la variable peso cocido se encuentra controlada.

Cuadro 5.4
Datos de peso de galleta horneada en los turnos uno y dos

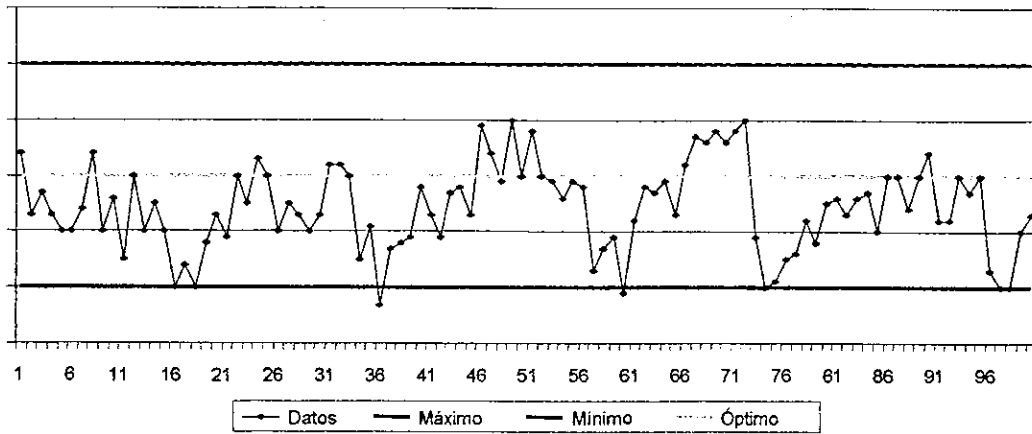
PesoCocido(gr)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	04	-07	-03	-07	-1	-1	-06	04	-1	-04	-15	0	-1	-05	-1	-2	-16	-2	-12	-07
2	-11	0	-05	03	0	-1	-05	-07	-1	-07	02	02	0	-15	-09	-23	-13	-12	-11	-02
3	-07	-11	-03	-02	-07	09	04	-01	1	0	08	0	-01	-04	-01	-02	-17	-13	-11	-21
4	-08	-02	-03	-01	-07	02	07	06	08	06	08	1	-11	-2	-19	-15	-14	-08	-12	-05
5	-04	-07	-04	-03	-1	0	0	-06	0	04	-08	-08	0	-03	0	-17	-2	-2	-1	-07

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-04	-1	-1	-05	-06	-07	-06	-03	0	-01	-01	-01	-1	02	0	-1	-08	-16	-2	-1
2	01	05	-05	-09	-05	-03	-04	-08	04	04	-1	-1	-07	-04	-03	-07	0	01	-03	-06
3	-03	-04	-08	08	03	0	03	04	-1	-05	01	02	0	-02	-1	-09	-06	-13	-16	-15
4	-07	-11	-03	-02	-07	09	04	-01	1	0	08	0	-01	-04	-01	-02	-17	-13	-11	-21
5	04	-07	-03	-07	-1	-1	-06	04	-1	-04	-15	0	-1	-05	-1	-2	-16	-2	-12	-07

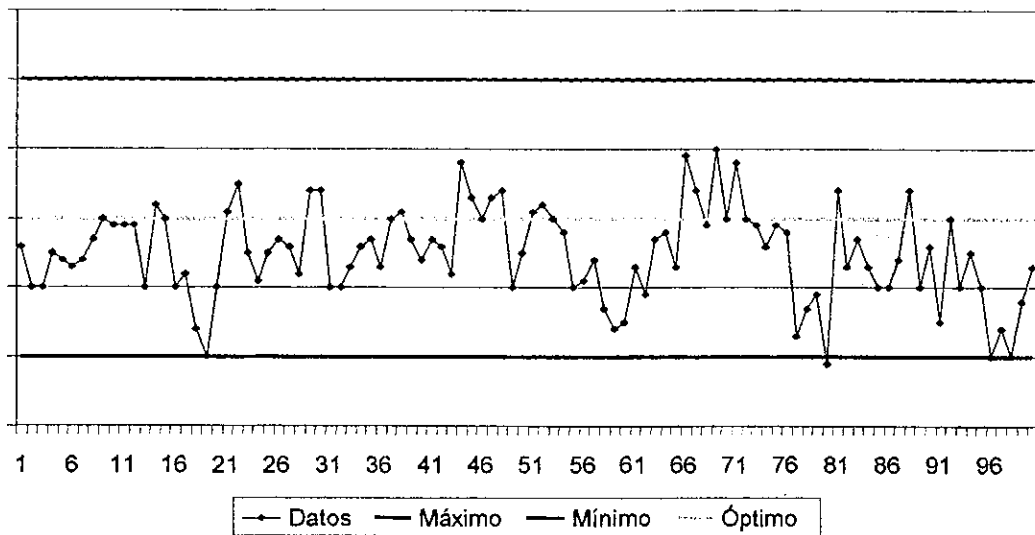
(0 = peso ideal)

Gráfica 5.3 Datos peso cocido Turno # 1



Fuente: Cuadro 5.4

Gráfica 5.4 Datos peso cocido Turno # 2



Fuente: Cuadro 5.4

3. Variable Espesor

- a. El cuadro 5.4 muestra los datos de espesor en milímetros de galletas cocidas.
- b. Las gráficas 5.5 muestra los datos de espesor durante el turno uno, se puede observar que los datos obtenidos no se encuentran dentro de los límites especificados de calidad.
- c. El efecto inmediatamente observado en el proceso de empaque, es que las máquinas están tomando únicamente tres, de cuatro galletas que debería tomar para el empaque. Las máquinas deberían estar calibradas para que tomen la cantidad correcta de galletas.
- d. La gráfica 5.6 muestran los datos recolectados de espesor durante el turno dos, se observa que la variable espesor está fuera de límites de especificación. Las causas asignadas a esta variación corresponden al Ingrediente I, de acuerdo con lo indicado por el departamento de Control de Calidad.
- e. Se debe recordar que el Ingrediente I es uno de los ingredientes más importantes de la galleta y el que a su vez representa en mayor proporción los problemas encontrados en la línea.
- f. Se debe destacar que, debido al almacenamiento del Ingrediente I, es difícil controlar su trazabilidad dentro del proceso.

Cuadro 5.4

Datos de espesor de galleta horneada en los turnos 1 y 2.

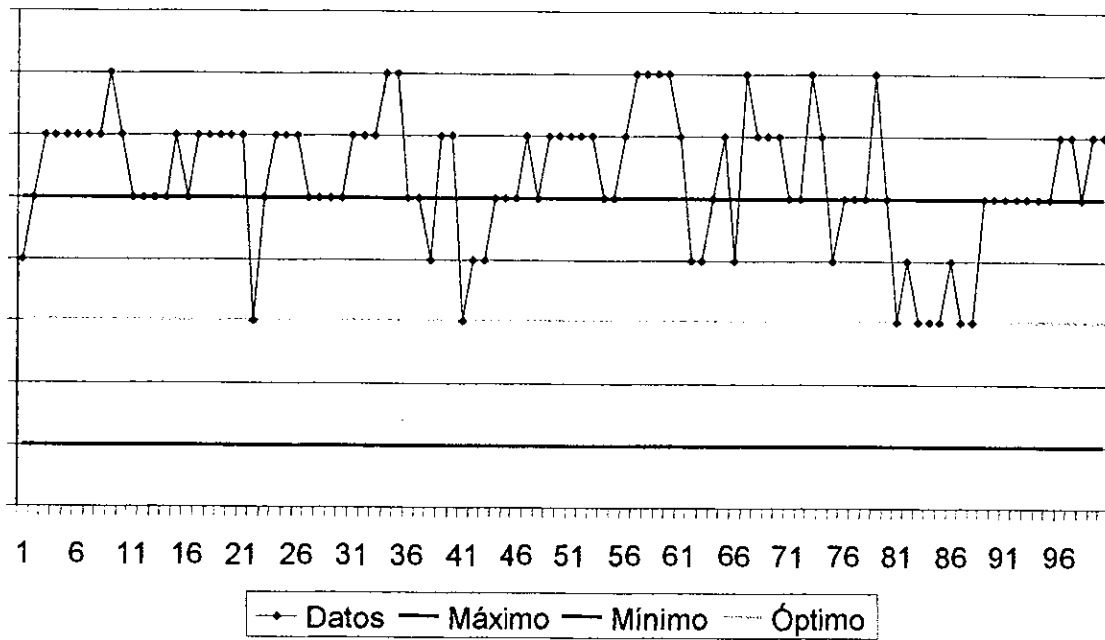
(0 = Peso Ideal)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3
2	2	2	4	2	3	3	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
3	0	1	1	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3
4	3	-2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	4	4	2	2	1	3	3
5	0	1	1	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	4	4	4	4

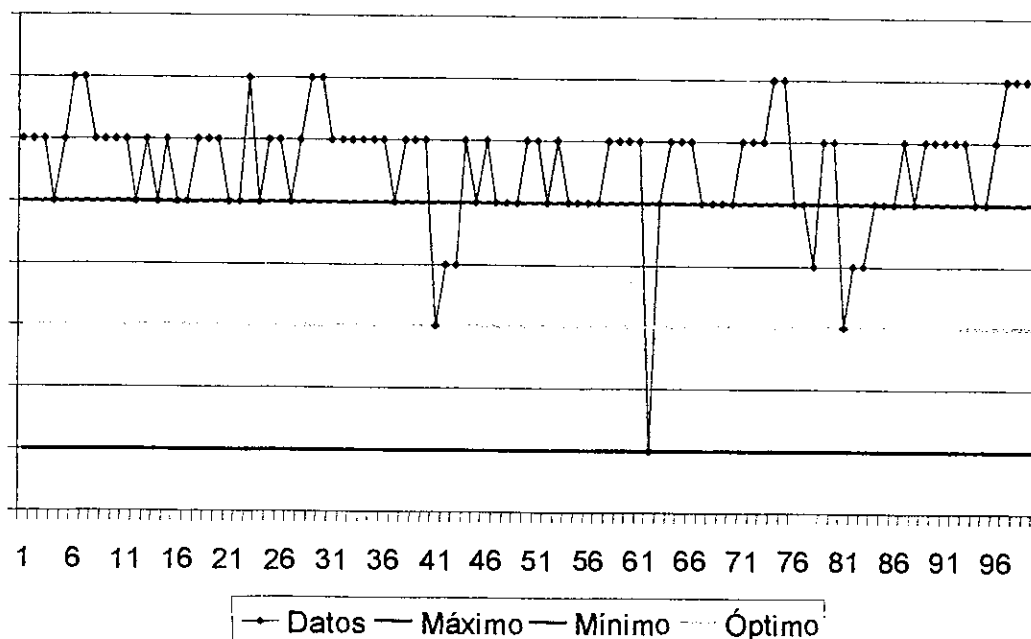
Esesor (nm)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	2	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3
2	3	0	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	4	4	2	2	1	3	3
3	0	1	1	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	4	4	4	4
4	3	1	1	2	3	1	4	3	3	3	2	2	4	3	1	2	2	2	4	2
5	0	1	0	0	0	1	0	0	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3

Gráfica 5.5 Datos espesor Turno # 1



Gráfica 5.6 Datos espesor Turno # 2



4. Variable Humedad

a. Por último, se detallan en el cuadro 5.5 los datos de porcentaje de humedad encontrado en las muestras de galleta.

b. La gráfica 5.7 muestra los datos recolectados sobre el porcentaje de humedad encontrado en la galleta durante el turno uno.

c. La gráfica 5.8 muestra los datos recolectados sobre el porcentaje de humedad encontrado en la galleta durante el turno dos.

d. Se observa que estas gráficas presentan variaciones más pronunciadas que el resto de las variables. La razón por la cual no fueron controladas estriba en que el peso crudo, peso cocido y espesor se encontraban bajo control. Los horneros de la línea indican que tratar de poner la variable porcentaje de humedad en control, significaría generar problemas con las otras variables.

Cuadro 5.5
Datos de porcentaje de humedad de galleta horneada en los turnos 1 y 2.

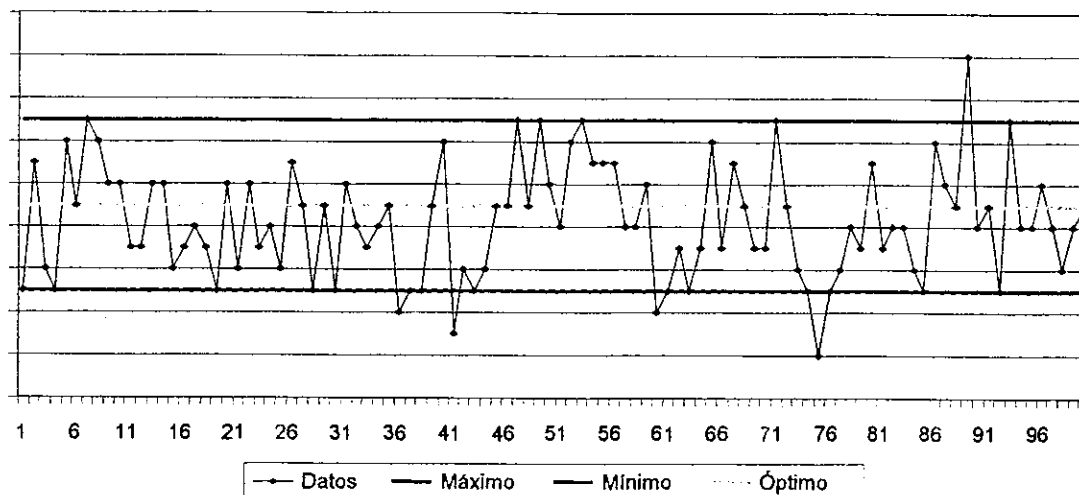
Humedad (%)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-0.4	0.2	-0.3	-0.4	0.3	0	0.4	0.3	0.1	0.1	-0.2	-0.2	0.1	0.1	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	0.1
2	-0.3	0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.2	0	-0.4	0	-0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	0	-0.5	-0.4	-0.4	0	0.3
3	-0.6	-0.3	-0.4	-0.3	0	0	0.4	0	0.4	0.1	-0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.5
4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	0.3	-0.2	0.2	0	-0.2	-0.2	0.4	0	-0.3	-0.4	-0.7	-0.4	-0.3	-0.1	-0.2	0.2
5	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-0.4	0.3	0.1	0	0.7	-0.1	0	-0.4	0.4	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.3	-0.1	0

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.7	0.3	0.2	0	-0.6	0.4	0.4	0.7	0.1	0.1	0.8	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	-0.2	-0.4	-0.3	0.1
2	-0.4	0.1	0.1	-0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.4	0.7	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.2	0.5
3	-0.3	-0.4	-0.4	0.2	-0.3	-0.5	-0.1	-0.4	-0.1	-0.4	0.1	0.1	0.2	-0.2	-0.3	0.4	-0.6	0.1	0.1	-0.4
4	-0.6	-0.3	-0.4	-0.3	0	0	0.4	0	0.4	0.1	-0.1	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.5
5	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	0.3	-0.2	0.2	0	-0.2	-0.2	0.4	0	-0.3	-0.4	-0.7	-0.4	-0.3	-0.1	-0.2	0.2

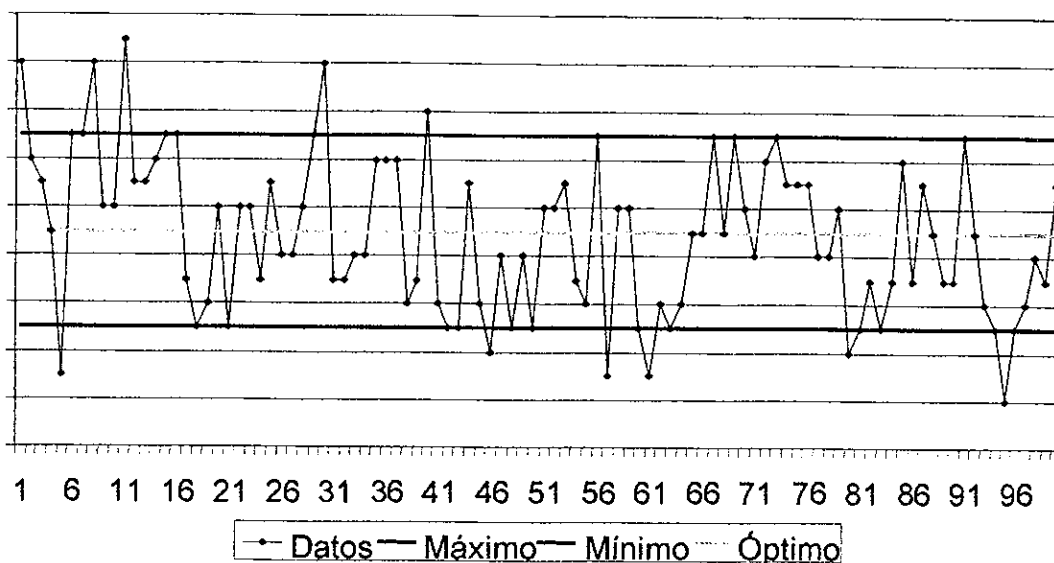
(0 = Peso Ideal)

Gráfica 5.7 Datos humedad relativa Turno # 1



Fuente: Cuadro 5.5

Gráfica 5.8 Datos humedad relativa Turno # 2



D. Productividad de la línea Galleta Soda. Antes de referirnos a los datos obtenidos de productividad de la línea Galleta Soda, es necesario recordar que las referencias como Soda Super, Soda con Especias, Soda Integral y Soda Saladina se fabrican básicamente bajo las mismas condiciones que la Galleta Soda tradicional y por ende se esperaría que se alcanzaran los mismos índices de eficiencia.

En el cuadro 5.6 se presentan los códigos o referencias que utiliza la empresa para diferenciar los productos y los kilogramos de rendimiento por tanda según estudios que se han realizado con anterioridad.

Como se puede observar en el cuadro 5.7, los resultados de productividad de las referencias especiales en mención muestran disminuciones considerables que, de acuerdo con las observaciones realizadas, corresponden a los cambios de presentación del producto. Es de mencionar que la productividad es calculada con base en el personal del CC2 y la sección de mezcla únicamente.

Durante un día normal de producción de Galleta Soda referencias 10700 y 11000, se utilizan 42 tandas. Esto correspondería a 18,858 kilogramos de producto. Esta cantidad de kilogramos en producto corresponde en paquetes de 8 paquetes individuales a 104,188

paquetes. Sin embargo, en los programas de producción se programan 101,808 paquetes considerando de antemano un porcentaje por concepto de recorte de entre un 2 y un 3%. Con base en esta programación se realiza un análisis de productividad de la línea de producción considerando únicamente el personal que interviene directamente en el proceso de los CC1 y CC2.

Cuadro 5.6
Rendimientos por referencia Galleta Soda.

Referencias	Galletas	Paquetes
10700 Soda	155136	2424
11000 Cartulina		970 (cajitas)
11700 Saladina	157504	2461
12700 Especies	155136	2424
13700 Integral	155136	2424
14700 Súper	134400	2800

Fuente: Departamento de Ingeniería

1. Análisis de la productividad.

- Con referencia a las horas improductivas en el cuadro 5.8 se presentan las horas, la máquina, producto en proceso y motivo de los tiempos improductivos reportados durante cuatro semanas. En la parte que corresponde al total de horas improductivas, el número entero corresponde a horas, los decimales a porcentaje de una hora. El porcentaje de tiempo improductivo es calculado con base en las horas máquina de trabajo durante cuatro semanas de producción.

- En la gráfica 5.9 se presenta el análisis de Pareto para las causas de tiempos improductivos. Esta gráfica indica que el 80% de las causas de paros corresponden a la falta de producto, regulación de máquinas por cambio de referencia, falta de fluido eléctrico y falla mecánica. Estas causas corresponden a un 36% de los problemas encontrados, por lo que de solucionarlos, se podrá aumentar la productividad de la línea.

Cuadro 5.7
Indices de productividad en kilogramos por hora hombre de la
línea Galleta Soda.

Producto	Fecha Hora Inicio	Fecha Hora Final	Horas Descanso	Horas Improduct.	Horas Productiv.	Número Personas	Cantidad Producida	Kilos	Productiv. Kg/H-H
EMPA107/10701	8:30	21:50	0:00	0:09	13:11	75	1,900.00	343.90	2.76
	17:00	21:50	0:30	0:39	3:41	75	11,130.00	2,014.53	8.27
	6:00	21:50	1:30	0:35	13:45	147	87,400.00	18,938.68	9.71
	6:00	21:50	1:30	0:32	13:48	147	100,585.00	18,205.89	9.32
	6:00	21:50	1:30	0:38	13:42	147	103,320.00	18,700.92	9.60
	6:00	21:50	1:30	0:42	13:38	147	102,985.00	18,640.29	9.59
	6:00	21:50	1:30	0:27	13:53	147	102,513.00	18,554.85	9.48
	6:00	21:50	1:30	0:29	13:51	147	105,320.00	19,062.92	9.75
	6:00	21:50	1:30	0:28	13:52	147	103,750.00	18,778.75	9.60
Productividad Promedio									9.41
EMPA117/11701	6:00	17:00	0:45	0:31	9:44	157	30,380.00	5,498.78	8.27
	6:00	14:00	0:45	0:39	6:36	75	21,575.00	3,905.08	8.38
Productividad Promedio									8.32
EMPA137/13701	14:25	20:30	0:45	0:25	4:55	77	11,676.00	2,113.36	6.34
	6:00	11:30	0:15	0:34	4:41	75	11,125.00	2,013.63	6.32
Productividad Promedio									6.33
EMPA147/14701	6:00	14:25	0:45	0:25	7:15	75	23,731.00	4,200.39	7.09
	14:45	21:25	0:45	0:33	5:22	75	16,944.00	2,999.09	8.99
	6:00	14:00	0:45	0:29	6:46	75	23,156.00	4,098.61	8.71
Productividad Promedio									8.26

Fuente: Registros históricos del Departamento de Ingeniería

Cuadro 5.8
Resumen de tiempos improductivos

Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Relativo	Porcentaje Acumulado
Falta de producto	17.39	34.88%	34.88%
Cambio de producto regulaci3n	13.46	27.00%	61.89%
Falta de fluido el3ctrico	4.83	9.69%	71.57%
Falla Mec3nica	4	8.02%	79.60%
Falla el3ctrica	3.92	7.86%	87.46%
Acumulado de producto	3.59	7.20%	94.66%
M3quina en reparaci3n	0.83	1.66%	96.33%
Regulaciones	0.75	1.50%	97.83%
Limpieza de banda	0.58	1.16%	99.00%
Limpieza de maquinaria	0.25	0.50%	99.50%
Problema con pasta	0.25	0.50%	100.00%
Total	49.85	100.00%	

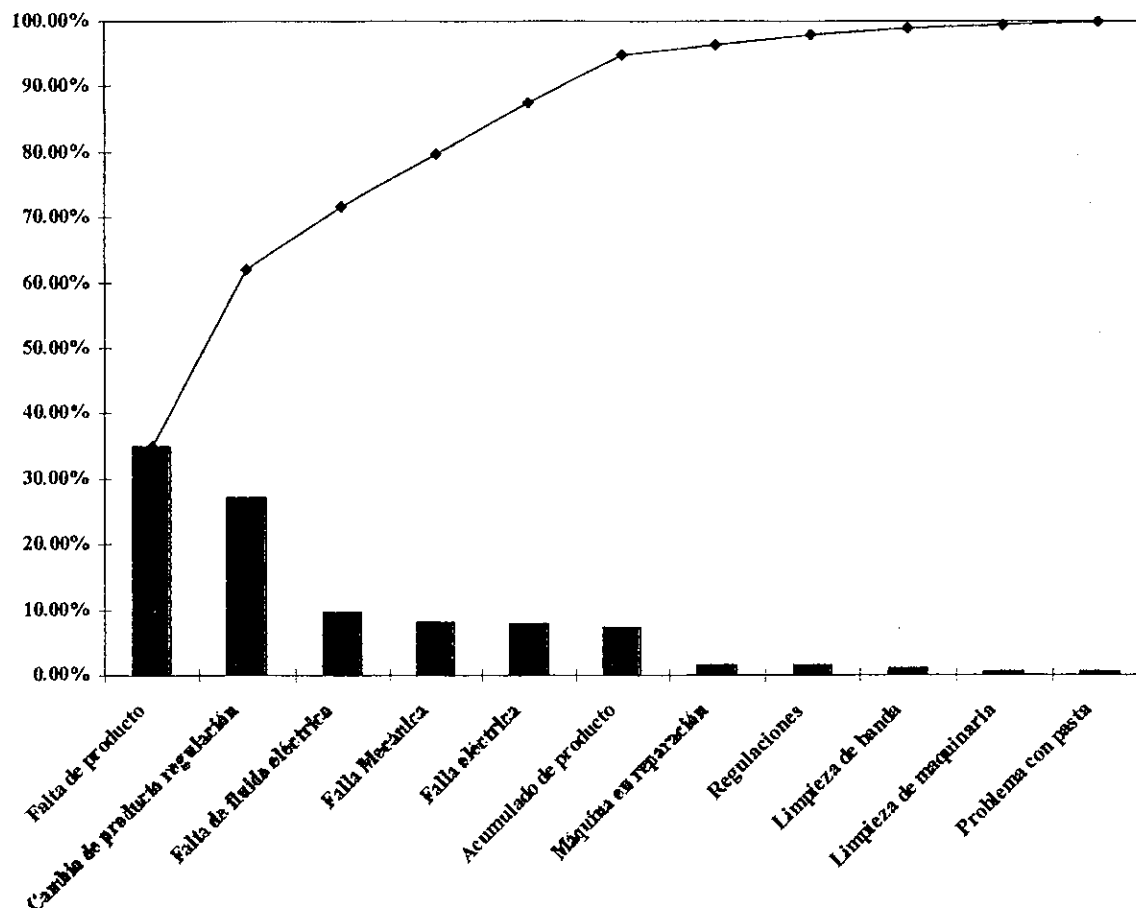
Total Horas
en 4 Semanas
336

Porcentaje
Tiempo
Improductivo
Total
14.84%

Fuente: Ap3ndice 16

Gráfica 5.9

Diagrama de Pareto: Tiempos Improductivos



Fuente: Cuadro 5.8

Debido a que los datos de tiempos improductivos fueron suministrados por la empresa, se realizan observaciones aleatorias, durante tres días, sobre el funcionamiento de las máquinas con el fin de complementar el estudio. El primer paso consiste en determinar el tamaño de la muestra (n) para reflejar con un grado de confianza y error determinado los porcentajes de tiempo activo e inactivo de las máquinas.

2. Determinación del tamaño de la muestra (n). Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de un 5%, se determina mediante la siguiente fórmula

estadística el tamaño de la muestra a necesitar para el análisis de tiempo productivo e improductivo de las máquinas empacadoras:

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

donde: σp = error estándar de la proporción

p = porcentaje de tiempo activo

q = porcentaje de tiempo inactivo

n = número de observaciones o tamaño de la muestra

Sin embargo, antes de poder aplicar esta fórmula es necesario tener una idea de los valores de p y q , por lo que se realizan sesenta observaciones aleatorias en el lugar de trabajo. Estas observaciones se realizan con la ayuda de una Tabla de Número Aleatorios como la que se muestra en el apéndice 17.

De acuerdo con el procedimiento para realizar observaciones aleatorias, se presenta en el cuadro 5.9 la secuencia de tiempos para obtener los datos necesarios que servirán de base para calcular el total de observaciones necesarias a realizar según el grado de confianza y error que para el proyecto se ha designado.

Como se tienen nueve máquinas en el proceso, se inicia la observación a la hora indicada con la máquina FMC 1 hasta terminar con la última máquina empacadora de la línea. El análisis se realiza durante tres días de producción y se desea determinar si la máquina está trabajando o no. Para contabilizar las observaciones se utilizó la hoja de registro mostrada en el cuadro 5.10. En los espacios en blanco continuos a las celdas que indican "Máquina trabajando" y "Máquina parada", se van indicando el número de veces que las máquinas se observaron en los estados mencionados. En las columnas total y porcentaje, se totalizan los datos obtenidos y se calcula el porcentaje respectivo con base en el número de observaciones.

Cuadro 5.9
Secuencia de tiempo de observación

Cifras utilizables seleccionadas en orden numerico	Hora de la observacion *
02	6:20
09	7:30
14	8:20
24	10:00
29	10:50
30	11:00
32	11:20
34	11:40
36	12:00
38	12:20
41	12:50
49	14:10
50	14:20
53	14:50
54	15:00
60	16:00
68	17:20
70	17:40
74	18:20
82	19:40
* Multiplicar cada cifra por 10 minutos	

Fuente: Apéndice 12

Cuadro 5.10
Hoja de registro para cálculo de tiempos de máquina activa e inactiva

Maquina :			
Numero de Observaciones		Total	Porcentaje
Maquina Trabajando (p)			
Maquina Parada (q)			

El cuadro 5.11 muestra el resumen de los datos de tiempos de máquina activa e inactiva para la primera muestra.

Cuadro 5.11
Resumen de tiempos de máquina activa e inactiva

Resumen		
Maquina	p	q
FMC # 1	0.8000	0.2000
FMC # 3	0.8167	0.1833
FMC # 4	0.8333	0.1667
Dual # 1	0.8167	0.1833
Dual # 2	0.8333	0.1667
Hyssen	0.8833	0.1167
Doboy # 1	0.7500	0.2500
Doboy # 2	0.7833	0.2167
Doboy # 3	0.8167	0.1833

Fuente: Apéndice 13

Con base en los datos de la tabla anterior, nivel de confianza de un 95% y margen de error de 5%; se calculan el número de observaciones a realizar. El valor del nivel de confianza se puede obtener a través del cuadro que se muestra en el apéndice 18:

$$\begin{aligned}
 1,96 \sigma_p &= 10 \\
 \sigma_p &= 5 \text{ (aproximadamente)} \\
 5 &= \sqrt{(80 \cdot 20)/n} \\
 n &= 64
 \end{aligned}$$

Se despeja "n" y se tiene que el número de observaciones a realizar es de 64 observaciones para el caso de la máquina FMC1.

En el cuadro 5.12, se muestra el número de observaciones a realizar por máquina de acuerdo con los resultados de los cálculos presentados anteriormente.

Cuadro 5.12
Número de observaciones a realizar por máquina

Resumen			
Maquina	p	q	n
FMC # 1	0.8000	0.2000	64
FMC # 3	0.8167	0.1833	60
FMC # 4	0.8333	0.1667	56
Dual # 1	0.8167	0.1833	60
Dual # 2	0.8333	0.1667	56
Hyssen	0.8833	0.1167	41
Doboy # 1	0.7500	0.2500	75
Doboy # 2	0.7833	0.2167	68
Doboy # 3	0.8167	0.1833	60

Fuente: Apéndice 13

Para efectos de estudio y por razones de tiempo, se consideran las observaciones realizadas y se toman el faltante de observaciones para completar la cantidad indicada por la fórmula.

En cuadro 5.13 se muestran los resultados obtenidos desglosando los tiempos improductivos de las máquinas.

Los resultados mostrados en el cuadro son congruentes con los datos de tiempos improductivos registrados por la empresa en donde variables como regulación y falla mecánica son causas importantes de tiempo en el cual no se obtiene producción.

Cuadro 5.13
Resumen de porcentajes relativos de actividad o inactividad de las máquinas empacadoras Galleta Soda.

Máquina	Activa %	Inactiva %						Total
		Falla Eléctrica	Falla Mecánica	Faltante de Producto	Acumulado de Producto	Regulación	Cambio de Bobina	
FMC#1	80.00%	-	5.00%	3.33%	1.67%	6.67%	3.33%	20.00%
FMC#3	81.67%	1.67%	3.33%	5.00%	-	5.00%	3.33%	18.33%
FMC#4	83.33%	1.67%	3.33%	5.00%	-	3.33%	3.33%	16.67%
Dual #1	81.67%	-	3.33%	5.00%	-	6.67%	3.33%	18.33%
Dual #2	83.33%	-	3.33%	3.33%	5.00%	3.33%	1.67%	16.67%
Hysen	88.33%	-	1.67%	6.67%	-	3.33%	-	11.67%
Doboy#1	75.00%	1.67%	3.33%	6.67%	5.00%	5.00%	3.33%	25.00%
Doboy#2	78.33%	1.67%	1.67%	5.00%	3.33%	6.67%	3.33%	21.67%
Doboy#3	81.67%	-	1.67%	5.00%	3.33%	5.00%	3.33%	18.33%
Promedios	81.48%	0.74%	2.96%	5.00%	2.04%	5.00%	2.78%	18.52%

Fuente: Apéndice 14

E. CUMPLIMIENTO DE DEMANDA

Por otro lado, los registros históricos de ventas versus producto fabricado indican que la empresa cumple con la demanda. Actualmente se practican pronósticos de ventas y se toman en cuenta las cantidades de producto que ya se tiene negociado, con base en estos pronósticos se programa la producción. En promedio, la efectividad de producción de la línea Galleta Soda se encuentra en un 4.5% por arriba de las ventas realizadas.

La estrategia de aumentar la productividad de las líneas de producción obedece a políticas de la empresa de preparación para un incremento en las ventas en el futuro.

F. VALOR RELATIVO DE CADA PARTE Y OPERACIÓN

Se utiliza la siguiente calificación para determinar el valor relativo de cada parte y operación al producto final. La nota propuesta se basa en el análisis y resultados obtenidos en la parte de implementación de este proyecto.

Cuadro 5.14
Criterios de calificación

Nota	Calificación	Criterio
100	Muy Crítico	No agrega valor al producto, por el contrario lo encarece. Representa un cuello de botella en el proceso productivo. Representa los costos más significativos del proceso productivo y por ende del producto final.
75	Crítico	Agrega relativamente muy poco valor al producto, lo encarece y entorpece el flujo de operaciones. Tiene un porcentaje de participación representativo en el costo del producto final.
50	Regular	Agrega valor pero puede aumentar su porcentaje mediante modificación de sus procesos, máquinas y/o equipos.
25	Bueno	Es importante en el producto final, se puede optimizar su adición de valor mediante mejoramiento del proceso.
0	Muy Bueno	Es parte u operación distintiva en el producto y es lo que da valor al mismo. Representa para el diente lo más importante por cuanto satisface su necesidad inmediata.

Para efectos de una mejor comprensión, se divide el proceso productivo en operaciones y partes. La primera sección a calificar son las partes que componen el producto. Posteriormente se califica una segunda sección que identifica las operaciones del proceso.

El cuadro 5.15 muestra la calificación de las operaciones del proceso productivo, a su vez, el cuadro 5.16 muestra la calificación de las partes del proceso productivo.

Cuadro 5.15
Calificación de las operaciones del proceso productivo

Operaciones	Puntos Obtenidos	Promedio	Observaciones
Programación producción	0		Departamento Ingeniería
Programación ingreso materias primas	0		Departamento Compras
Recepción de materias primas	0		Bodega ME/MP
Acomodo materias primas	0		Bodega ME/MP
Despacho de materias primas	0		Bodega ME/MP
Alistamiento y pesado ingredientes menores	25		Cuarto Ingredientes Menores (CC1)
Alistamiento Ingrediente I	0		Sección Mezcla (CC1)
Alistamiento y pesado Ingrediente II	50		Sección Mezcla (CC1)
Alistamiento y pesado Ingrediente III	50		Sección Mezcla (CC1)
Mezcla ingredientes	50		Sección Mezcla (CC1)
Inspección Galleta Cruda	50		Sección Horno: peso y calidad (CC1)
Inspección Galleta Cocida	25		Sección Horno: peso, espesor, humedad (CC1)
Alistamiento caja corrugada	75		Sección Empaque (CC2)
Alimentación Máquina Empacadora Individual	100		Sección Empaque (CC2)
Alimentación Máquina Empacadora Múltiple	100		Sección Empaque (CC2)
Empaque en Caja Corrugada	75		Sección Empaque (CC2)
Inspección Galleta Empacada	25		Sección Empaque (CC2)
Separación galleta que no cumple especificaciones	100		Sección Empaque (CC2)
Selección "Recortes"	75		Sección Empaque (CC2)
	Promedio Sección II	42.1	

Cuadro 5.16
Calificación de las partes del proceso productivo

Parte	Puntos Obtenidos	Promedio	Observaciones
Ingrediente I	25		Define el curso del proceso
Ingrediente II	25		
Ingrediente III	25		
Ingredientes Menores	0		
Empaque plástico	25		
Multiempaque plástico	25		
Cajita Cartulina	25		
Caja Cartón Corrugado	0		
Promedio Sección I:		18.75	

De acuerdo con los resultados obtenidos, tanto en la sección de partes como en la sección de operaciones, se puede observar:

- Respecto a las partes que conforman el proceso productivo, todos los ingredientes y materiales de empaque juegan un papel importante en el producto, sin embargo, es importante hacer mención especial del Ingrediente I, el cual se torna crítico porque define la capacidad del proceso productivo.
- Respecto a las operaciones, se observa que la parte de empaque correspondiente al Centro de Costos 2 (CC2) tiene la menor calificación, seguida por la parte de Mezcla que pertenece al Centro de Costos 1 (CC1).

G. RESUMEN DEL DIAGNÓSTICO DE LA LÍNEA DE GALLETA SODA

1. De acuerdo con la filosofía de Análisis de Procesos, los equipos, máquinas y recurso humano adicionan valor al producto si lo modifican o transforman. Con base en este concepto, el recurso humano que se encuentra en el proceso de alimentación de las empacadoras no se encuentran agregando valor al producto, por el contrario lo encarece al representar un 15.5% del costo de las referencias de Galleta Soda. Estas personas se encuentran en la línea de producción debido al diseño de las máquinas. A esta variable se le agrega la metodología de trabajo utilizada por las operarias el cual no es el más idóneo debido a

movimientos de clase 4. Dentro de las operaciones que tampoco agregan valor se encuentran el proceso de preparación de cajas corrugadas, empaque de producto en las mismas, preparación del Ingrediente III en la parte de mezcla e inspección de pasta cruda antes del proceso de horneado.

2. Siguiendo con el concepto de Análisis de Procesos, los recortes de producto representan un costo para el valor del producto por cuanto se tiene personal para seleccionar producto bueno del que no cumple especificaciones. Estos recortes son provocados en un 51% por el mismo personal de la línea lo que se concluye en un mal manejo del producto. El disminuir el porcentaje de recortes repercutiría en un inmediato aumento de productividad de la línea.

3. Un análisis de los tiempos improductivos de la línea de producción, indica que la falta de producto en el proceso, regulación de las máquinas por cambio de línea, falta de fluido eléctrico y falla mecánica representan un 80% de los paros de las máquinas. Estas condiciones afectan indudablemente la productividad de la línea.

4. Respecto a la parte de mantenimiento de las máquinas, no se tiene establecido un tiempo estándar de regulación. Aunque conocen muy bien el procedimiento para regular las máquinas según el producto a fabricar, el proceso se realiza a modo de prueba y error. El tiempo utilizado oscila ente los 26 y 49 minutos, para un promedio de regulación de 39 minutos.

5. El Ingrediente I y II son los ingredientes más importantes del proceso de fabricación de la Galleta Soda. El nivel de humedad existente en el medio ambiente y el porcentaje presente en el Ingrediente I son factores importantes en el rendimiento de producción y afectan a las máquinas empacadoras.

VI. IMPLEMENTACIÓN

A partir de los problemas encontrados en la quinta parte de este documento, se presentan las soluciones que mejor se adaptan a las condiciones de la organización y del proceso productivo descrito anteriormente.

A continuación la estructura de puntos que se describen en esta sección como posibles soluciones a los problemas detectados:

- La metodología de análisis aplicada a la línea de producción de Galleta Soda con base en los conceptos de análisis de procesos y productividad.
- Circulación del Ingrediente I en los silos de almacenamiento.
- Modificación del método de trabajo para el proceso de alimentación de las máquinas empacadoras sencillas y duales.
- Semiautomatización del proceso de preparación de cajas corrugadas.
- Metodología de trabajo para el proceso de llenado de los Ingredientes II y III en la parte de mezcla.
- Disposiciones generales sobre el manejo de producto terminado por parte del personal de empaque.
- Algunas consideraciones respecto a los tiempos improductivos.

Para efectos de comprensión de las soluciones a los problemas encontrados, las variables a desarrollar son clasificables en: factores que afectan la productividad de la línea de producción y por otro lado las operaciones y partes a reformar conforme a lo detallado en la aplicación de Análisis de Procesos.

Por ejemplo, dentro de los factores que afectan la productividad de la línea se encuentran:

- Método de trabajo en la parte de empaque.
- Manejo de producto terminado por parte del recurso humano.
- Proceso de mezcla de ingredientes.
- Cuarto de fermentación
- Tiempos improductivos.
- Falta circulación del Ingrediente I en silo de almacenamiento.

En la parte de las operaciones y partes que no agregan valor, se tiene:

- A. Alistamiento de aceite
- B. Inspección galleta cruda
- C. Alistamiento cajas corrugadas
- D. "Recortes"
- E. Alimentación de máquinas empacadoras

A. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Antes de iniciar con la explicación del proceso de investigación de la línea de producción Galleta Soda para aumentar su productividad, es necesario recordar que la metodología de investigación se basa en los conceptos de Análisis de Procesos y Productividad.

El concepto de productividad tiene dos enfoques o puntos de vista: productividad como un aspecto social y productividad como la relación entre entradas y salidas. El primer enfoque trata sobre los beneficios sociales que conlleva un aumento de la productividad; entre los que se pueden mencionar un mejor nivel de vida, satisfacción personal, creación de trabajo y mejor ambiente laboral entre otros.

En el segundo enfoque, se analizan los insumos utilizados con relación al producto obtenido. Este enfoque es cuantitativo y es utilizado como indicador de efectividad y eficiencia de la organización.

Para el caso en estudio, se analiza la productividad parcial con relación a las horas hombre utilizadas para producir la Galleta Soda.

Por otro lado, se utiliza en el proceso de investigación el concepto de Análisis de Procesos. Este concepto o herramienta de análisis, se utiliza para eliminar las partes y operaciones de un proceso productivo que no agregan valor al producto final, entendiendo valor como aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar.

Análisis de Procesos parte del hecho de que las actividades que agregan valor son aquellas que por su naturaleza aumentan el valor del producto. La misión principal de un proceso productivo es incrementar el valor para el consumidor final, por ende el cliente está dispuesto a pagar por el valor no por el desperdicio.

Dentro de las operaciones más comunes que por lo general no agregan valor se encuentran los reprocesos, exceso de transporte del producto en proceso y terminado, inspecciones y método de trabajo entre otros.

Respecto a las partes, las más comunes son empaques demasiado elaborados, exceso de empaques y/o dispositivos de seguridad (sobreempaques) y presentaciones no acordes con el producto entre otros.

También se consideran los excesos de inventario en proceso como fuentes que no agregan valor. Los excesos de inventario son utilizados para "tapar" los errores del proceso productivo.

El Análisis de Procesos utiliza el análisis crítico de las operaciones y partes, para lo cual hace uso de preguntas como:

- ¿Por qué? ... se realiza esta operación / se utiliza esta materia prima o empaque
- ¿Qué beneficio y/o ventaja trae al producto final?
- Si se elimina, ¿afectaría el proceso?
- ¿Existe otra manera de hacer esta operación (utilizar otro empaque) sin que esto afecte la calidad del producto y se optimice la eficiencia?

Las respuestas a cada una de estas preguntas, indicarán la forma o el camino a seguir para optimizar el proceso productivo.

1. Proceso de Análisis. De acuerdo a estos conceptos, a continuación se presentan los pasos realizados para el análisis de la línea Galleta Soda:

a. El primer paso es conocer el proceso productivo desde el punto de vista técnico y operacional. Este paso debe realizarse, por ser la empresa quien debe efectuar la actividad, mediante una reunión en donde se encuentren gerentes y supervisores de sección en lo que respecta a aspectos técnicos. Con respecto al punto de vista operacional, son importantes las entrevistas con personal de diferentes puestos de la línea. Es importante que se llegue a un acuerdo entre los puntos técnicos y operacionales con el fin de que todas las personas involucradas (cualquiera que sea el turno) hablen el mismo "idioma".

b. Siempre utilizando las entrevistas, conocer del personal operativo las inquietudes y comentarios sobre el proceso o función que realizan y los aspectos que ellos consideran afectan la productividad de la línea y de su propia función.

c. Con base en la Información suministrada por el personal de la línea, jefaturas y supervisores, determinar mediante análisis crítico cuáles son los factores que interfieren en la productividad del proceso productivo. Por lo general se tienen los siguientes:

- Tiempos improductivos: causales
- Materias primas y material de empaque: porcentaje

- Recurso Humano: capacitación, actitud, motivación
- Método de trabajo

Por ejemplo, para recopilar la información se necesitan herramientas estadísticas y formatos como los utilizados en los apéndices 13 y 14. Para analizar el método de trabajo la aplicación de diagramas de flujo, diagramas de flujo de operario y bimanuales, como los mostrados a partir del apéndice 1 hasta el 10.

El uso de la información que la empresa mantiene en la base de datos respecto a incidencia y razones de tiempos improductivos es importante que sea analizada con frecuencia y se desarrollen alternativas de solución.

d. De acuerdo con los resultados obtenidos de análisis de factores que afectan la productividad, establecer medidas correctivas para minimizar y de ser posible eliminar las variables encontradas, estableciendo para ello el impacto que tendrían las medidas tanto en el producto como en el proceso productivo y los colaboradores.

2. Aplicando análisis de procesos.

a. Identificar y dividir las operaciones de las partes que componen el proceso productivo. Operaciones se refieren a la metodología de producción; partes, a los componentes (materia prima y material de empaque) del producto.

b. Aunque en este proyecto no se menciona por seguridad de la información de la empresa, es necesario establecer los costos de cada parte y operación y confeccionar una tabla con los datos recolectados para su posterior análisis.

c. Convenir de una forma armoniosa y con base crítica una calificación relativa a cada una de las partes y operaciones que fueron identificados en el proceso productivo. Es recomendable, en primera instancia, establecer el criterio de calificación a utilizar.

d. Establecer mediante análisis crítico las operaciones y partes que no se encuentran agregando valor al producto con base en la explicación de la herramienta.

e. Analizar la factibilidad de eliminar estas operaciones y partes y el impacto que tendrían sobre el producto y consumidor final. Es importante asegurarse no afectar la calidad del producto.

f. De ser posible la eliminación de operaciones y partes que no agregan valor, establecer un posible nuevo proceso productivo para la línea. En primera lugar se debe simular el proceso propuesto para corregir cualquier anomalía no contemplada durante el análisis.

g. Una vez definido el nuevo proceso, eliminar las partes y operaciones del proceso actual e iniciar operaciones con el proceso productivo propuesto.

Notas.

1. La herramienta Análisis de Procesos trata de optimizar la utilización de los recursos que emplea la empresa para su proceso productivo. Esto implica que los resultados del análisis pueden no ser los de interés del personal que se encuentra en la línea. Es importante hacer partícipes a los operarios, jefes y supervisores de línea, de los cambios a efectuar con el fin de involucrarlos y comprometerlos en el proceso.

2. Se debe tener claro que la herramienta Análisis de Procesos únicamente indica qué operaciones y partes de un proceso productivo no agregan valor al producto final. Por ello, es necesario la utilización de otras herramientas y técnicas de análisis como Estudio de Métodos y Movimientos, Distribución de Planta y Diseño de Procesos, entre otras; para formular el nuevo proceso productivo que mejor se adapta a las diferentes variables de la línea de producción: máquinas, equipos, recurso humano, material de empaque y producto.

3. El proceso de documentación de todo el análisis e implantación es evidente; no debe ser obviado.

En lo que respecta a las notas anteriores, es necesario establecer en primera instancia las restricciones del proceso o línea de producción. Por ejemplo:

- a. Capacidad de las maquinarias y equipos: laminadoras, cortadoras de pasta, horno, bandas transportadoras, empacadoras.
- b. Porcentaje de utilización de maquinaria y equipo con base en su capacidad.
- c. Capacidad de la mano de obra.
- d. Identificación de cuello(s) de botella.

B. SILOS DE ALMACENAMIENTO

La problemática identificada estriba en que el Ingrediente I se mantiene estático dentro del silo de almacenamiento lo cual provoca que el proceso productivo presente variaciones importantes que son detectables principalmente en las variables de control peso crudo, peso cocido, grosor y humedad. A parte de esto, las variaciones son vistas por el pastero en las variables no controladas de color y textura de la pasta.

Respecto a este problema, es necesario la implantación de un sistema interno para mantener en circulación el Ingrediente I dentro del silo. También que el Ingrediente I de nuevo ingreso se mezcle con el Ingrediente I que ya se tiene almacenada, estandarizando o unificando (por describirlo de alguna manera) el insumo.

Este sistema de circulación no solamente aplicaría para el insumo Ingrediente I, sino también para el aceite y el azúcar que también se almacena en silos.

Este esquema permitiría establecer los parámetros de calidad idóneos para la galleta de acuerdo con un promedio de calidad de los insumos utilizados.

C. MÉTODO DE TRABAJO

El método de trabajo utilizado por la mayor parte de las operarias de la línea se debe, como ya se mencionó en el diagnóstico, al diseño de las máquinas. Debido a esta razón se consulta al Departamento de Mantenimiento acerca de la factibilidad para rediseñar las torres de alimentación de las máquinas empacadoras. De este departamento se obtiene una respuesta satisfactoria en tanto se indique el modelo de torre a confeccionar.

Actualmente las torres son perpendiculares a la banda transportadora de las galletas. Debido a esta condición, las operarias deben realizar movimientos de clase 4 lo cual provoca cansancio y desgaste físico notorio.

Debido a que el diseño de las máquinas no permite que la galleta sea alimentada directamente del horno (metodología ideal), el mejoramiento del método de trabajo se basa en el rediseño de las torres de alimentación y con ello un mejoramiento en la forma en cómo es alimentada la torre. Este mejoramiento supone una reducción de movimientos y tiempo, con lo cual se podrá aumentar la capacidad de las máquinas empacadoras.

En el apéndice 19 se presenta la distribución actual del Centro de Costos 2 donde se encuentran las máquinas empacadoras. En esta figura se puede observar que las máquinas FMC's se encuentran de primeras en el proceso de empaclado. Seguidamente se encuentran las Duales.

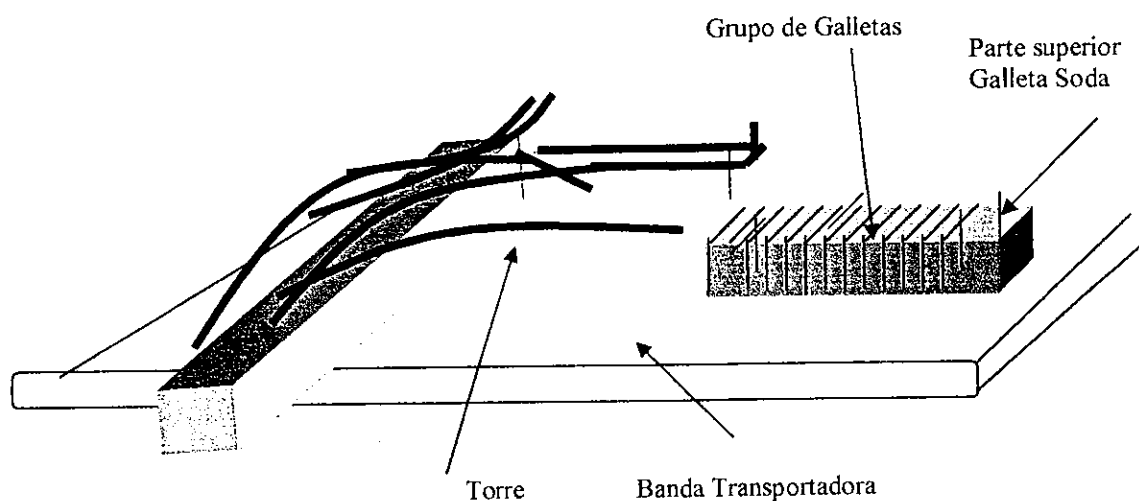
Actualmente las máquinas Duales trabajan a una tasa de 350 paquetes individuales por minuto. Las máquinas FMC's trabajan a 180 paquetes por minuto. Las Duales tienen capacidad de trabajar hasta 500 paquetes por minuto. Si las dos Duales se colocan de primeras, al mejorar el método se podría aumentar la velocidad y compensar lo que produce una máquina FMC.

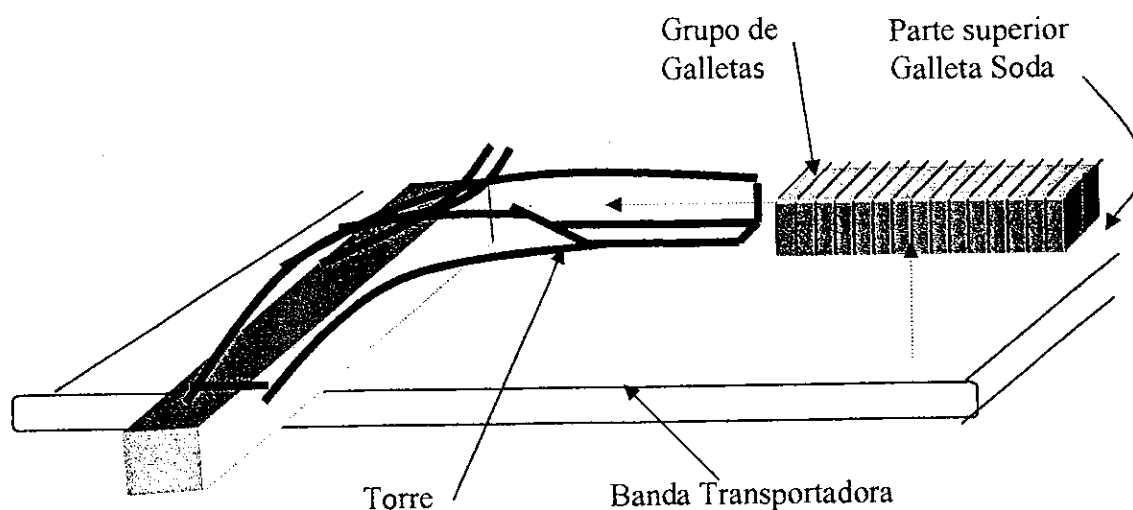
Las máquinas FMC's se colocarían luego de las Duales. De cuatro que se tienen actualmente, se utilizan tres, una para paquetes de ocho unidades y dos para galletas en caja de cartulina. En este caso, únicamente se utilizarían dos de ellas, dejando dos para casos en que alguna de las máquinas Duales no se encuentre trabajando.

Volviendo al problema principal, diseño de torres de alimentación, se puede observar en la figura 6.1 que la torre propuesta se encontraría paralela a la banda transportadora de la galleta. Con este diseño, se eliminarían las operaciones de acomodo de la galleta en la banda, giro de 90° del grupo de galletas tomado de la banda, giro del torso de la operaria y sostenimiento de la galleta en la torre como se muestra en el bimanual del apéndice 6.

Figura 6.1

Método propuesto de torre





En el apéndice 16 se muestra el bimanual mejorado donde el número de operaciones se minimiza a 5 en total para la mano derecha y 5 para la mano izquierda de acuerdo con el procedimiento actual.

Con base en este método mejorado, se supone una disminución de tiempo de alimentación de entre un 35 y 40%⁸. Esta mejoría deberá ser corroborada por la empresa debido a que la torre no está confeccionada y por lo tanto las pruebas no se pueden realizar con el trabajador calificado. El procedimiento para establecer el tiempo estándar a las trabajadoras se explica en el marco teórico.

Con el fin de eliminar en cierto grado el cansancio físico resultante de permanecer siete horas de pie frente a una máquina, se recomienda la compra de sillas giratorias tipo "bar" para aquellos puestos en que la función así lo permita, por ejemplo en las máquinas FMC, Duales, Doboy y Sig.

En resumen, al eliminar estas operaciones se optimiza el tiempo de las operarias para la operación total de alimentación de las máquinas empacadoras. El método de trabajo permitiría entonces, aumentar la velocidad de las máquinas empacadoras dobles debido al mayor tiempo de reacción de las operarias. Para compensar el cansancio físico resultante de la labor se

⁸ El porcentaje de tiempo que se disminuye corresponde a pruebas realizadas por el investigador, con una torre modelo confeccionada en cartulina.

recomienda la compra de sillas giratorias tipo bar. Los beneficios del método planteado pueden ser más notorios con una redistribución de las máquinas.

D. PREPARACIÓN DE CAJAS CORRUGADAS

Como ya se explicó en la parte de diagnóstico, en el proceso de preparación de las cajas corrugadas intervienen de seis a siete personas según las necesidades de producción.

Específicamente en el proceso de preparación; el cual consta de identificación del producto por referencia con una marca de tinta y colocación de etiqueta con código de barra correspondiente, se utilizan de tres a cuatro personas. Una vez que las cajas se encuentran identificadas apropiadamente, se trasladan al área donde los operarios de empaque final las toman para colocar el producto dentro de ellas. En esta sección se encuentran tres personas realizando la labor.

De acuerdo con la herramienta de Análisis de Procesos, la preparación de las cajas no agrega valor al producto, por el contrario lo encarece al tener que contar con tres o cuatro personas.

Con base en la calificación que obtuvo este proceso, es necesario mejorar la metodología mediante su automatización o semiautomatización. Para este caso, se presenta a continuación la descripción de una máquina que podría ser operada por una sola persona y realizaría la función descrita.

1. Descripción de máquina propuesta. En una primera sección, la máquina tendría un alimentador de cajas corrugadas listas para ser identificadas y armadas. Para realizar esta operación, es necesario establecer la posición en que se colocará la caja con el fin de que se pueda definir la posición de las partes mecánicas que servirán para marcar las cajas según referencia.

Esta primera sección tomará una caja a la vez. El operario únicamente tendrá que colocar las cajas en el alimentador y realizaría los cambios necesarios en la máquina para que pueda realizar la labor de acuerdo con el producto en producción.

Al tomar la caja, pasaría a una segunda sección donde la máquina estaría en la capacidad de identificar la caja con un sello en el área de la caja asignada para este fin. Respecto a esta parte existen dos opciones:

a. Las cajas no tienen ni código de barra, ni cuadro para referencia; en este caso la máquina debe tener las cualidades necesarias y previstas para poderle realizar cambios en sus

partes de identificación. La desventaja que representa para la empresa, estriba en la cantidad de variables que se deben de prever en el diseño de la máquina para poder realizar los cambios.

b. Las cajas tienen campo para el código de barra y referencia; se debe diseñar la máquina de acuerdo con especificaciones de medida de cajas. La desventaja es para el proveedor por cuanto Pozuelo definiría las ubicaciones de campo en las cajas.

En esta segunda sección de la máquina, o en otra, se le da volumen a la caja (armado). Para este proceso se necesitaría de pinzas metálicas que se inserten entre las caras de la caja y separe las mismas en tanto dos placas laterales se contraen con el fin de que se le pueda dar forma a la caja.

Por último, una vez que la caja está identificada y armada, se pasa directamente a la sección donde se encuentran los operarios de empaque final, para que los mismos tomen las cajas y únicamente introduzcan el producto.

E. SECCIÓN DE MEZCLA

Respecto a esta situación, es importante hacer ver a los pasteros acerca de la incidencia que tienen la forma en que realizan su trabajo sobre el resto del proceso productivo. Las operaciones más importantes de todo el proceso son la mezcla y el horneado.

La mezcla de los ingredientes es una operación en la cual el procedimiento debe ser realizado del mismo modo en cualquiera de los turnos. Es responsabilidad de la Gerencia de Producción y Supervisor de Centro de Costos respectivo, establecer en conjunto con los operarios de proceso la mejor metodología de preparación y mezcla de ingredientes que beneficie el resto del proceso.

En este proceso debe quedar claro y documentado:

- La textura y color que debe tener la pasta para que continúe con los procesos restantes.
- La metodología de alistamiento y pesado de los Ingredientes II y III. Utilización correcta de equipo metrológico y comprensión de su funcionamiento.
- Metodología de "colocación" de los ingredientes en los carritos, entendiendo "colocación" como la distribución homogénea de los ingredientes dentro de los carritos para asegurar una mejoría en la mezcla de los ingredientes y con ello la calidad de la pasta.

Por otro lado, para el proceso de preparación del aceite se tiene una persona diferente a la que realiza la operación para el Ingrediente II. De acuerdo con la aplicación y resultados de análisis, una sola persona perfectamente podría llevar a cabo las dos labores, aprovechando las facilidades que brinda el sistema métrico en uso.

Siempre dentro del área de mezcla y específicamente en la sección anterior al área de hornos, permanecen dos operarias realizando labores de inspección de peso crudo de las galletas y control de especificaciones relacionadas con la forma y diseño de las mismas.

Como ya se explicó anteriormente, estas personas se encuentran realizando estas labores, y en mayor importancia durante los arranques de producción en las mañanas y en los cambios de producto, debido a la inestabilidad del producto.

Con la implantación de un sistema de circulación del Ingrediente I e ingredientes mayores en los silos de almacenamiento y determinación de las especificaciones idóneas de color y textura de la pasta, es factible eliminar un puesto a futuro en cuanto se tenga un mayor control sobre las variables en mención.

Aparte de los elementos anteriormente descritos, el cuarto de fermentación tiene solamente dos rociadores de agua. Para efectos de incrementar la calidad de la pasta que se encuentra en proceso de fermentación es necesaria la colocación de cuatro rociadores adicionales en las paredes laterales del cuarto. La colocación de estos rociadores abarcaría el resto del cuarto que no estuviera cubierto. Con ello se esperaría un incremento en la productividad de la línea por uniformidad de las pastas.

F. MANEJO DE PRODUCTO

Esta parte va relacionada con la actitud y conciencia por parte del recurso humano hacia el manejo del producto. Es trabajo de la Gerencia de Producción, Supervisores de Línea y Jefes de máquina hacer ver a los colaboradores sobre la importancia de un buen manejo del producto, tomando en consideración que la Galleta Soda en sus diferentes presentaciones es una de las galletas más frágiles que se fabrica.

Como solución a esta parte, es necesario realizar una reunión con el personal de la línea para encontrar una solución en conjunto a esta problemática. Si bien es cierto en todo proceso existe material que no cumple especificaciones por diferentes razones, el personal de la línea no debiera ser el principal causal de producto inconforme.

Parte de los puntos a ser tomados en consideración para cambiar el pensamiento del personal son la motivación, entrenamiento y capacitación para el manejo del producto. Esta capacitación debe ser dirigida en primera instancia a las jefaturas y operarios de máquina; las primeras personas que tienen contacto con el producto.

Es importante que el personal entienda la importancia y beneficios que conlleva el minimizar esta variable que se encuentra afectando la productividad de la línea. Una disminución considerable permitirá a la empresa minimizar sus costos operacionales, asegurar el empleo de las personas que allí laboran e incrementar el trabajo.

Por otro lado, es importante recordar que el producto es de carácter alimenticio lo que obliga a la empresa a establecer políticas o prácticas de manufactura para asegurar el bienestar y seguridad de clientes y consumidores. Bajo esta perspectiva, se presentan una serie de recomendaciones (algunas son utilizadas por la empresa mas no se cumplen en su totalidad) que permitirán asegurar en cierta medida el cumplimiento de normas de higiene y salud:

- Toda persona que se encuentre mal de salud y cuya enfermedad se contagie anaerómicamente o por otro medio de contacto (gripe, tos, estornudos severos, alergias, salpullidos, etc.), deberá reportar de inmediato al superior con el fin de que lo ubique en la realización de labores que no perjudiquen la integridad del producto y salud de otros compañeros. En caso de no comunicar, es deber del compañero de trabajo informar al respecto a su superior.
- Es importante asegurar que el personal no utilice maquillajes, pinturas de labios, uñas largas y/o pintadas, cremas o perfumes en las manos, anillos, relojes, aretes, cadenas, pulseras y otros elementos que puedan atentar contra la seguridad del consumidor. En el caso de los hombres, si utilizan barba mantenerla presentable, limpia y tapada. Si poseen vello en el pecho, mantener la gabacha bien abotonada y cerrada y de ser posible (en caso de abundancia) usar camiseta blanca por debajo.
- Utilizar el uniforme completo (zapatos cerrados, gabacha, pantalón o falda, gorra y cobertor para el cabello. En los casos de áreas especiales dentro de la empresa que requieran la utilización de equipo especial, su uso es responsabilidad del empleado y en caso de accidente y se compruebe negligencia por parte del empleado tratar como falta grave hacia la empresa. Sobra mencionar la importancia que tiene el aseo personal para presentarse a trabajar.
- Lavarse las manos cada vez que se ingresa a la planta. Esto quiere decir que después de haber ido al baño, luego de horas de descanso, almuerzo o cualquiera otra razón lavarse las manos por un tiempo prudencial. Esta condición también debe aplicar para las personas que repentinamente estornudan sin razón alguna o se rascan provocando contacto directo mano -

piel. Es recomendable contar con dispositivos para almacenar yodo, jabón desinfectante o alcohol en gel en los lugares donde los colaboradores se deben asear.

G. TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

El diagrama de Pareto presentado, resume las razones de tiempos improductivos recopilados de la base de datos que mantiene la empresa y complementados con datos observados durante el proceso de investigación y realización de este proyecto.

Antes de indicar las propuestas de solución para estos variables, es importante hacer mención sobre la problemática que se presenta con el primer concepto utilizado por la empresa para indicar un tiempo improductivo: "faltante de producto". Durante las observaciones realizadas, se pudo notar que no se estaba utilizando bien el concepto por cuanto unas máquinas si se encontraban trabajando y otras no, lo que hacía pensar que no necesariamente "faltante de producto" era la razón por la cual una máquina no se encontraba trabajando.

Esto hace suponer que existe la necesidad de especificar más claramente los motivos por los cuales se registra un tiempo improductivo en los formularios que utilizan los jefes de máquina. Por ejemplo, una máquina Doboy tiene tiempos improductivos registrados por la razón expuesta, cuando en lo que realidad sucedía era una intervención por parte del equipo de mantenimiento de la máquina predecesora.

Definir razones tales como: "falla eléctrica máquina predecesora", "falla mecánica máquina predecesora", por ejemplo, permitiría distinguir claramente cuales son las causas de tiempos improductivos sobre las cuales se debe dirigir los esfuerzos de las gerencias involucradas.

Por otro lado se tiene que las razones de tiempos improductivos se deben más que todo a fallos en las máquinas empacadoras y regulación por cambio de producto.

1. Tiempo de regulación de las máquinas. Las máquinas empacadoras son reguladas a prueba y error. Esta condición provoca que no se tenga un tiempo estándar para regular cada una de las máquinas. Los tiempos de regulación de entre 26' y 49' son considerados por el departamento de ingeniería para el proceso de programación de la producción.

Este tiempo de regulación se podría minimizar si las máquinas fueran "marcadas" en el lugar donde se estabiliza su funcionamiento. El realizar esta práctica, permitiría al Departamento

de Mantenimiento regular la máquina en la marca indicada en el momento en que se cambia de producto.

Además de esto, es importante la capacitación y entrenamiento para mejorar el tiempo de regulación. Una disminución del 10% (3 – 5 minutos) en el tiempo de regulación, significaría una mejoraría sustancial en la productividad de las líneas.

Sería aun más interesante si el departamento se propone la meta de disminuir los tiempos periódicamente con el fin de realizar aportes periódicos a los aumentos de producción.

2. Mantenimiento correctivo. Este mantenimiento se refiere al resto de las intervenciones que realiza el Departamento para soluciones diferentes variables en el diagrama de Pareto y provocan el 80% de las causas de tiempos improductivos, específicamente: falla eléctrica y falla mecánica.

De igual forma que en el punto anterior, es recomendable que el Departamento de Mantenimiento formule objetivos específicos para minimizar la cantidad y tiempos de mantenimiento correctivo que se realizan.

La formulación de estos objetivos se debe realizar con la participación y aporte de sugerencias por parte de los operarios de las máquinas. Es beneficioso para ambos departamentos con el fin de abarcar la mayor cantidad de variables posibles que afectan el buen funcionamiento de las máquinas empacadoras y mejorar el rendimiento de las dos áreas.

H. APORTE A LA PRODUCTIVIDAD

Con base en las propuestas de solución anteriormente desarrolladas y el método utilizado por la empresa para determinar la productividad de las líneas en relación con los kilogramos de producto terminado por hora hombre, se plantea las mejoras en la productividad esperadas.

El cuadro 6.1 resume los resultados a obtener al implantar las propuestas. Es importante tener claro que algunas de ellas pueden no tener beneficios cuantitativos a corto plazo, sino más bien, mejoramiento en el ambiente de trabajo con resultados cuantitativos a largo plazo.

En cuanto a ahorro en recurso humano, básicamente se pueden prescindir de aproximadamente siete personas, lo cual significa un 5.18% menos, considerando las personas que intervienen en el Centro de Costos 2 (empaques) y parte del Centro de Costos 1, específicamente la parte de Mezcla (en forma dividida, 6.15% corresponden al CC2; el porcentaje faltante al CC1). Por otro lado, se debe considerar los beneficios productivos que conlleva las

demás soluciones, ya que lo anterior es con base en los resultados de una disminución en el recurso humano.

Cuadro 6.1
Resumen de resultados al implantar las soluciones propuestas.

It.	Operación / Parte Variable / Elemento	Cantidad Ahorro	Porcentaje respecto a situación actual	Observaciones
1	Método de Alimentación de Torres	3 movimientos	35 - 40% menos de tiempo	Aplica para las máquinas FMC y Duales
2	Redistribución de máquinas empacadoras	De 2 a 4 personas	2 - 3% menos en recurso humano	Una vez que se coloquen las nuevas torres se podrá redistribuir CC1
3	Preparación Ingredientes II y III	1 persona	50% menos en recurso humano	
4	Control variable peso crudo y especificaciones de forma	1 persona	50% menos en recurso humano	Se debe esperar resultados del sistema de circulación en los silos.
5	"Recortes"	600 Kg. Semanales De 1 a 2 personas	90% menos recorte 30 - 40% menos recurso humano	Utilización de programas de capacitación en manejo de productos
6	Preparación cajas corugadas	De 2 a 3 personas	60 - 75% menos en recurso humano	
7	Regulación	3 a 5 minutos	10% menos de tiempo	
8	Sistema Circulación en los silos	-	-	
9	Mantenimiento Correctivo	30 a 40 minutos mensuales	10% menos de tiempo	

I. CONSIDERACIONES GENERALES

Consciente del valor que representa el recurso humano para la empresa, se lleva a cabo la política de reubicar a las personas dentro de las diferentes líneas en situaciones donde se paraliza la producción de una línea o porque todo un grupo de trabajo de una línea se disuelve. En estos

casos se considera primero la calidad del trabajo que el colaborador ha brindado a la empresa para tomar la decisión.

Esta política llega en cierta medida a afectar la productividad de las líneas por cuanto el aporte que brinda estas personas es cada vez menos por cada persona que reubican.

VII. CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto de investigación se realiza en la línea de producción Galleta Soda de una empresa multinacional. Esta empresa busca incrementar la productividad de su línea basándose en una metodología estándar de análisis y obtención de resultados.

Bajo esta expectativa, se utiliza la herramienta de Análisis de Procesos con el fin de determinar las operaciones y partes que no agregan valor al producto.

Durante la aplicación de esta herramienta, se detecta que:

- Básicamente todo el personal que se encuentra en el proceso de empaque no debiera existir por cuanto no agrega valor al no modificar o transformar los materiales que componen el producto según el concepto aplicado. Sin embargo, debido al tipo de máquinas en uso para el proceso de empaque, no se puede prescindir del personal, por lo que se analiza el método de trabajo utilizado por las operarias.
- En este análisis se detecta que el diseño de las torres de alimentación de las máquinas provoca movimientos de clase 4 a las operarias. Estas torres se encuentran perpendiculares a la banda transportadora de las galletas y a la derecha de las operarias. Se propone para este caso confeccionar torres de alimentación paralelas a la banda y que se encuentren a la izquierda de la operaria.
- Para observar una mejoría mayor en la metodología propuesta se recomienda una nueva distribución de las máquinas empacadoras y colocación de sillas giratorias para las operarias. Esto último permitirá una disminución importante en el cansancio de las operarias que permanecen siete horas de pie frente a las máquinas además de una reducción de una a dos personas de la línea.
- El producto no conforme, considerado por la empresa como "recorte", representa un problema para la empresa por cuanto existe gran responsabilidad del recurso humano en esta variable. La capacitación en manejo de producto y seguimiento por parte de las jefaturas de máquina son las soluciones propuestas para minimizar en al menos un 90% esta problemática. Si bien es cierto siempre existe un porcentaje adjudicable por pérdida de producto al recurso humano, no debiera ser el principal causante de la cantidad de producto no conforme.
- Se detecta que el personal que prepara las cajas corrugadas con identificación de la referencia de producto a empacar tampoco agrega valor al producto. Se propone para esta sección la construcción, por parte del departamento de Mantenimiento, de una máquina para

preparar e identificar estas cajas corrugadas. Con esta mejora se esperaría una reducción de dos a tres personas.

- Los tiempos improductivos que incluyen regulación de las máquinas por cambio de producto, falla eléctrica, falla mecánica y otros por causa de mantenimiento correctivo, deberán ser disminuidos en un 10% para incrementar la productividad de la línea. Para la parte de regulaciones se propone la señalización de las partes a regular de las máquinas donde se obtiene una operación normal de las mismas. Para el caso del resto de intervenciones por parte del Departamento de Mantenimiento, se recomienda establecer objetivos continuos de minimización de los tiempos mediante capacitación.

- Con respecto a la sección de mezcla perteneciente al Centro de Costos 1, se propone entrenar al Pastero para que se haga cargo de la preparación del aceite, esto debido a que actualmente una persona se encarga de esto. Dentro de esta misma sección, se plantea a largo plazo prescindir de una de las dos operarias que se encuentran en el proceso de control de variable de peso crudo y especificaciones de forma de la galleta.

- En cuanto al cuarto de fermentado existe el problema de falta de rociadores de agua. La colocación de cuatro rociadores facilitaría la estandarización de las especificaciones de color, textura y la calidad de la pasta.

- Parte del problema presente en las variaciones de los puntos de control de peso crudo, peso cocido, humedad y grosor de la galleta se debe a la calidad del Ingrediente I. Para minimizar esta problemática, se propone implantar un sistema de circulación en los silos con el fin de estandarizar en cierto grado el porcentaje de gluten.

- Las propuestas de solución planteadas suponen una disminución en la cantidad de recurso humano que elabora en los centros de costos 1 y 2 en un 5.18% y con ello un incremento en el indicador de productividad parcial kilogramo por hora hombre.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Juran, J. Y Gryna, F. 1988. *Análisis y planeación de la calidad*. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill. 633 págs.
- Koontz, Harold y Weihrich, Heinz. 1994. *Administración: una perspectiva global*. Décima edición. Editorial McGraw-Hill. 796 págs.
- Niebel, B. 1996. *Ingeniería Industrial*. Novena edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 547 págs.
- Roche, Williams y MacKinnon, Neil. 1982. *La motivación del personal mediante el trabajo con significado*. Revista Clásicos Harvard de la Administración. Vol I.
- Sapag, N. y Sapag, R. 2000. *Preparación y evaluación de proyectos*. Cuarta edición. Editorial McGraw-Hill. 439 págs.
- Sipper, Daniel y Bulfin, Robert. 1998. *Planeación y control de la producción*. Editorial McGraw Hill. 928 págs.
- Chase, Richard, Aquilano, Nicholae y Jacobs, Robert. 2000. *Administración de la producción y operaciones*. Editorial Mc Graw Hill. 805 págs.
- Vollman, Thomas, Berry, William y Whybark, Clay. 1997. *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill / Irwin. 867 págs.
- Tricker, Robert. 1982. *Effective information management*. Van Nostrand Reinhold Company.

IX. APÉNDICES

APÉNDICE 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		
Empresa Multinacional		
Proceso Productivo Galleta Soda	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

No.	Descripción	Símbolo	Observaciones
1	Recepción de materiales en bodega	○ □ ▷ ▽	
2	Inspección de materiales	○ □ ▷ ▽	
3	Almacenamiento de insumos en bodega y silos	○ □ ▷ ▽	
4	Transporte de ingredientes menores a Laboratorio	○ □ ▷ ▽	con montacargas
5	Pesaje y preparación para el proceso de mezcla	○ □ ▷ ▽	
6	Transporte de ingredientes a mezcla (CC1)	○ □ ▷ ▽	con carretilla manual
7	Transporte de Ingrediente I a mezcla (CC1)	○ □ ▷ ▽	por tuberías
8	Transporte de empaques a CC2	○ □ ▷ ▽	
9	Mezcla de ingredientes en carrito	○ □ ▷ ▽	maquina tres ejes
10	Inspección de pasta	○ □ ▷ ▽	
11	Transporte a cuarto de fermentación	○ □ ▷ ▽	con carretilla eléctrica
12	Almacenamiento de pasta para fermentación	○ □ ▷ ▽	
13	Inspección de pasta	○ □ ▷ ▽	
14	Transporte de pasta a maquina de rodillos	○ □ ▷ ▽	con carretilla eléctrica
15	Proceso de laminación de pasta	○ □ ▷ ▽	
16	Transporte a molde de galletas	○ □ ▷ ▽	banda transportadora
17	Corte de laminación para dar molde a la galleta	○ □ ▷ ▽	
18	Inspección de galleta cruda	○ □ ▷ ▽	
19	Transporte a horno	○ □ ▷ ▽	banda transportadora
20	Horneado de galleta	○ □ ▷ ▽	
21	Inspección de galleta cocida	○ □ ▷ ▽	
22	Transporte a maquinas empacadoras individuales	○ □ ▷ ▽	banda transportadora
23	Empaque de producto en paquetes individuales	○ □ ▷ ▽	
24	Inspección producto empacado	○ □ ▷ ▽	
25	Transporte a sección de empaque en cajas corrugadas	○ □ ▷ ▽	banda transportadora
26	Colocación de producto en cajas corrugadas	○ □ ▷ ▽	
27	Sellado de cajas corrugadas	○ □ ▷ ▽	
28	Transporte al CAD	○ □ ▷ ▽	banda transportadora
29	Almacenamiento de producto en el CAD	○ □ ▷ ▽	

Resumen	
Actividad	Numero
○	10
□	-
▽	3
▷	12
□	7

APÉNDICE 2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO PARA EL PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE EMPACADORAS INDIVIDUALES

DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO		
Empresa Multinacional		
Alimentación de Torres de Empacadoras Individuales	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

No.	Descripción	Símbolo	Observaciones
1	Tomar grupo de galletas de la banda	○ □ ▷ ▽	
2	Inspeccionar galletas tomadas	○ ▷ ▽	
3	Alinear galletas en la banda	○ □ ▷ ▽	
4	Colocar galletas en la torre	○ □ ▷ ▽	
5	Sostener galletas	○ □ ▷ ▽	

Resumen	
Actividad	Numero
○	4
□	1
▷	-
▽	-
▷	-
□	1

APÉNDICE 3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO PARA EL PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE EMPACADORAS MÚLTIPLES

DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO			
Empresa Multinacional			
Alimentación de Torres de Empacadoras Múltiples		Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
		Noviembre, 2002	Actual

No.	Descripción	Símbolo	Observaciones
1	Tomar paquetes de galletas de la banda	○ □ □ ⇨ ▽	
2	Inspeccionar galletas tomadas	○ □ □ ⇨ ▽	
3	Colocar en la banda de empacadora múltiple	○ □ □ ⇨ ▽	

Resumen	
Actividad	Numero
○	2
□	-
▽	-
⇨	-
□	1

APÉNDICE 4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO PARA EL PROCESO DE EMPAQUE EN CAJA CORRUGADA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO		
Empresa Multinacional		
Empaque en Cajas Corrugadas	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

No.	Descripción	Símbolo	Observaciones
1	Tomar paquetes múltiples de la banda	⊙ □ □ ⇨ ▽	
2	Inspeccionar paquetes tomados	○ □ □ ⇨ ▽	
3	Colocar paquetes en caja corrugada	⊙ □ □ ⇨ ▽	
4	Cerrar caja corrugada	⊙ □ □ ⇨ ▽	
5	Caminar con caja a maquina selladora	○ □ □ ⇨ ▽	
6	Colocar caja corrugada en maquina selladora	⊙ □ □ ⇨ ▽	

Resumen	
Actividad	Numero
○	4
□	-
▽	-
⇨	1
⊙	1

APÉNDICE 5. DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERARIO PARA EL PROCESO DE EMPAQUE EN CAJA CARTULINA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL OPERARIO		
Empresa Multinacional		
Empaque en Caja de Cartulina	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

No.	Descripción	Símbolo	Observaciones
1	Tomar caja de cartulina con producto de la banda	○ □ ▷ ↻ ▽	
2	Inspeccionar cajitas tomadas	○ □ ▷ ↻ ▽	
3	Colocar cajitas en caja corrugada	○ □ ▷ ↻ ▽	
4	Cerrar caja corrugada	○ □ ▷ ↻ ▽	
5	Colocar caja corrugada en maquina selladora	○ □ ▷ ↻ ▽	
6	Llevar caja corrugada sellada a banda transportadora	○ □ ▷ ↻ ▽	

Resumen	
Actividad	Numero
○	4
□	-
▷	-
↻	1
▽	1

APÉNDICE 6. DIAGRAMA BIMANUAL PARA EL PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE TORRES DE LAS MÁQUINAS FMC Y DUAL





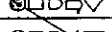


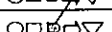


Diagrama Bimanual		
Empresa Multinacional		
Alimentación Empacadora Individual	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

Mano Izquierda			Mano Derecha		
No	Descripción	Símbolo	Símbolo	Descripción	No
1	Sostiene producto en la banda	○□□⇨▽	●□□⇨▽	Separa producto de la banda	1
2	levanta producto de la banda	●□□⇨▽	●□□⇨▽	Levanta producto de la banda	2
3	Alinea producto en la banda	●□□⇨▽	●□□⇨▽	Alinea producto de la banda	3
4	Gira para alinear producto en la banda	●□□⇨▽	●□□⇨▽	Gira para alinear producto	4
5	Lleva producto a la torre	○□□⇨▽	○□□⇨▽	Lleva producto a la torre	5
6	Acomoda producto en la torre	●□□⇨▽	●□□⇨▽	Acomoda producto en la torre	6
7	Sostiene producto de la torre	○□□⇨▽	○□□⇨▽	Sostiene producto de la torre	7
8	Devuelve a posición inicial	○□□⇨▽	○□□⇨▽	Devuelve a posición inicial	8

RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Mano Izquierda	Mano Derecha
Operaciones	○	4	5
Inspecciones	□	-	-
Transportes	⇨	2	2
Demoras	D	-	-
Almacenamientos	▽	2	1
Totales		8	8

APÉNDICE 7. DIAGRAMA BIMANUAL PARA EL PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE EMPAQUE MÚLTIPLE DOBOY Y SIG MINOR

Diagrama Bimanual		
Empresa Multinacional		
Alimentación Empacadora Múltiple	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

Mano Izquierda			Mano Derecha		
No	Descripción	Símbolo	Símbolo	Descripción	No
1	Toma producto de la banda			Toma producto de la banda	1
2	Mantiene paquete individual en mesa			Mantiene paquete individual en mesa	2
3	Coloca paquete en banda de empacadora			Coloca paquete en banda de empacadora	3
4	Devuelve a la banda			Devuelve a la banda	4
5	Espera producto de la banda			Espera producto de la banda	5

RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Mano Izquierda	Mano Derecha
Operaciones	O	2	2
Inspecciones	□	-	-
Transportes	⇄	1	1
Demoras	D	1	1
Almacenamientos	▽	1	1
Totales		5	5

APÉNDICE 8. DIAGRAMA BIMANUAL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE EN CAJA CARTULINA

Diagrama Bimanual		
Empresa Multinacional		
Empaque en Caja de Cartulina	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

Mano Izquierda			Mano Derecha		
No	Descripción	Símbolo	Símbolo	Descripción	No
1	Espera cajita de cartulina	○□□□▽	○□□□▽	Lleva a dispositivo de cajitas	1
2	Sostiene cajita de cartulina	○□□□▽	●□□□▽	Toma cajita de dispositivo	2
3	Acomoda paquete dentro de la cajita	●□□□▽	○□□□▽	Lleva a banda	3
4	Espera paquetes de galletas	○□□□▽	●□□□▽	Toma producto de la banda	4
5	Sostiene cajita llena	○□□□▽	●□□□▽	Coloca en la cajita de cartulina	5
6		○□□□▽	●□□□▽	Cierra cajita llena	6
7		○□□□▽	●□□□▽	Coloca en banda para empaque	7

RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Mano Izquierda	Mano Derecha
Operaciones	○	1	5
Inspecciones	□	-	-
Transportes	⇨	-	2
Demoras	D	2	-
Almacenamientos	▽	2	-
Totales		5	7

APÉNDICE 9. DIAGRAMA BIMANUAL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE EN CAJA CORRUGADA DE GALLETAS SODA EN PRESENTACIÓN DE CAJA DE CARTULINA

Diagrama Bimanual		
Empresa Multinacional		
Empaque Caja Corrugada / Cajita de Cartulina	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

Mano Izquierda			Mano Derecha		
No	Descripción	Símbolo	Símbolo	Descripción	No
1	Lleva a la caja corrugada	○□□⇨▽	○□□⇨▽	Espera caja corrugada	1
2	Toma caja corrugada	⊙□□⇨▽	⊙□□⇨▽	Toma caja corrugada	2
3	Arma caja corrugada	⊙□□⇨▽	○□□⇨▽	Arma caja corrugada	3
4	Sostiene caja corrugada	○□□⇨▽	⊙□□⇨▽	Lleva a banda	4
5	Acomoda cajita dentro de caja corrugada	⊙□□⇨▽	⊙□□⇨▽	Toma cajita llena	5
6	Cierra caja corrugada	⊙□□⇨▽	⊙□□⇨▽	Lleva a caja corrugada	6
7	Coloca en maquina selladora	⊙□□⇨▽	⊙□□⇨▽	Cierra caja corrugada	7
8		○□□⇨▽	⊙□□⇨▽	Coloca en maquina selladora	8

RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Mano Izquierda	Mano Derecha
Operaciones	○	5	6
Inspecciones	□	-	-
Transportes	⇨	1	2
Demoras	□	-	-
Almacenamientos	▽	1	-
Totales		7	8

APÉNDICE 10. DIAGRAMA BIMANUAL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE EN CAJA CORRUGADA DE PAQUETES MÚLTIPLES

Diagrama Bimanual		
Empresa Multinacional		
Empaque Caja Corrugada	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Actual

Mano Izquierda			Mano Derecha		
No	Descripción	Símbolo	Símbolo	Descripción	No
1	Lleva a caja corrugada	○□D⇌▽	○□D⇌▽	Lleva a caja corrugada	1
2	Toma caja corrugada	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Toma caja corrugada	2
3	Arma caja corrugada	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Arma caja corrugada	3
4	Coloca caja en mesa	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Coloca caja en mesa	4
5	Lleva a banda	○□D⇌▽	○□D⇌▽	Lleva a banda	5
6	Acomoda paquetes	⊙□D⇌▽	○□D⇌▽	Sostiene paquetes	6
7	Levanta grupo de paquetes	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Levanta grupo de paquetes	7
8	Lleva a caja corrugada	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Lleva a caja corrugada	8
9	Acomoda paquetes en caja corrugada	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Acomoda paquetes en caja corrugada	9
10	Cerrara caja corrugada	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Cerrar caja corrugada	10
11	Lleva a maquina selladora	⊙□D⇌▽	⊙□D⇌▽	Llevar a maquina selladora	11
12			⊙□D⇌▽	Coloca sello de tinta	12

RESUMEN			
Actividad	Símbolo	Mano Izquierda	Mano Derecha
Operaciones	○	9	9
Inspecciones	□	-	-
Transportes	⇌	2	2
Demoras	D	-	-
Almacenamientos	▽	-	1
Totales		11	12

APÉNDICE 11. INFORME DE "RECORTES" DURANTE UNA SEMANA NO CONTINUA DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA GALLETA SODA

Día 1	FMC1	Malla	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy2	SigMinor	Totales
7:30	2.25	4.01	2.52	2.48	3.13	3.81	3.07	2.78	2.81	26.86
8:30	1.80	2.86	1.78	1.93	2.67	2.68	2.18	2.17	2.48	20.55
9:30	1.92	2.95	2.30	2.75	2.79	2.90	1.89	2.19	2.03	21.72
10:30	1.26	3.23	1.46	1.81	2.35	3.35	1.51	1.91	1.75	18.63
11:05	1.75	2.75	1.57	2.01	1.93	2.53	1.83	1.34	2.04	17.75
12:30	0.56	1.80	0.75	0.88	1.76	1.77	0.43	0.96	0.74	9.65
13:30	1.23	2.75	1.53	1.93	2.56	2.60	1.35	2.36	1.01	17.32
14:30	1.75	2.54	2.18	2.35	2.86	2.55	2.29	2.75	2.36	21.63
15:30	2.15	3.57	2.25	1.98	2.71	2.74	2.02	2.91	2.34	22.57
16:30	1.85	3.43	2.01	2.14	2.28	2.97	1.62	2.47	1.92	28.69
17:30	2.13	3.11	2.16	2.03	2.13	2.81	1.98	2.23	1.35	19.93
18:30	1.91	2.86	2.04	1.84	1.90	2.66	1.75	2.01	1.75	18.72
19:30	1.89	2.26	2.00	1.73	2.02	2.49	1.86	1.79	1.71	17.75
20:30	2.23	1.89	2.23	1.68	1.93	2.27	1.91	1.89	1.54	17.57
21:30	1.86	1.74	2.13	1.59	2.41	2.18	1.77	2.37	1.43	17.48
Totales	26.54	41.75	28.91	29.13	35.43	40.31	27.46	32.13	27.16	288.82

Día 2	FMC1	Malla	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy2	SigMinor	Totales
7:30	1.95	3.53	2.05	3.11	3.21	3.27	2.48	3.03	2.92	25.55
8:30	1.28	2.86	1.78	2.26	2.71	2.91	1.80	2.56	2.72	20.88
9:30	1.72	2.73	1.83	1.79	2.39	2.83	2.19	1.90	1.95	19.31
10:30	1.46	2.91	1.35	1.81	2.15	2.75	1.57	2.13	2.01	18.14
11:05	1.57	2.59	1.46	1.90	2.01	3.01	1.43	1.78	1.81	17.56
12:30	0.65	1.64	0.81	0.73	1.79	1.48	0.81	0.85	0.91	9.67
13:30	1.32	2.46	1.11	1.53	2.16	2.69	1.47	2.16	1.35	16.25
14:30	1.45	2.63	1.70	2.11	2.75	2.37	2.06	2.54	1.68	19.29
15:30	1.89	2.47	1.92	2.05	2.64	2.88	2.10	2.77	1.79	20.51
16:30	2.01	2.88	1.93	1.75	2.58	2.31	1.95	2.16	1.57	19.14
17:30	1.93	3.01	2.03	1.86	2.43	2.90	2.06	2.20	1.69	28.11
18:30	1.89	2.87	2.11	1.71	2.19	2.96	2.14	2.01	1.47	19.35
19:30	1.75	2.43	1.91	1.62	2.27	2.67	1.97	1.80	1.89	18.31
20:30	1.82	2.31	1.97	1.78	2.49	2.48	2.44	1.79	2.23	19.31
21:30	1.69	2.24	2.09	1.71	2.85	2.32	2.08	1.56	1.98	18.52
Totales	24.38	39.56	26.05	27.72	36.62	39.83	28.55	31.24	27.95	281.90

Día 3	FMC1	Malla	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy2	SigMinor	Totales
7:30	2.79	4.23	2.55	2.46	3.75	4.13	2.40	2.51	2.50	27.32
8:30	2.36	3.79	2.00	2.24	2.62	3.88	1.95	1.96	1.77	22.57
9:30	2.10	3.20	2.82	2.73	2.84	3.17	2.43	2.78	2.29	24.36
10:30	1.98	3.23	1.88	1.79	3.29	3.20	2.11	1.84	1.45	20.77
11:05	1.67	2.46	2.07	1.99	2.47	2.43	1.89	2.00	1.56	18.54
12:30	0.59	1.50	0.95	0.86	1.71	1.47	0.81	0.92	0.74	9.55
13:30	2.01	2.19	2.00	1.91	2.54	3.20	2.13	1.97	1.52	19.47
14:30	1.70	3.27	2.42	2.33	2.49	2.26	2.20	2.38	2.17	21.22
15:30	1.83	3.19	2.05	1.97	2.68	2.98	1.90	2.15	2.24	20.99
16:30	1.69	3.49	2.07	2.12	2.91	3.19	2.34	1.93	1.95	21.69
17:30	1.93	2.90	2.10	2.01	2.75	3.07	2.00	2.06	2.19	21.81
18:30	1.90	2.78	2.01	1.86	2.60	2.73	1.48	1.81	2.02	19.19
19:30	1.76	2.56	1.80	1.71	2.40	2.68	1.59	1.95	2.16	18.61
20:30	1.89	2.47	1.75	1.66	2.21	2.16	1.88	2.03	2.14	18.19
21:30	1.91	1.97	1.66	1.77	2.12	2.20	1.92	2.41	2.03	17.99
Totales	28.11	43.23	30.13	29.41	39.38	42.75	29.03	38.78	28.73	301.47

Día 4	FMC1	Malla	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy2	SigMinor	Totales
7:30	3.07	3.48	2.51	2.35	2.89	3.75	2.47	2.85	2.35	25.72
8:30	2.60	2.81	1.96	2.78	2.28	2.62	1.79	2.24	1.93	21.01
9:30	1.94	2.68	2.78	1.89	2.30	2.84	2.09	2.26	2.09	20.87
10:30	2.17	2.86	1.84	2.21	2.02	3.29	1.68	1.98	1.67	19.72
11:05	1.82	2.54	2.04	1.65	1.45	2.48	1.53	1.41	1.75	16.67
12:30	0.89	1.59	0.87	0.58	2.07	1.71	0.77	1.03	0.63	18.14
13:30	2.20	2.41	1.96	1.95	2.47	2.54	1.54	2.43	1.68	19.18
14:30	2.58	2.58	2.38	1.68	2.86	2.49	1.95	2.82	2.01	21.35
15:30	2.81	2.42	2.01	1.81	3.02	2.68	2.03	2.96	2.00	21.74
16:30	2.20	2.83	2.17	1.76	2.58	2.91	1.92	2.54	2.16	21.07
17:30	2.24	2.96	2.06	1.88	2.34	2.75	2.09	2.30	2.00	20.62
18:30	2.05	2.82	1.87	1.78	2.12	2.60	2.07	2.08	2.27	19.66
19:30	1.84	2.38	1.76	1.86	1.90	2.43	1.97	1.86	2.07	18.07
20:30	1.83	2.26	1.71	2.23	1.85	2.16	2.35	1.96	2.00	18.35
21:30	1.64	2.19	1.62	1.95	1.58	2.22	2.49	2.43	1.86	17.98
Totales	31.88	38.81	29.54	28.36	33.73	39.47	28.74	33.15	28.47	292.15

Día 5	FMC1	Malla	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy2	SigMinor	Totales
7:30	3.08	3.75	2.38	2.54	3.11	3.43	2.01	2.82	2.18	25.30
8:30	2.23	2.60	2.81	1.99	2.89	2.76	2.03	2.21	2.03	21.55
9:30	1.76	2.69	1.92	2.81	2.46	2.63	2.23	2.23	2.57	21.30
10:30	1.78	2.97	2.24	1.87	2.08	2.81	2.07	1.95	2.23	20.00
11:05	1.87	2.49	1.68	2.07	1.98	2.49	1.90	1.38	1.89	17.75
12:30	0.70	1.54	0.61	0.95	1.87	1.54	0.85	1.00	1.03	10.09
13:30	1.50	2.49	1.98	1.99	1.97	2.36	1.83	2.40	2.13	18.65
14:30	2.08	2.28	1.71	2.41	2.56	2.53	2.56	2.79	2.15	21.07
15:30	2.02	3.31	1.84	2.04	2.84	2.38	2.14	2.93	2.04	21.54
16:30	1.72	3.17	1.79	2.20	2.58	2.76	2.35	2.51	2.00	21.88
17:30	1.83	2.85	1.91	2.09	2.37	3.00	2.27	2.27	1.90	20.49
18:30	1.68	2.60	1.81	1.90	2.29	2.76	1.92	2.05	1.89	18.90
19:30	1.59	2.00	1.89	1.89	2.17	2.43	1.81	1.83	1.78	17.39
20:30	1.75	1.68	2.26	1.53	2.64	2.06	1.56	1.93	1.70	17.11
21:30	1.63	1.60	2.05	1.77	2.77	2.06	1.61	2.42	1.49	17.40
Totales	27.22	38.02	28.88	30.05	36.58	38.00	29.14	32.72	29.01	289.62

Resumen										
	FMC1	Malla	FMC3	FMC4	Dual 1	Dual 2	Doboy1	Doboy2	SigMinor	Totales
Día 1	26.54	41.75	28.91	29.13	35.43	40.31	27.46	32.13	27.16	288.82
Día 2	24.38	39.56	26.05	27.72	36.62	39.83	28.55	31.24	27.95	281.9
Día 3	28.11	43.23	30.13	29.41	39.38	42.75	29.03	30.7	28.73	301.47
Día 4	31.88	38.81	29.54	28.36	33.73	39.47	28.74	33.15	28.47	292.15
Día 5	27.22	38.02	28.88	30.05	36.58	38	29.14	32.72	29.01	289.62
Totales	138.13	201.37	143.51	144.67	181.7	200.4	142.92	159.94	141.32	1453.96

APÉNDICE 12. PROCEDIMIENTO APLICADO PARA DETERMINACIÓN DE OBSERVACIONES ALEATORIAS

Respecto al procedimiento a seguir, se toma un lápiz y con la punta del mismo se señala un número dentro de la tabla de número aleatorios. Esto se realiza con los ojos cerrados. Para efectos de este proyecto, la punta del lápiz cayó en el número 62 que se encuentra en el quinto bloque de la tercera hilera vertical, quinta columna, cuarta línea.

La jornada de trabajo diaria de la línea de producción de Galleta Soda inicia a las 6:00 a.m. y termina a las 9:50 p.m. Si se eliminan las horas de descanso, se tienen en total 14 horas y media de trabajo que corresponden en minutos a 870 minutos. Este tiempo total puede dividirse en 87 períodos de 10 minutos.

Como se han definido períodos de tiempo de diez minutos, se escoge un número cualquiera entre uno y diez; para el caso en estudio se ha escogido el 5 (se pudo haber escogido otro número). Bajando por la columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios, se seleccionan un número de cada cinco.

A continuación la lista de veinte números seleccionados:

62 36 74 60 54 53 14 24 32 30 94 34 82 97 09 30 50 02 70 68

Todos los números seleccionados que sobrepase el 87, deberán ser eliminados. Asimismo se elimina el primer número que se ha escogido al azar y los números que salgan repetidos (números en azul). Se deben tomar nuevamente cuatro números a partir de la última cifra seleccionada que fue la 68. Los números son:

38 38 49 29

El 38 ya fue seleccionado, por lo que se toma otro número considerando las reglas:

41

APÉNDICE 14. REGISTROS DE TIEMPOS DE MÁQUINA ACTIVA E INACTIVA CON DETALLE DE PAROS

Máquina :		FMC # 1		
Numero de Observaciones		46	Total	Porcentaje
Máquina Trabajando (p)			38	82.61%
Máquina Parada (q)	Falla Electrica		-	
	Falla Mecanica		2	4.35%
	Faltante de Producto		1	2.17%
	Acumulado de Producto		1	2.17%
	Regulacion		2	4.35%
	Cambio de Bobina		2	4.35%

Máquina :		FMC # 3		
Numero de Observaciones		51	Total	Porcentaje
Máquina Trabajando (p)			44	86.27%
Máquina Parada (q)	Falla Electrica		-	
	Falla Mecanica		1	1.96%
	Faltante de Producto		1	1.96%
	Acumulado de Producto		1	1.96%
	Regulacion		2	3.92%
	Cambio de Bobina		2	3.92%

Máquina :		FMC # 4		
Numero de Observaciones		56	Total	Porcentaje
Máquina Trabajando (p)			46	82.14%
Máquina Parada (q)	Falla Electrica		1	1.79%
	Falla Mecanica		2	3.57%
	Faltante de Producto		3	5.36%
	Acumulado de Producto		-	
	Regulación		2.00	0.04
	Cambio de Bobina		2	3.57%

Máquina :		Doboy # 1		
Numero de Observaciones		75	Total	Porcentaje
Máquina Trabajando (p)			53	70.67%
Máquina Parada (q)	Falla Electrica	I	1	1.33%
	Falla Mecanica	II	2	2.67%
	Faltante de Producto		4	5.33%
	Acumulado de Producto		5	6.67%
	Regulacion	III	8	10.67%
	Cambio de Bobina	II	2	2.67%

Máquina :		Doboy # 2		
Numero de Observaciones		68	Total	Porcentaje
Máquina Trabajando (p)			55	73.33%
Máquina Parada (q)	Falla Electrica	I	1	1.33%
	Falla Mecanica	II	1	1.33%
	Faltante de Producto	II	2	2.67%
	Acumulado de Producto		3	4.00%
	Regulacion		4	5.33%
	Cambio de Bobina	II	2	2.67%

Máquina :		Doboy # 3		
Numero de Observaciones		60	Total	Porcentaje
Máquina Trabajando (p)			46	76.67%
Máquina Parada (q)	Falla Electrica		-	-
	Falla Mecanica	I	1	1.67%
	Faltante de Producto		3	5.00%
	Acumulado de Producto		3	5.00%
	Regulacion		5	8.33%
	Cambio de Bobina	II	2	3.33%

APENDICE 15. DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO PARA EL PROCESO DE ALIMENTACION DE TORRES DE LAS MAQUINAS FMC Y DUAL

Diagrama Bimanual		
Empresa Multinacional		
Alimentación Empacadora Individual	Elaborado por : Mario Hugo Solorzano H.	Método :
	Noviembre, 2002	Propuesto

Mano Izquierda			Mano Derecha		
No	Descripción	Símbolo	Símbolo	Descripción	No
1	Sostiene producto en la banda	○□□□▽	●□□□▽	Separa producto de la banda	1
2	Levanta producto de la banda	●□□□▽	●□□□▽	Levanta producto de la banda	2
3	Lleva producto a la torre	○□□□▽	○□□□▽	Lleva producto a la torre	3
4	Coloca producto en la torre	●□□□▽	●□□□▽	Coloca producto en la torre	4
5	Devuelve a la banda	○□□□▽	○□□□▽	Devuelve a la banda	5

RESUMEN					
Actividad	Símbolo	Actual		Propuesto	
		Mano Izquierda	Mano Derecha	Mano Izquierda	Mano Derecha
Operaciones	○	4	6	2	3
Inspecciones	□	-	-	-	-
Transportes	⇨	2	2	2	2
Demoras	D	-	-	-	-
Almacenamientos	▽	2	1	1	-
Totales		5	5	5	5

APENDICE 16. REGISTRO DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS HISTORICOS

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	
EMPA14701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falla eléctrica	2.5	Total Horas 4 Semanas 336 Porcentaje Tiempo Improductivo Total Doboy 1 2.16%
EMPA10701	DOCENADORA DOBOY # 1	Cambio de producto regulaci3n	0.67	
EMPA137	DOCENADORA DOBOY # 1	Cambio de producto regulaci3n	0.5	
EMPA14701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de fluido el3ctrico	0.5	
EMPA14701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de producto	0.5	
EMPA14701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de producto	0.5	
EMPA10701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de producto	0.42	
EMPA10701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de producto	0.33	
EMPA14701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de producto	0.33	
EMPA107	DOCENADORA DOBOY # 1	Acumulado de producto	0.25	
EMPA10701	DOCENADORA DOBOY # 1	Acumulado de producto	0.25	
EMPA10701	DOCENADORA DOBOY # 1	Cambio de producto regulaci3n	0.25	
EMPA10701	DOCENADORA DOBOY # 1	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			7.25	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	
EMPA107	DOCENADORA DOBOY # 2	Cambio de producto regulaci3n	0.67	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Doboy 2 1.26%
EMPA137	DOCENADORA DOBOY # 2	Cambio de producto regulaci3n	0.5	
EMPA147	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de fluido el3ctrico	0.5	
EMPA147	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de producto	0.5	
EMPA147	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de producto	0.5	
EMPA107	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de producto	0.42	
EMPA107	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de producto	0.33	
EMPA147	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de producto	0.33	
EMPA107	DOCENADORA DOBOY # 2	Cambio de producto regulaci3n	0.25	
EMPA107	DOCENADORA DOBOY # 2	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			4.25	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	
EMPA107	DOCENADORA SIG MINOR # 1	Cambio de producto regulaci3n	0.67	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Sig 1 0.72%
EMPA137	DOCENADORA SIG MINOR # 1	Cambio de producto regulaci3n	0.5	
EMPA147	DOCENADORA SIG MINOR # 1	Falla de fluido el3ctrico	0.5	
EMPA107	DOCENADORA SIG MINOR # 1	Falta de producto	0.42	
EMPA147	DOCENADORA SIG MINOR # 1	Falta de producto	0.33	
Total Máquina			2.42	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Sig 2 1.26%
EMPA10701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Cambio de producto regulación	0.67	
EMPA13701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Cambio de producto regulación	0.5	
EMPA14701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de fluido eléctrico	0.5	
EMPA14701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de producto	0.5	
EMPA14701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de producto	0.5	
EMPA10701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de producto	0.42	
EMPA10701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de producto	0.33	
EMPA14701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de producto	0.33	
EMPA10701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Acumulado de producto	0.25	
EMPA10701	DOCENADORA SIG MINOR # 2	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			4.25	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total FMC 1 1.17%
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #1	Cambio de producto regulación	0.67	
EMPA137	EMPACADORA F.M.C. #1	Cambio de producto regulación	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #1	Falta de fluido eléctrico	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #1	Falta de producto	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #1	Falta de producto	0.5	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #1	Falta de producto	0.42	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #1	Falta de producto	0.33	
EMPA110	EMPACADORA F.M.C. #1	Acumulado de producto	0.25	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #1	Cambio de producto regulación	0.25	
Total Máquina			3.92	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total FMC 3 1.34%
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #3	Cambio de producto regulación	0.67	
EMPA137	EMPACADORA F.M.C. #3	Cambio de producto regulación	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de fluido eléctrico	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de producto	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de producto	0.5	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de producto	0.42	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de producto	0.33	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de producto	0.33	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #3	Acumulado de producto	0.25	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #3	Cambio de producto regulación	0.25	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #3	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			4.5	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total FMC 4 0.74%
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #4	Cambio de producto regulación	0.67	
EMPA137	EMPACADORA F.M.C. #4	Cambio de producto regulación	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #4	Falta de fluido eléctrico	0.5	
EMPA147	EMPACADORA F.M.C. #4	Falta de producto	0.33	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #4	Acumulado de producto	0.25	
EMPA107	EMPACADORA F.M.C. #4	Cambio de producto regulación	0.25	
Total Máquina			2.5	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Dual 1 1.26%
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Cambio de producto regulación	0.67	
EMPA13701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Cambio de producto regulación	0.5	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de fluido eléctrico	0.5	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de producto	0.5	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de producto	0.5	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de producto	0.42	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de producto	0.33	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de producto	0.33	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Cambio de producto regulación	0.25	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #1	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			4.25	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Dual 2 2.53%
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falla Mecánica	4	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Cambio de producto regulación	0.67	
EMPA13701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Cambio de producto regulación	0.5	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de fluido eléctrico	0.5	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de producto	0.5	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de producto	0.5	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de producto	0.42	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de producto	0.33	
EMPA14701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de producto	0.33	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Acumulado de producto	0.25	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Cambio de producto regulación	0.25	
EMPA10701	EMPACADORA FMC DUAL 520 #2	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			8.5	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Hayssen 0.25%
EMPA112	FORRADORA DE CAJAS HAYSEN	Falta de producto	0.33	
EMPA110	FORRADORA DE CAJAS HAYSEN	Acumulado de producto	0.25	
EMPA111	FORRADORA DE CAJAS HAYSEN	Falta de producto	0.25	
Total Máquina			0.83	

Producto	Descripcion Máquina	Descripcion Paro	Total Horas Improductivas	Porcentaje Tiempo Improductivo Total Horno # 1 2.14%
HORNSALAD	HORNO #1	Acumulado de producto	0.58	
HORNSODA	HORNO #1	Máquina en reparación	0.83	
HORNSODA	HORNO #1	Limpieza de banda	0.58	
HORNSODA	HORNO #1	Acumulado de producto	0.42	
HORNSODA	HORNO #1	Problema con pasta	0.25	
HORNSODA	HORNO #1	Acumulado de producto	0.17	
HORNSODA	HORNO #1	Cambio de producto regulación	0.17	
HORNSODA	HORNO #1	Regulaciones	0.17	
Total Máquina			2.59	

HORNSODINT	HORNO #1	Acumulado de producto	0.42
HORNSODINT	HORNO #1	Cambio de producto regulación	0.17
Total Máquina			0.59

HORNSODSUP	HORNO #1	Falla eléctrica	1
HORNSODSUP	HORNO #1	Regulaciones	0.58
HORNSODSUP	HORNO #1	Cambio de producto regulación	0.42
HORNSODSUP	HORNO #1	Cambio de producto regulación	0.42
HORNSODSUP	HORNO #1	Falla eléctrica	0.42
HORNSODSUP	HORNO #1	Falta de fluido eléctrico	0.33
HORNSODSUP	HORNO #1	Limpieza de maquinaria	0.25
Total Máquina			3.42

Total Horno 1	7.18
----------------------	-------------

APENDICE 17. TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

Tabla de números aleatorios

49 54 43 54 82	17 37 93 23 78	87 35 20 96 43	84 26 34 91 64
57 24 55 06 88	77 04 74 47 67	21 76 33 50 25	83 92 12 06 76
16 95 55 67 19	98 10 50 71 75	12 86 73 58 07	44 39 52 38 79
78 64 56 07 82	52 42 07 44 38	15 51 00 13 42	99 66 02 79 54
09 47 27 96 54	49 17 46 09 62	90 52 84 77 27	08 02 73 43 28
44 17 16 58 09	79 83 86 19 62	06 76 50 03 10	55 23 64 05 05
84 16 07 44 99	83 11 46 32 24	20 14 85 88 45	10 93 72 88 71
82 97 77 77 81	07 45 32 14 08	32 98 94 07 72	93 85 79 10 75
50 92 26 11 97	00 56 76 31 38	80 22 02 53 53	86 60 42 04 53
83 39 50 08 30	42 34 07 96 88	54 42 06 87 98	35 85 29 48 39
40 33 20 38 26	13 89 51 03 74	17 76 37 13 04	07 74 21 19 30
96 83 50 87 75	97 12 25 93 47	70 33 24 03 54	97 77 46 44 80
88 42 95 45 72	16 64 36 16 00	04 43 18 66 79	94 77 24 21 90
33 27 14 34 09	45 59 34 68 49	12 72 07 34 45	99 27 72 95 14
50 27 89 87 19	20 15 37 00 49	52 85 66 60 44	38 68 88 11 80
55 74 30 77 40	44 22 78 84 26	04 33 46 09 52	68 07 97 06 57
59 29 97 68 60	71 91 38 67 54	13 58 18 24 76	15 54 55 95 52
48 55 90 65 72	96 57 69 36 10	96 46 92 42 45	97 60 49 04 91
66 37 32 20 30	77 84 57 03 29	10 45 65 04 26	11 04 96 67 24
68 49 69 10 82	53 75 91 93 30	34 25 20 57 27	40 48 73 51 92
83 62 64 11 12	67 19 00 71 74	60 47 21 29 68	02 02 37 03 31
06 09 19 74 66	02 94 37 34 02	76 70 90 30 86	38 45 94 30 38
33 32 51 26 38	79 78 45 04 91	16 92 53 56 16	02 75 50 95 98
42 38 97 01 50	87 75 66 81 41	40 01 74 91 62	48 51 84 08 32
96 44 33 49 13	34 86 82 53 91	00 52 43 48 85	27 55 26 89 62
64 05 71 95 86	11 05 65 09 68	76 83 20 37 90	57 16 00 11 66
75 73 88 05 90	52 27 42 14 86	22 98 12 22 08	07 52 74 95 80
33 96 02 75 19	07 60 62 93 55	59 33 82 43 90	49 37 38 44 59
97 51 40 14 02	04 02 33 31 08	39 54 16 49 36	47 95 93 13 30
15 06 15 93 20	01 90 10 75 06	40 78 78 89 62	02 67 74 17 33
22 35 85 15 33	92 03 51 59 77	59 56 78 06 83	52 91 05 70 74
09 98 42 99 64	61 71 62 99 15	06 51 29 16 93	58 05 77 09 51
54 87 66 47 54	73 32 08 11 12	44 95 92 63 16	29 56 24 29 48
58 37 78 80 70	42 10 50 67 42	32 17 55 85 74	94 44 67 16 94
87 59 36 22 41	26 78 63 06 55	13 08 27 01 50	15 29 39 39 43
71 41 61 50 72	12 41 94 96 26	44 95 27 36 99	02 96 74 30 83
23 52 23 33 12	96 93 02 18 39	07 02 18 36 07	25 99 32 70 23
31 04 49 69 96	10 47 48 45 88	13 41 43 89 20	97 17 14 49 17
31 99 73 68 68	35 81 33 03 76	24 30 12 48 60	18 99 10 72 34
94 58 28 41 36	45 37 59 03 09	90 35 57 29 12	82 62 54 65 60

APENDICE 19. DISTRIBUCION ACTUAL DEL CENTRO DE COSTOS 2 (MAQUINAS EMPACADORAS)

