



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
CONTROL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN DE  
MOLDE**

Manuel Antonio Recinos Torres  
Asesorado por el Ing. Sergio Antonio Torres Méndez

Guatemala, julio de 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN  
UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN DE MOLDE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MANUEL ANTONIO RECINOS TORRES**

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ANTONIO TORRES MENDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2006

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PAN DE MOLDE,**

**tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 11 de junio de 2004.**

**Manuel Antonio Recinos Torres**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios:** Por haberme dado vida y bendiciones.
- Mis padres:** Luis Arturo y Celina, por la educación que me dieron, el apoyo, consejos y sobre todo el amor que siempre me han brindado.
- Mi hermana:** Cindy Karina, por su apoyo y cariño.
- Mi novia:** Anna, por ser esa luz que me llena la vida de amor y felicidad.
- Mis tíos y primos:** Por ser un gran apoyo en mi vida y por todo lo que hemos compartido durante tanto tiempo.
- Mis amigos:** Byron, Chato, Ernesto, Mario, Nica, Victor, Vicky, por esos años tan alegres estudiando, a Jorge, Tony, Juancho, Gustavo y Ricardo, por su apoyo durante todo este tiempo.
- Mi asesor:** El ingeniero Sergio Torres, por toda la ayuda y consejos que me brindó para poder llevar a cabo este trabajo de graduación.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>OBJETIVOS</b>	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XV
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1. Definición de control	1
1.2. Proceso de control	1
1.2.1. Medición	2
1.2.2. Comparación	4
1.2.3. Acción administrativa	4
1.3. Tipos de control	5
1.3.1. Preliminar	6
1.3.2. Concurrente	6
1.3.3. Posterior	6
1.4. Diagrama de operaciones	7
1.5. Diagrama de flujo del proceso	7
1.6. Diagrama de recorrido	9
1.7. Balance de línea	9
1.8. Controles estadísticos del proceso	10
1.9. Inventarios	14

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

2.1. Descripción de la empresa	17
2.2. Organización de la empresa	18
2.3. Diagrama de operaciones	19
2.4. Diagrama de flujo	21
2.5. Balance de línea	24
2.6. Controles estadísticos	25
2.7. Áreas de trabajo y personal	25
2.7.1. Área de mezclas	26
2.7.2. Área de cortado y formado	26
2.7.3. Área de horno	27
2.7.4. Área de empaque	28
2.8. Análisis de los sistemas actuales de control	28
2.8.1. Control del proceso	29
2.8.2. Control de calidad	30
2.8.3. Control de producción	30
2.9. Diagnóstico de los sistemas actuales de control	31
2.9.1. Control del proceso	31
2.9.2. Control de calidad	32
2.9.3. Control de producción	32

## **3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CONTROLES**

3.1. Descripción general de la propuesta	33
3.2. Identificación de puntos de control del proceso	34
3.2.1. Área de mezclas	36
3.2.1.1. Identificación de masa	36
3.2.1.2. Ingredientes	36

3.2.1.2.1. Harina	37
3.2.1.2.2. Agua	38
3.2.1.2.3. Levadura	39
3.2.1.3. Tiempo de proceso por masa	40
3.2.1.4. Temperaturas	40
3.2.1.4.1. Inicio de fermentación	41
3.2.1.4.2. Final de fermentación	41
3.2.1.4.3. Final de mezclado	42
3.2.1.5. Tiempos de mezcla	42
3.2.1.6. Tiempo de reposo	43
3.2.2. Área de cortado y formado	43
3.2.2.1. Temperatura final	43
3.2.2.2. Peso en crudo	44
3.2.2.3. Horario de corte por lote de producción	44
3.2.2.4. Rendimiento por lote de producción	45
3.2.2.5. Hora de Ingreso al cuarto de fermentación	45
3.2.3. Área de horno	46
3.2.3.1. Temperaturas de horneado	46
3.2.3.2. Velocidades de horneado	46
3.2.3.3. Temperatura de cuarto de fermentación	47
3.2.3.4. Humedad relativa del cuarto de fermentación	47
3.2.3.5. Tiempo de residencia en el cuarto de fermentación	47
3.2.4. Área de empaque	48
3.2.4.1. Rendimiento por masa	48
3.2.4.2. Desperdicio por masa	48
3.2.4.3. Causas de desperdicio	49
3.2.4.4. Peso después de horneado	49
3.2.4.5. Pedidos de bodega de producto terminado	50



3.3. Gráficos de control de calidad y formatos de control del proceso	51
3.3.1. Área de mezclas	51
3.3.1.1. Hoja de masas	51
3.3.2. Área de cortado y formado	52
3.3.2.1. Gráfico de control de temperatura final	52
3.3.2.2. Gráfico de control de pesos en crudo	53
3.3.2.3. Hoja de horario de corte de masas	55
3.3.2.4. Hoja de rendimiento por lote de producción	55
3.3.2.5. Hoja de ingreso al cuarto de fermentación	55
3.3.3. Área de horno	56
3.3.3.1. Hoja de velocidad y temperaturas de horneado	56
3.3.3.2. Hoja de salida del cuarto de fermentación y tiempo de residencia	56
3.3.3.3. Hoja de temperatura y humedad del cuarto de fermentación	57
3.3.4. Área de empaque	57
3.3.4.1. Gráfico de control de peso cocido	57
3.3.4.2. Hoja de rendimiento por lote de producción	59
3.3.4.3. Hoja de identificación de causas de desperdicio por lote de producción	59
3.3.4.4. Hoja de cumplimiento de pedidos	60

#### **4. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROLES**

4.1. Procedimientos de control e inspección	61
4.1.1. Área de mezclas	61
4.1.2. Área de cortado y formado	64

4.1.2.1. Cortado	64
4.1.2.2. Formado	65
4.1.3. Área de horno	65
4.1.4. Área de empaque	66
4.2. Procedimientos de uso de gráficos de control de calidad y formatos de control del proceso	68
4.2.1. Área de mezclas	69
4.2.2. Área de cortado y formado	70
4.2.3. Área de horno	71
4.2.4. Área de empaque	72
4.3. Procedimientos de manejo de inventarios	75
4.3.1. Requisición de materia prima	75
4.3.2. Requisición de material de empaque	76
4.3.3. Almacenaje	76
4.3.4. Devoluciones a bodega de materia prima	77

## **5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROLES**

5.1. Capacitación	79
5.2. Prueba piloto	82
5.3. Análisis de la prueba piloto	86
5.4. Indicadores de resultados	87
5.4.1. Eficiencia	87
5.4.2. Productividad	90
5.4.3. Unidades rechazadas	91
5.4.4. Mermas	94
5.4.5. Calidad	96
5.5. Ajustes	97

<b>CONCLUSIONES</b>	99
<b>RECOMENDACIONES</b>	101
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	103
<b>ANEXOS</b>	105

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Tipos de control	5
2	Organigrama	18
3	Diagrama de operaciones del proceso	19
4	Diagrama de flujo del proceso	21
5	Diagrama de flujo de puntos de control	34
6	Hoja de área de mezclas	105
7	Gráfica de control de temperatura final	106
8	Gráfica de control de peso en crudo	107
9	Hoja de control de horario de corte	108
10	Hoja de rendimiento por lote de producción	107
11	Hoja de ingreso al cuarto de fermentación	108
12	Hoja de velocidad y temperatura de horneado	109
13	Hoja de salida del cuarto de fermentación y tiempo de residencia	111
14	Hoja de temperatura y humedad del cuarto de fermentación	112
15	Gráfico de control de peso cocido	113
16	Hoja de rendimiento por lote de producción	114
17	Hoja de identificación de causas de desperdicio por lote de Producción	114
18	Hoja de cumplimiento de pedidos	115

## TABLAS

I	Balance de línea	24
II	Control de temperatura final	52
III	Control de peso en crudo	54
IV	Control de peso cocido	57
V	Indicadores de calidad	97

## GLOSARIO

- Batch de producción:** Es el equivalente a una masa.
- Bromato:** Sal resultante de la combinación del ácido brómico con una base.
- Cuarto de fermentación:** Cámara cerrada en la cual los moldes con masa, son ingresados a un ambiente de temperatura y humedad elevada.
- Desperdicio:** Definición que se le da a toda hogaza de pan que no cumple con los estándares de calidad, ya sea por errores operacionales o mecánicos.
- Esponja:** Es el resultado de la primera fase del proceso de producción de pan de molde.
- Masa:** Es el resultado de la segunda fase del proceso de producción de pan de molde.



## RESUMEN

El diseño e implantación de un sistema de controles busca que el proceso de producción de pan de molde tenga un comportamiento estable, que se mantenga bajo control y así poder tener una línea de producción eficiente.

Para poder diseñar un sistema de controles es necesario investigar cual es el estado actual en que se encuentra la empresa y el proceso de producción, ya que a través de esta investigación se puede emitir un diagnóstico del estado de la empresa.

Al comprender la situación actual de la empresa y entender las necesidades existentes, se puede hacer una propuesta que logré cubrir cada una de los puntos críticos que fueron identificados al momento de hacer el diagnóstico. La propuesta contiene normas y procedimientos para que cada uno de los puntos críticos pueda mantenerse bajo control, además de esto cuenta con puntos de comparación para así poder determinar cualquier tipo de desviación que pueda sufrir el proceso.

Con las normas y procedimientos establecidos, se lleva a cabo una evaluación del sistema de controles para verificar que este efectivamente permite tener la línea bajo control y estable.





# **OBJETIVOS**

## **GENERAL**

Desarrollar un sistema de controles efectivos dentro de la línea de producción, que puedan ser implementados en la empresa y de esta manera tener un proceso eficiente.

## **ESPECÍFICOS**

1. Identificar las necesidades de la empresa, en base a un análisis de la situación actual, en lo referente a los controles que se están utilizando.
2. Brindar a los supervisores y encargados de turno las herramientas de control para cada área de trabajo.
3. Identificar los puntos críticos de control del proceso que necesitan estar bajo control.
4. Desarrollar procedimiento para el control de cada una de las diferentes áreas de trabajo.
5. Crear formatos de control de acuerdo a las necesidades de cada área de trabajo.
6. Establecer estándares para los controles establecidos.
7. Reducir el grado de incertidumbre para la resolución de problemas mediante la documentación del proceso.



## INTRODUCCIÓN

El control es una herramienta muy importante para el proceso administrativo, ya que por medio de esta se puede verificar el cumplimiento de objetivos o metas que han sido establecidas, debido a esto es necesario que cualquier proceso productivo, ya sea el de un bien o un servicio, se encuentre siempre bajo control.

El proceso de elaboración de pan de molde fue en sus inicios de carácter artesanal, por lo que no se llevaba control alguno sobre el proceso y únicamente se enfocaba a la elaboración de producto sin prestar atención a las posibles variaciones que se pudieran ir presentando a través del proceso.

En la actualidad debido al proceso de globalización y la búsqueda constante de mejoras en los procesos es necesario que este proceso artesanal se transforme en un proceso industrial y así poder competir con empresas de clase mundial.

Debido a esta necesidad se debe de diseñar e implementar un sistema de control que logre satisfacer estos requerimientos y poder obtener un proceso estable que permita tener una alta tasa de productividad y que permita el crecimiento de la empresa.



# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Definición de control**

La administración se refiere al proceso de conseguir que las actividades se realicen eficientemente con otras personas y por medio de ellas. De acuerdo a Henry Fayol, todos los administradores desempeñan cinco funciones administrativas: planean, organizan, comandan, coordinan y controlan.

El control es el proceso de vigilar las actividades para cerciorarse de que se desarrollan conforme se planearon y para corregir cualquier desviación evidente. Hoy en día cualquier persona que este administrando cualquier tipo de actividad debe de involucrarse en la función de control, aunque el desempeño de su área o división se estén dando de la forma en que fueron planeadas. Esto se debe a que los administradores no pueden saber realmente si sus áreas se están desempeñando en forma correcta, sino hasta después de evaluar las actividades que se desarrollan y de comparar el desempeño real con el estándar deseado. Un sistema efectivo de control asegura que las actividades se terminen en formas que conduzcan al logro de las metas de la organización. El criterio que determina la eficacia de un sistema de control es lo bien que facilita el logro de la meta. Mientras más ayude a los administradores a alcanzar las metas de su organización, mejor es el sistema de control

## **1.2. Proceso de control**

El proceso de control consiste en tres pasos distintos: 1) la medición del desempeño real, 2) la comparación del desempeño verdadero contra un

estándar, y 3) tomar una acción administrativa para corregir desviaciones o estándares inadecuados. Antes de pasar a considerar cada paso en detalle, es necesario estar consciente de que el proceso de control supone que ya existen los estándares de desempeño. Estos estándares son los objetivos específicos contra los que se puede medir el progreso.

### **1.2.1. Medición**

Para determinar cuál es el verdadero desempeño, un administrador debe obtener información acerca de éste. El primer paso en el control, entonces, es la medición. Para poder hacer una medición es necesario saber *cómo medimos y qué medimos*.

Para poder medir (*cómo medimos*), los administradores utilizan con frecuencia cuatro fuentes comunes de información para medir el desempeño real, que es la observación personal, informes estadísticos, orales y escritos. Cada uno tiene sus fortalezas y debilidades; sin embargo, una combinación de ellos aumenta tanto el número de fuentes de datos como la probabilidad de recibir una información confiable.

La observación personal permite una amplia cobertura porque se pueden observar actividades tanto menores como mayores, lo mismo que oportunidades para que el administrador pueda leer entre líneas. El administrador, al caminar por las instalaciones, puede detectar omisiones, expresiones faciales, y tonos de voz que podrían perderse. La observación personal no brinda información cuantitativa y también consume bastante tiempo. Además de esto, este método también puede implicar intromisiones.

El amplio uso actual de las computadoras en las organizaciones ha hecho que los administradores confíen cada vez más en la información estadística para medir el desempeño verdadero. Aunque los datos estadísticos son fáciles de visualizar y efectivos para mostrar relaciones, proporcionan una información limitada acerca de las actividades.

También se puede conseguir información por medio de los informes orales. – esto es, conferencias, reuniones, reuniones uno-a-uno, o llamadas telefónicas-. Las ventajas y desventajas de este método de medición del desempeño son similares a las de las observaciones personales. A pesar de que la información pasa por un filtro, es rápida, permite la retroalimentación, y registra la expresión lingüística. Uno de los principales inconvenientes de los reportes orales, es el problema de documentar la información para referencias posteriores.

También se puede medir el desempeño real por medio de informes escritos. Al igual que los informes estadísticos, son más lentos, aunque más formales, que las medidas orales de primera o segunda mano. Esta formalidad a menudo también significa mayor extensión y brevedad que las que se encuentran en los reportes orales. Además, por lo general, es fácil catalogar y poner referencia a los informes escritos.

Lo que medimos es probable que sea más importante para el proceso de control, que *cómo medimos*. La selección de criterios equivocados puede resultar en serias consecuencias disfuncionales. Además, lo que medimos determina en gran parte, aquello en lo que la gente en la organización intentará distinguirse, estos aspectos pueden variar dependiendo del tipo de actividad que se desee controlar, por ejemplo un gerente de producción en una planta manufacturera podría utilizar medidas de la cantidad de unidades que se



producen diariamente, unidades que se producen por hora, desperdicio por unidad de producción, o porcentaje de la producción que es rechazada

### **1.2.2. Comparación**

La comparación determina el grado de variación entre el desempeño real y el estándar. Se puede esperar alguna fluctuación en todas las actividades; por tanto, es crucial determinar el grado de variación aceptable. Las desviaciones en exceso de esas fluctuaciones se vuelven significativas y reciben la atención del administrador. En la etapa de comparación, los administradores se preocupan de manera especial por el tamaño y dirección de la variación.

### **1.2.3. Acción administrativa**

El tercer y último paso en el proceso de control es la toma de acción por los administradores. Se pueden tomar tres cursos de acción; no hacer nada; corregir el desempeño real; o se puede revisar el estándar. Puesto la opción de no hacer nada queda descartada por su propia naturaleza se debe analizar las dos alternativas restantes.

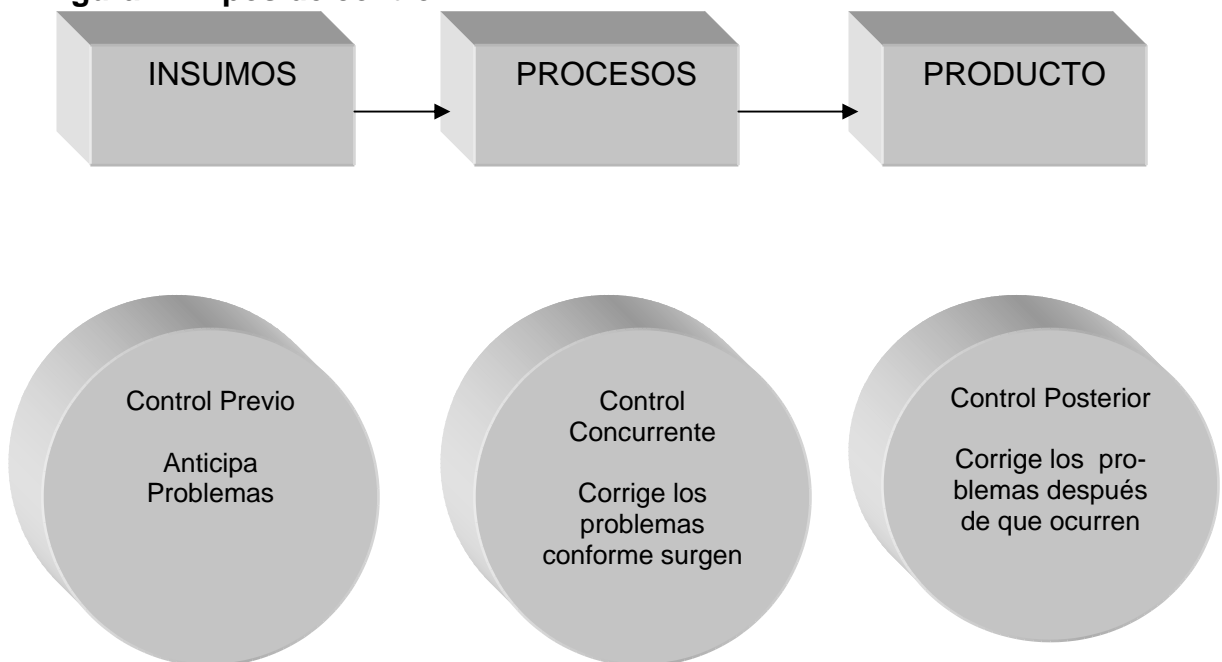
El corregir el desempeño real, se puede dar si la fuente de variación ha sido un desempeño defectuoso, se tomará una acción correctiva. Esta acción puede ser inmediata y hace que el desempeño vuelva a su normalidad, o puede tomar una acción correctiva básica, la cual consiste en determinar cómo y por qué se desvió el desempeño, y corregir la fuente de las desviaciones. Con una acción correctiva inmediata únicamente se estaría apagando fuegos, mientras que con una acción correctiva básica, se estarían evitando.

Revisar el estándar puede ser otra opción, si este se considere irreal – que este muy elevado o demasiado bajo-. En tales casos es el estándar el que necesita la acción correctiva y no el desempeño.

### 1.3. Tipos de control

La administración puede implementar controles antes que comience una actividad, mientras esta se desarrolla, o después de que ésta se termina, al primer tipo se le llama control previo; al segundo se le nombra control concurrente; y el tercero es control posterior.

**Figura 1. Tipos de control**



### **1.3.1. Preliminar**

El tipo más deseable de control –el control previo- previene los problemas de manera anticipada. Se le llama control previo porque tiene lugar antes de la actividad verdadera

### **1.3.2. Concurrente**

Como su nombre lo implica, el control concurrente tiene lugar mientras se desarrolla la actividad. Cuando se establecen controles mientras se desarrolla el trabajo, la administración puede corregir los problemas antes de que se vuelvan muy costosos.

La forma mejor conocida del concurrente es la supervisión directa. Cuando un administrador supervisa en forma directa las acciones de un subordinado, el administrador puede vigilar de manera concurrente las acciones del subordinado y corregir los problemas a medida que aparezcan.

### **1.3.3. Posterior**

El tipo de más popular de control descansa en la retroalimentación. En este caso, el control tiene lugar después de la acción. Se debe observar que el control posterior tiene dos ventajas sobre los tipos de control previo y concurrente. En primer lugar la retroalimentación proporciona a los administradores información provechosa sobre la efectividad de su esfuerzo de planeación. Si la retroalimentación indica poca variación entre el estándar y el desempeño verdadero, es evidencia de que la planeación en general se diseñó bien. Si la desviación es grande, un administrador puede utilizar esta información al formular nuevos planes para hacerlos más efectivos. En segundo

lugar, el control posterior puede incrementar la motivación del empleado. La gente quiere saber lo bien que se desempeñaron.

#### **1.4. Diagrama de operaciones**

Un diagrama de operaciones es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo el tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.


Los objetivos del diagrama de operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo. Finalmente, estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.


Los diagramas de operaciones difieren ampliamente entre si a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. Por lo tanto, es práctico


#### **1.5. Diagrama de flujo del proceso**


El diagrama de flujo del proceso describe las actividades entre estaciones de trabajo, en un intento por representar los flujos del proceso de producción total. Para captar este flujo, los analistas clasifican cada movimiento


del producto a través del proceso de conversión en una de las cinco categorías normales: operación, transporte, almacenamiento, inspección o demora. Los diagramas de operaciones son adecuados para visualizar las etapas consecutivas del proceso de conversión. Estos diagramas ayudan a descubrir los movimientos de producto innecesarios o la duplicidad de esfuerzos, cuya eliminación permitirá mejorar la eficiencia. Los diagramas de operaciones permiten examinar los puestos de trabajo, aunque ninguno en detalle. Las cinco categorías de movimiento de productos son:

 Operación: El trabajo realizado en la elaboración del producto; asignado por lo común a una sola estación de trabajo

 Transporte: Cualquier movimiento del producto, o cualquiera de sus partes, entre distintos sitios en el proceso de producción.

 Almacenamiento: Intervalos durante los cuales el producto o cualquiera de sus partes, espera o está inmóvil. A menudo se pone una T dentro del triángulo para indicar un almacenamiento temporal, cuando el producto se almacena brevemente, antes de completar el proceso de conversión. Una P dentro del triángulo indicará almacenamiento permanente, cuando el producto terminado permanece en un depósito de almacenamiento durante más de uno o dos días.

 Inspección: Todas las actividades que se realizan para verificar que el producto satisface los requerimientos mecánicos, dimensionales y de funcionamiento.

 Demora: Almacenamiento temporal antes o después de una operación de producción.

## **1.6. Diagrama de recorrido**

El diagrama de recorrido es una modalidad del diagrama del proceso del recorrido y se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso levantando. Utilizando para ellos los mismo símbolos empleados en el diagrama del proceso.

Este diagrama es útil para visualizar las áreas de posible congestión de tránsito, y facilita una mejor distribución en la planta.

## **1.7. Balance de línea**

A la línea de producción se le reconoce como el principal medio para producir a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados.

En su concepto más refinado, la producción en líneas es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de camino razonadamente directo.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

1. Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
2. Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
3. Continuidad. Una vez iniciada la línea de producción debe continua pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones.

Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub-ensambles, etc., y la previsión de fallas en el equipo.

- a) Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operadores necesarios para cada operación.
- b) Conocido el tiempo del ciclo minimizar el número de estaciones de trabajo.
- c) Conocido el número de estaciones de trabajo asignar elementos de trabajo a las mismas.

Cada uno de estos problemas puede tener ciertas restricciones o no de acuerdo con el producto y al proceso.

### **1.8. Controles estadísticos del proceso**

Un enfoque para controlar la falta de uniformidad del control estadístico del proceso (CEP) es tratar de determinar y eliminar las variaciones no aleatorias a medida que éstas surgen, mientras se está llevando a cabo el proceso. El proceso tiene un seguimiento periódico al examinar las muestras de

unidades del producto. Si las características críticas se han alejado de un modelo totalmente aleatorio, el proceso debe detenerse hasta que las causas de no apego hayan sido corregidas. Las gráficas de control constituyen la herramienta principal para el CEP, y la selección de las gráficas de control depende del tipo de mediciones que deben de realizarse.

En los procesos de control se realizan dos tipos de mediciones: las de variables y las de atributos. En algunas situaciones es necesario medir las características de productos en una escala continua, como la de longitud, peso o volumen, todas las cuales son mediciones de variables. Por otra parte, la medición de atributos simplemente clasifica al producto en una de dos categorías (bueno o malo), dependiendo de que si el producto observado tiene o no ciertas características.

Las mediciones de atributos se hacen más fáciles y más rápido, por lo que ofrecen un proceso más económico de recopilación y almacenamiento de datos. Las mediciones de variable, sin embargo, contienen un mayor potencial de información

Hay dos razones básicas para aplicar el control estadístico del proceso. La primera, es que este permite determinar cuándo emprender acciones para ajustar un proceso que se ha salido de control. La segunda es que el control estadístico del proceso señala cuándo dejar un proceso. Saber cuando emprender acciones en un proceso, es un paso importante para la previsión de defectos, y elimina la inspección y clasificación de un producto después de haber fabricado un gran lote. Saber cuándo dejar solo un proceso es de igual importancia para mantener la variación al mínimo.



El control estadístico del proceso se puede considerar como si se efectuara la prueba de una hipótesis:

Ho: el proceso está bajo control

Comparándola con

H1: el proceso está fuera de control

Las decisiones correctas son ajustar el proceso cuando está fuera de control, y dejarlo sólo cuando está bajo control. Naturalmente, se pueden tomar decisiones incorrectas por error de muestreo o errores en la interpretación de los datos. El riesgo de ajustar innecesariamente un proceso que está bajo control equivale a un error tipo I; si no se corrige un proceso que está fuera de control, es un error tipo II. La aplicación correcta del control estadístico del proceso reduce al mínimo estos riesgos.

Una herramienta muy útil para el control estadístico del proceso son las gráficas de control. Cuando un proceso de conversión comienza a salirse de control es conveniente saberlo lo más pronto posible, de manera que se pueda iniciar una acción correctiva.

Las gráficas de control de Shewhart son el caballito de batalla del control estadístico de procesos. El nombre de la gráfica proviene del Dr. Walter Shewhart, de *Bell Telephone Laboratories*, a quien en general se le conoce como el padre del control estadístico de la calidad.

Aun cuando se piense que es sencillo detectar un cambio mediante la observación, en general no lo es. En ocasiones, la variabilidad del carácter

aleatorio en el proceso puede sugerir que el resultado del proceso es malo, cuando en realidad no se ha presentado ningún cambio básico. En otras ocasiones, variaciones reales se atribuyen equivocadamente a una variabilidad aleatoria. Si surge un cambio básico hay que corregirlo para evitar los costos de fabricar productos con fallas. Por otra parte, no es deseable desperdiciar recursos tratando de corregir un proceso que ya funciona de manera adecuada. Para ayudar a evitar errores de interpretación y detectar cuándo surgen las verdaderas variaciones, las gráficas de control resultan de gran utilidad.

Las gráficas de control se basan en el concepto estadístico del teorema del límite central. Este teorema permite la conveniencia de utilizar la distribución normal estándar al hacer juicios sobre los cambios en el proceso cuyo seguimiento se está haciendo. Con él se pueden determinar convenientemente las posibilidades de que alguna característica importante de nuestro proceso haya cambiado, y que tales posibilidades puedan ser expresadas de una manera explícita. Para utilizar este teorema se toma una muestra aleatoria de algunas unidades de producto derivadas de nuestro proceso de conversión. Para cada unidad muestreada se mide la característica crítica, por decir su longitud, y se calcula la media aritmética de  $n$  longitudes observadas. Luego se emplea este promedio para hacer juicios referentes al comportamiento del sistema. El teorema del límite central especifica que si se calculan muchos de tales promedios tendrán una distribución normal independientemente de la forma de la distribución de las longitudes individuales. La aproximación a la normalidad mejora, y la desviación estándar de la distribución de muestreo disminuye cuando aumenta el tamaño de la muestra.

El teorema del límite central proporciona una relación importante entre la desviación estándar  $S$  de la distribución de los elementos individuales y la

desviación estándar  $S_x$  de la distribución de la muestra, como se puede ver en la ecuación:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Esta relación es útil porque algunas veces evita hacer cálculos demasiado elaborados; si cualesquiera de las desviaciones estándar se conoce, la otra desviación estándar se puede calcular fácilmente para muestras de cualquier tamaño ( $n$ ).

### **1.9. Inventarios**

Los inventarios tienen un papel fundamental en la economía. Estos datos sugieren por sí solos que los gerentes de operaciones deben encontrar en la administración de inventarios de un área fructífera para el control de costos. Desde el punto de vista de la empresa, los inventarios representan una inversión; se requiere de capital para tener reservas de materiales en cualquier estado de acabado.

El inventario es el almacenamiento de bienes y productos. En manufactura, los inventarios se conocen como SKU (*Stockkeeping Units*) y se mantienen en un sitio de almacenamiento. Los SKU comúnmente consisten en:

- Materias primas
- Productos en proceso
- Productos terminados
- Suministros

El control de inventarios es la técnica que permite mantener la existencia de los productos a los niveles deseados. En manufactura, como el enfoque es de producto físico, se da bastante importancia a los materiales y a su control. El inventario debe ser considerado como una inversión y debe requerir de fondos junto con otras inversiones contempladas por la empresa.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1. Descripción de la empresa**

La empresa panificadora se fundó en 1958, y logró colocarse en el liderazgo a nivel nacional en los años 70 al introducir cambios dentro de la industria panificadora, tal como el empaque en bolsa plástica. La empresa no contaba con ninguna competencia significativa desde su fundación, sino hasta 1991 cuando una panificadora transnacional incursionó en el mercado guatemalteco.

Para afrontar la competencia, se decidió hacer una alianza con un grupo de empresarios, creándose una nueva sociedad. Se decide dividir la empresa por línea de productos:

- Línea de pan de molde (pan sándwich)
- Línea de pan variedad (pan para hamburguesa)

La visión de la empresa es ser la mejor panificadora de Latinoamérica. Para ello ha desarrollado nuevos proyectos y nuevos productos que permiten el crecimiento de la empresa. Actualmente cuenta con la planta de producción número uno a nivel centroamericano, con lo cual se logra cumplir con los mejores estándares de calidad y ser uno de los mayores exportadores de pan de la región.

Durante los últimos años la empresa ha aumentado sus ventas en 50% por año. El 60% de la producción se vende en el mercado local en

supermercados y abarroterías, el 40% restante se exporta a países de Centroamérica y el Caribe.

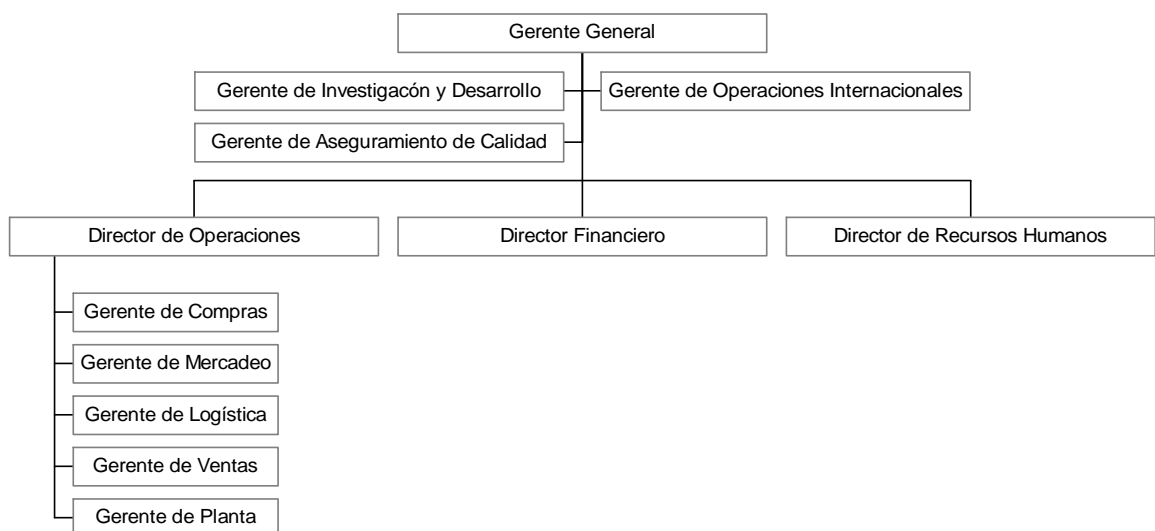
La planta panificadora está ubicada en la ciudad de Guatemala y opera las 24 horas del día, 6 días a la semana y 1 día para mantenimiento. Aproximadamente laboran 450 empleados, dato que varía según la temporada.

## 2.2. Organización de la empresa

La empresa se encuentra dividida en varios departamentos, cada uno de estos departamentos cuenta con un director o un gerente para dirigirlo. La organización agrupa a 3 directores.

El gerente general y el director de operaciones son los únicos puestos que cuentan con gerentes a su cargo, los cuales a la vez cuentan con personal de tipo administrativo y operativo a su cargo.

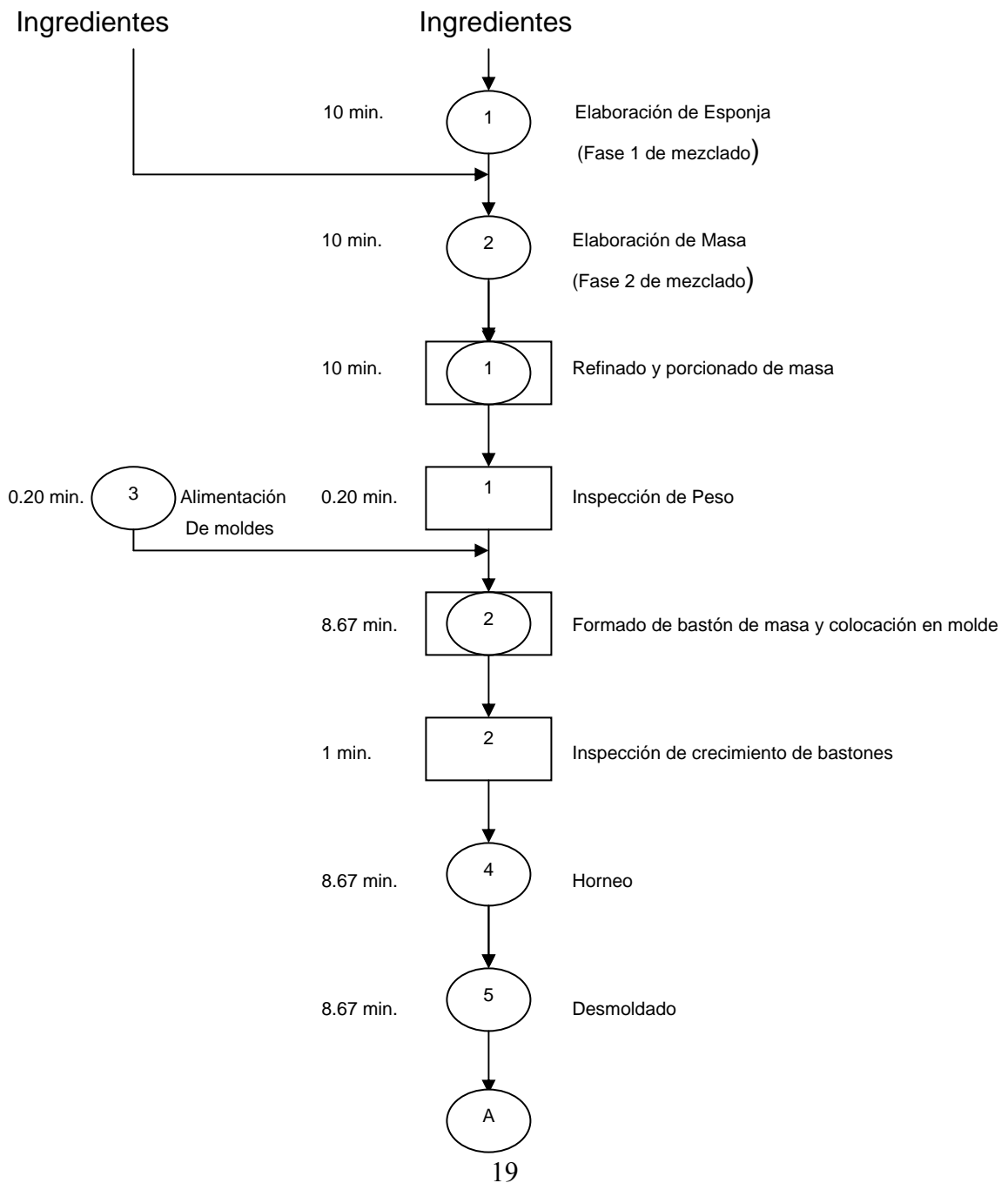
**Figura 2. Organigrama**



### 2.3. Diagrama de Operaciones

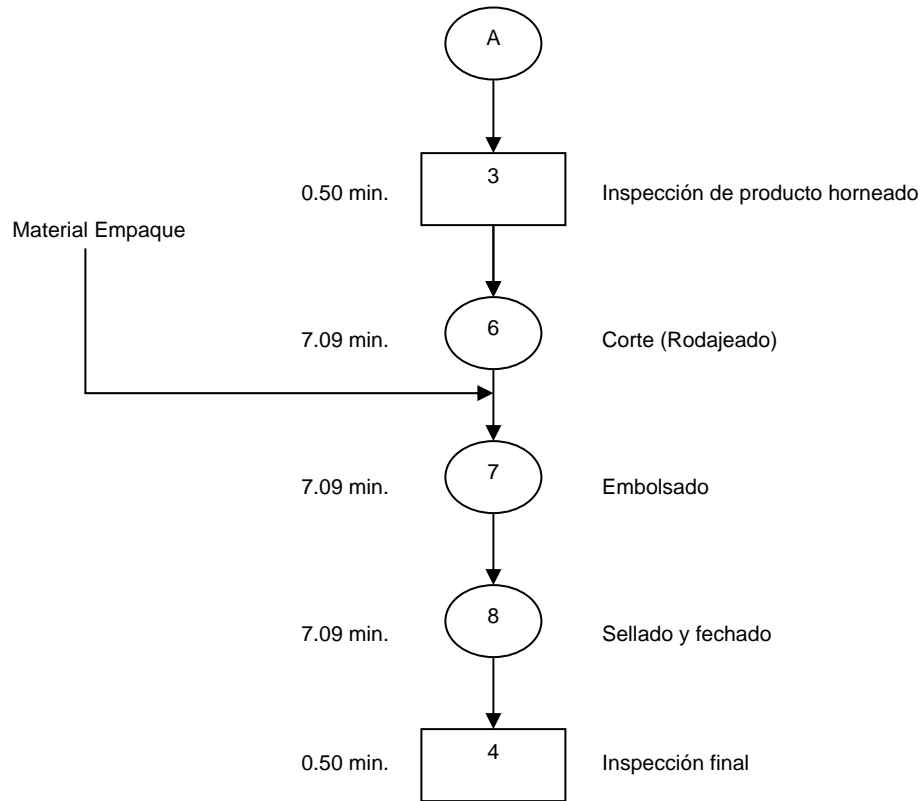
Figura 3. Diagrama de operaciones

ASUNTO: Elaboración de pan de molde	FECHA: 18/04/2005
METODO: Actual	ANALISTA: Manuel Recinos
FABRICA: La Panadería	INICIA: Área de Mezclas
	FINALIZA: Bodega de Prod. Terminado

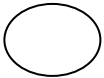

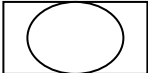




Continuación



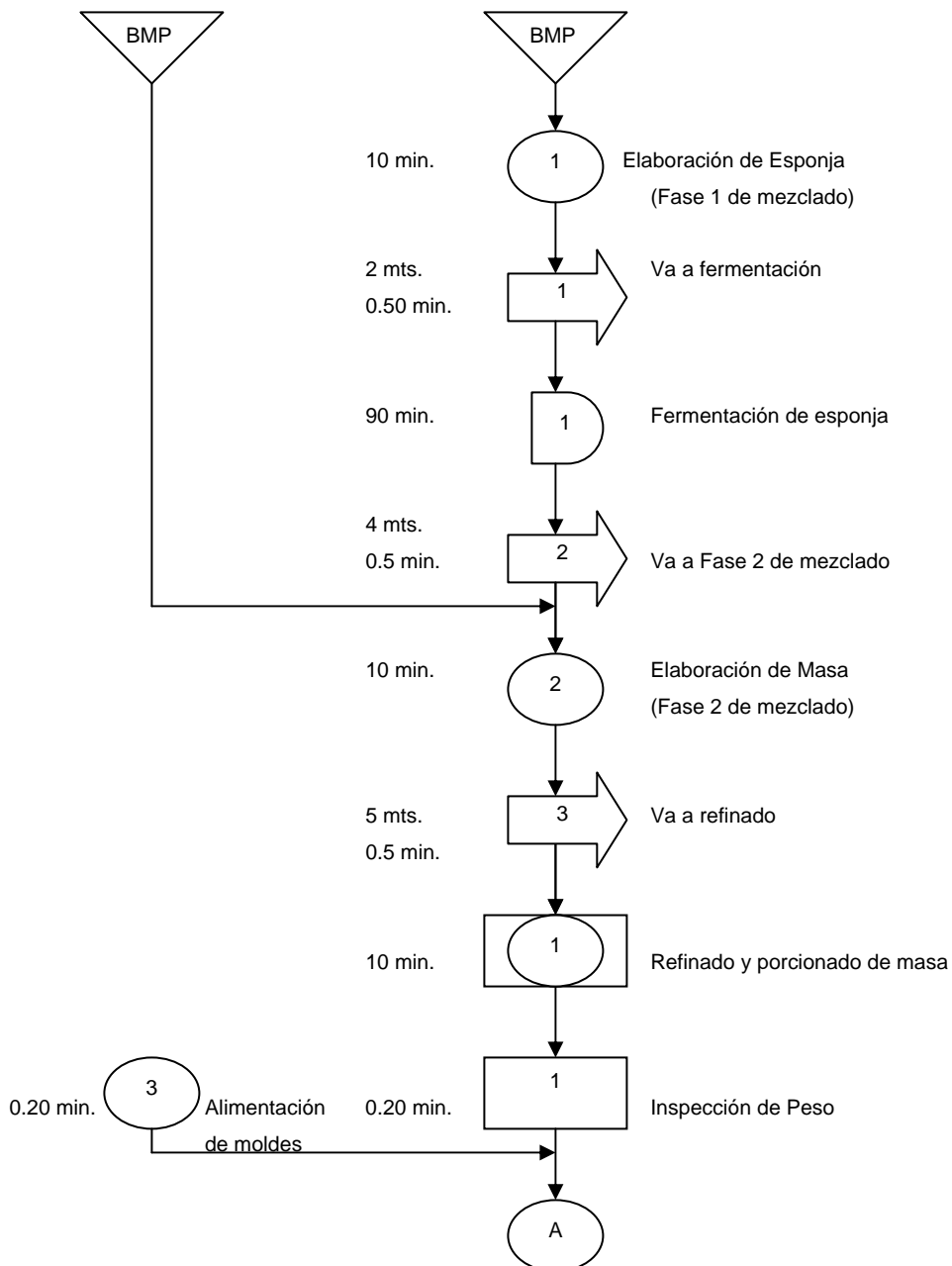
### RESUMEN

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	No. ACTIVIDADES	TIEMPO
	Operación	8	58.81
	Inspección	4	2.2
	Combinada	2	18.67

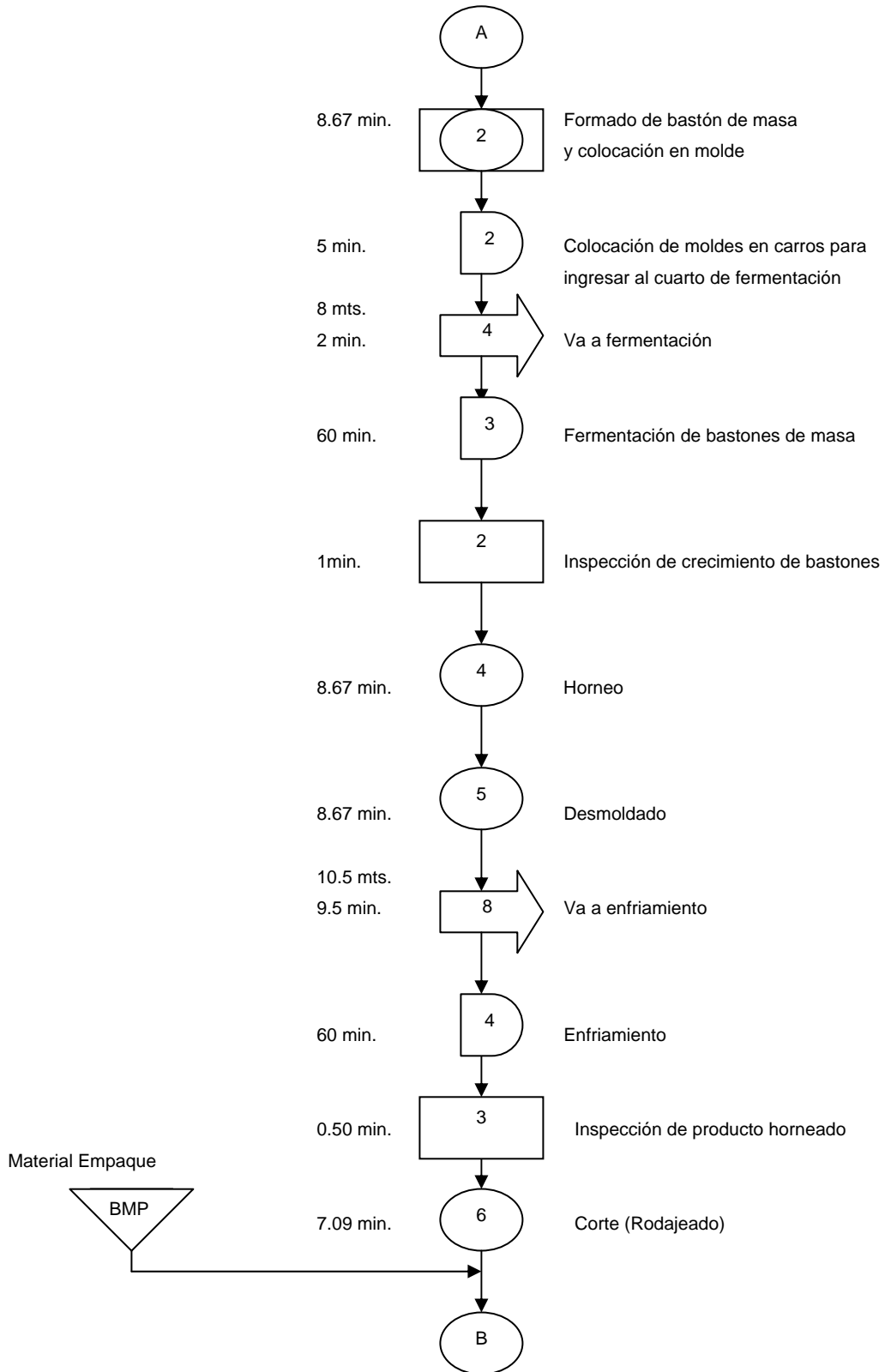
## 2.4. Diagrama de flujo

Figura 4. Diagrama de flujo

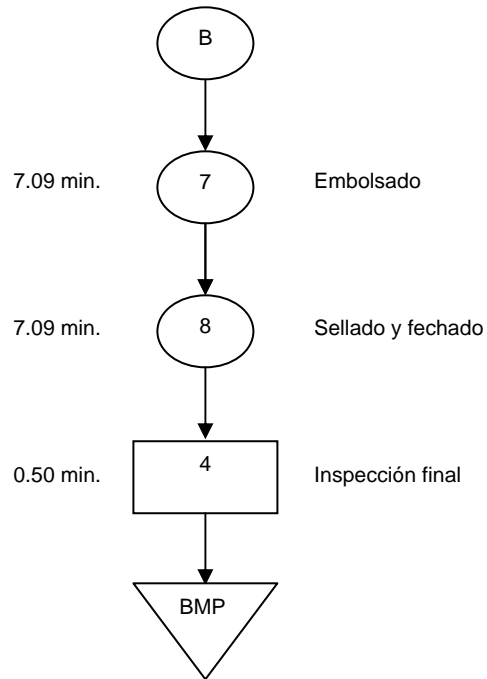
ASUNTO: Elaboración de pan de molde	FECHA: 18/04/2005
METODO: Actual	ANALISTA: Manuel Recinos
FABRICA: La Panadería	INICIA: Área de Mezclas
	FINALIZA: Bodega de Prod. Terminado



Continuación



Continuación



### RESUMEN

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	No. ACTIVIDADES	TIEMPO	DISTANCIA
	Operación	8	58.81	
	Inspección	4	2.2	
	Combinada	2	18.67	
	Transporte	8	13	29.5
	Demora	4	215	
	Almacenaje	5		

## 2.5. Balance de línea

Tabla I. Balance de línea

Estación	Tiempo Estándar	Tiempo Est. Max.	Operarios x Estación		Operario Más Lento
1	10.50	12.66	1.95	2	5.25
2	10.50	12.66	1.95	2	5.25
3	9.37	12.66	1.74	2	4.68
4	8.86	12.66	1.65	2	4.43
5	12.66	12.66	2.36	2	6.33
6	9.75	12.66	1.81	2	4.88
7	9.75	12.66	1.81	2	4.88
8	7.59	12.66	1.41	1	<b>7.59</b>
9	7.09	12.66	1.32	1	7.09
10	7.59	12.66	1.41	2	3.80

Σ=	93.65	126.6	17.43	18
----	-------	-------	-------	----

$$EFIC = \frac{93.65}{126.60} = 0.74$$

$$TASA = \frac{144.00}{1045.71} = 0.14 \text{ Unid. X min.}$$

$$N = \frac{0.14}{0.74} \times 93.66 = 17.43 \text{ operarios}$$

$$RLH = \frac{(1.00)}{7.59} \times 60 = 7.90 \text{ Unid. X hora}$$

$$RLD = 7.90 \times 17.42 = 137.69 \text{ Unid x Día}$$

## **2.6. Controles estadísticos**

Actualmente no se lleva ningún tipo de control estadístico dentro de la línea de producción, ya que cuando es detectado algún problema, este es solucionado en ese momento, pero no queda ningún tipo de registro acerca de este o de los patrones de comportamiento del proceso.

## **2.7. Áreas de trabajo y personal**

Las etapas del proceso de producción de pan de molde, se encuentran divididas en diferentes áreas. Cada una de estas áreas dependen directamente de la anterior, es un proceso continuo, cada una de estas áreas cuenta con su propio personal, el cual tiene asignado tareas específicas.

El personal se encuentra clasificado en 2 categorías, operador y auxiliar. Los operadores tienen a su cargo tareas en las cuales se utilizan máquinas que permiten la incorporación y/o transformación de las materias primas utilizadas para la elaboración del pan, mientras que los auxiliares dan apoyo a los operadores y llevan a cabo tareas como manejo y transporte del producto durante las diferentes etapas del proceso.

Las áreas con que se cuentan son las siguientes:

- Área de mezclas
- Área de cortado y formado
- Área de horno
- Área de empaque

Las primeras 3 áreas (mezclas, cortado y formado, horno) están bajo la supervisión de un encargado de turno (encargado de producción), mientras que

el área restante, el área de empaque, esta supervisada por otro encargado de turno ( encargado de empaque).

### **2.7.1. Área de mezclas**

Es en esta área donde se da inicio al proceso de elaboración del pan de molde, debido al método de elaboración que se utiliza (esponja / mojada), en esta área se encuentran 2 operadores. El primero de estos, tiene a su cargo la elaboración de la esponja (primera fase del mezclado). La esponja es la mezcla de harina, agua, levadura y acondicionadores de masa, los cuales interactúan para que se lleve a cabo la fermentación.

Posteriormente que la esponja ha tenido el reposo necesario para que se pueda dar el proceso de fermentación, el segundo operador nuevamente mezcla la esponja y adiciona más ingredientes, para poder desarrollar en si todas las características de la masa para pan de molde, en esta segunda etapa la masa sufre una transformación en sus características, las cuales son elasticidad, suavidad, color y brillo, todo esto se logra a través de mezclar la esponja y todos los ingredientes a alta velocidad, este fase del mezclado eleva la temperatura de la masa. Durante la primera etapa del mezclado únicamente se busca la incorporación de ingredientes para que se lleve a cabo la fermentación, mientras que en la segunda fase, se busca un desarrollo de características de la masa.

### **2.7.2. Área de cortado y formado**

En esta área se realiza el proceso de dividido y formado de la masa. Antes de que la masa, que en este caso es un batch de producción, sea dividida en partes, es necesario que sean eliminados los gases que están

presentes dentro de la misma, por lo que es sometida a un proceso refinación donde son eliminados los gases. Después de esto la masa esta lista para ser cortada en porciones, esto se logra mediante una máquina de dividido, la cual va cortando la masa (batch de producción) en porciones, esta etapa del proceso esta a cargo de un operador.

Ya que la masa a sido cortada en porciones, es necesario que se le dé la forma característica del pan de molde, lo cual se logra mediante barras formadoras. Al mismo tiempo que la pieza de masa esta siendo formada, esta área esta siendo alimentada de moldes. Después de esto, la pieza de masa es colocada dentro del molde, para posteriormente ser ingresada al cuarto de fermentación. Antes de que los moldes con masa sean ingresados al cuarto de fermentación, son colocados en carros de almacenaje, estos deben de ser llenados por completo antes de ser ingresados al cuarto de fermentación. La cantidad de moldes por carro depende del tipo de molde que se está utilizando. Un molde tiene 4 espacios para la colocación de porciones de masa.

La colocación de la pieza de masa en los moldes, el ingreso de los moldes al cuarto de fermentación y la alimentación de moldes, son tareas realizadas por auxiliares de producción.

### **2.7.3. Área de horno**

En esta área se lleva a cabo la cocción de la masa. Los moldes que ingresaron al cuarto de fermentación son retirados del mismo para entrar al horno, antes de alimentar al horno con moldes, se debe deben de colocar tapaderas sobre los moldes, toda esta parte está a cargo de un operador y dos auxiliares. A través del horneado la masa se ha transformado en un pan. Al salir del horno se debe de remover la tapadera del molde, para que el pan pueda ser



desmoldado y llevado al enfriador. El molde vacío es almacenado para su uso posterior. Estas tareas las llevan a cabo auxiliares de producción.

#### **2.7.4. Área de empaque**

Esta es el área final del proceso de elaboración de pan de molde. Aquí se lleva el proceso de selección del pan, en el cual se revisa que cada pan cumpla con los estándares visuales de calidad, posteriormente el pan es rodajeado, empackado, fechado, sellado y estibado. Estas tareas son realizadas por auxiliares de empaque.

### **2.8. Análisis de los sistemas actuales de control**

Debido a que cada una de las áreas tiene tareas específicas, cada una de ellas lleva únicamente apuntes sobre las actividades que realizan. Pero estos no son archivados para una posterior consulta.

La mayoría de las actividades de cada una de las áreas de producción se realizan confiando en la experiencia de cada una de los operadores y auxiliares que se encuentran dentro de la línea de producción. Debido a esto el encargado de turno no cuenta con la información necesaria para detectar algún tipo de variación en el proceso y así evitar que se generen perdidas de tiempo o de producto.

El sistema de control que se lleva a cabo actualmente es únicamente de carácter visual, ya que al observar que hay algún tipo de falla esta es corregida en el momento, pero debido a la falta de documentación no siempre se pueden detectar las causas de la falla, por lo cual esta puede volver a presentarse.

### **2.8.1. Control del proceso**

Dentro de la línea de producción hay varios puntos críticos para el proceso, pero no existe ningún registro que permita determinar si estos puntos están dentro de los estándares que permiten que el proceso de producción sea estable.

En el área de masas no se lleva un control continuo de cada una de las dos fases de mezclado, sino que se lleva cada una por separado, lo cual no permite que se lleve un orden exacto en la elaboración de las masas (batches de producción), y tampoco brinda un registro de tiempos y temperaturas, los cuales son puntos críticos de control, ya que si estos no están en orden se generan muchas variaciones en el proceso. Tampoco se lleva un control de los ingredientes que no son proporcionados por la bodega de materia prima (harina, agua, hielo y levadura) y el tiempo de mezclado de cada masa, esto puede dar como resultado variaciones en las fórmulas, ya que cada operador puede decidir la cantidad de ingredientes y tiempo de mezclado que a su juicio sea la correcta.

En el área de corte y formado, al finalizar la fase del formado donde las piezas de masa son colocadas dentro de los moldes para ser ingresados al cuarto de fermentación, no existen registros que indiquen la cantidad de moldes ingresados, ni el tiempo de entrada de los mismos al cuarto de fermentación. De igual manera cuando los moldes son retirados del cuarto de fermentación no se registra su hora de salida, por lo que no se puede determinar el tiempo de residencia dentro del cuarto de fermentación. El cuarto de fermentación no cuenta con los registros de humedad relativa ni temperatura, por lo que no se puede determinar si estos variaron y produjeron alguna variación en el proceso.

El proceso de horneado no queda registrado, es decir no hay documentación que indique las diferentes temperaturas ni tiempos de horneado.

### **2.8.2. Control de calidad**

En el área de cortado y formado, no se cuenta con hojas de registro de pesos de cada uno de los diferentes productos que se elaboran, el peso en crudo si es revisado aunque no quede registrado. Esto impide detectar variaciones dentro del proceso o llevar a cabo ajustes que permitan que el proceso se mantenga en control.

En el área de empaque se lleva un conteo de los panes que son rechazados por no cumplir con los estándares de calidad. Los panes únicamente son contados para dar un total de panes de desperdicio, pero no se contabilizan de acuerdo a la razón por la que fueron desechados (blanco, quemado, manchado, etc.), por lo que no se puede determinar cual fue la causa que provoco que el pan fuera desechado. De igual manera que en el área de cortado el producto final es pesado, pero no se elabora ningún tipo de registro.

### **2.8.3. Control de producción**

Actualmente el único control de producción que se lleva es el pedido que la bodega de producto terminado entrega al encargado de producción, este pedido se elabora basándose en los pedidos hechos por el departamento de ventas, sobre la base de este el encargado de producción elabora la hoja de programación de cada uno de los productos.

Además de esto no se cuenta con un resumen diario de unidades empacadas, debido a esto no se puede llevar un control de cumplimiento de

órdenes de pedidos. Únicamente se van adjuntando las boletas de ingreso a bodega de producto terminado con el total de panes empacados. También es necesario contar con datos que indiquen la cantidad de producto que se está generando por cada masa (batch de producción) y cual es el estado de las órdenes de producción, es decir que producto está pendiente de elaboración y cual ya ha sido completado.

## **2.9. Diagnóstico de los sistemas actuales de control**

Basándose en lo anteriormente observado, es necesario que cada una de las áreas de trabajo cuente con controles escritos y no sólo con los de carácter visual, ya que es de gran importancia el registrar los puntos críticos de cada una de las etapas que son necesarias para el proceso de la producción de pan de molde y así poder identificar las causas de los problemas que se puedan presentar, para poder prevenirlos y evitar la pérdida de recursos.

### **2.9.1. Control del proceso**

Dentro de este aspecto, es necesario que en las áreas de masas, formado y horneado se implementen controles escritos que permitan documentar que es lo que está sucediendo en cada una de sus diferentes fases, de igual manera se deben de establecer estándares para la comparación y procedimientos claros que permitan llevar a cabo un control sobre la línea de producción y además se debe de capacitar a cada una de las personas que lleven a cabo tareas dentro de cada una de las diferentes áreas. Mediante estos controles se podrá identificar cualquier variación dentro de las diferentes etapas del proceso de producción de pan.

### **2.9.2. Control de calidad**

En esta área es necesario la implementación de controles estadísticos que permitan encontrar las variaciones de carácter no aleatorio que se presentan en el proceso de producción, es necesario que se lleven a cabo mediciones tanto por atributos (peso y dimensiones) por variables (forma, color) e identificar cuales son las cantidades y razones por las cuales los productos son rechazados. Además se debe de capacitar a cada una de las personas que llevan a cabo tareas dentro de cada una de las diferentes áreas para permitir que el producto que no cumpla con los estándares de calidad sea fácilmente identificado y rechazado.

### **2.9.3. Control de producción**

Se deben de implementar de hojas resumen de producto empacado, con el fin de tener conocimiento del cumplimiento de las órdenes de producción. Además es necesario que se lleve un control de los rendimientos que se están obteniendo por cada masa (batch de producción), ya que de esta manera se podrá saber si el rendimiento teórico por masa coincide con el real y si no fuera así identificar las causas de las mermas para poder eliminarlas. También es necesario que el encargado de producción cuente con la información referente a las ordenes de producción, ya que de esta manera el podrá saber cuales están en proceso y cuales están pendientes.

### **3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE CONTROLES**

#### **3.1. Descripción general de la propuesta**

La propuesta busca brindar a cada una de las personas responsables de administrar una línea de producción de pan de molde, las herramientas necesarias para poder llevar a cabo un control efectivo sobre cada uno de los elementos involucrados en el proceso de producción.

Por esta razón se busca identificar en cada una de las diferentes áreas del proceso de producción los puntos críticos, ya que será mediante su identificación y control que se podrán obtener los resultados que cumplan con los estándares establecidos por la empresa.

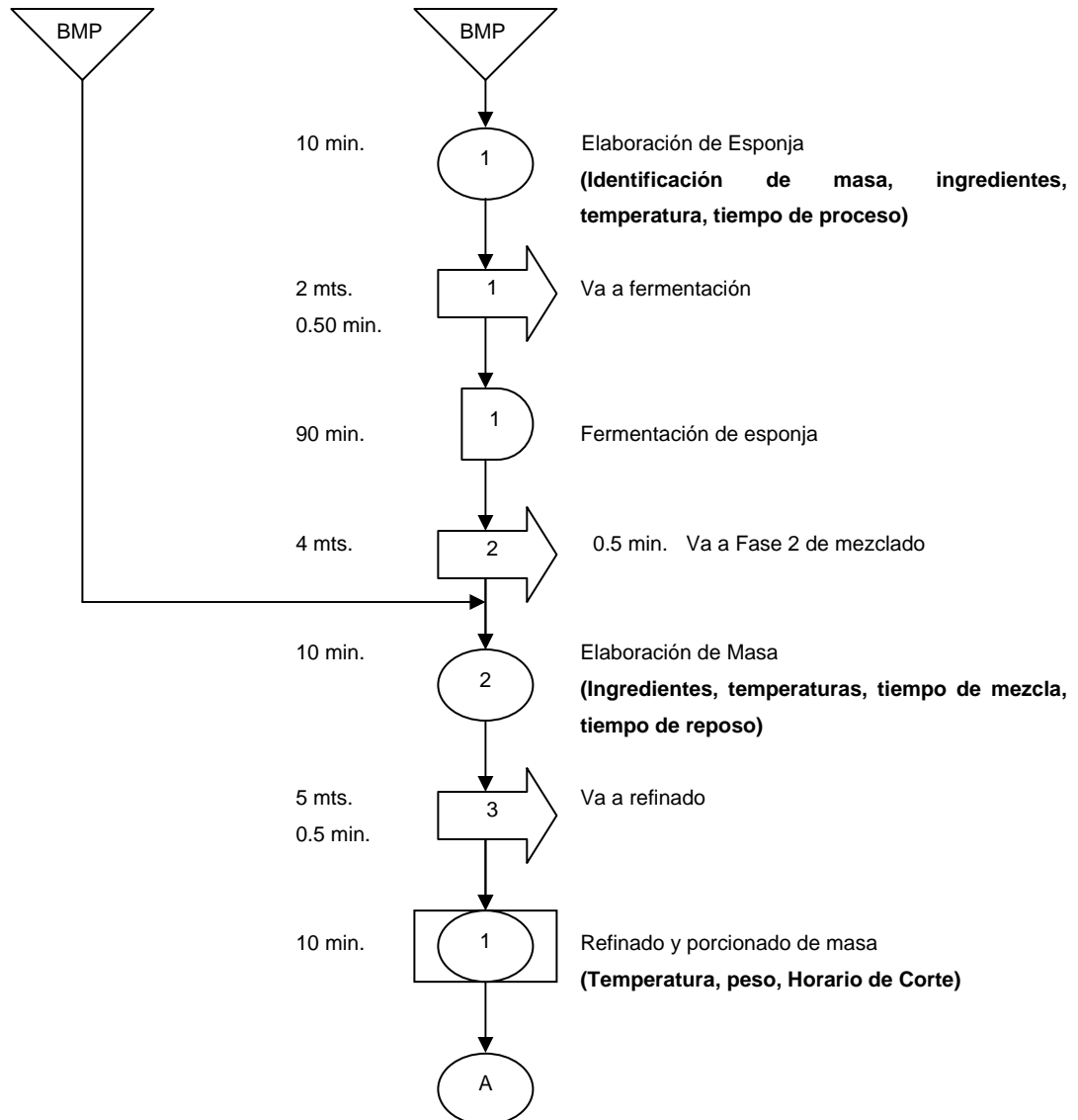
Una vez que hayan sido identificados los puntos críticos de control, se determinarán los estándares para cada uno de los mismos, para así poder tener un punto de referencia y además poder determinar de una manera rápida las variaciones dentro del proceso, además de esto se diseñaran hojas de registro, con el fin de que cada una de las etapas del proceso queden debidamente documentadas para su análisis, ya sean inmediatos o posteriores. Se crearán los procedimientos que serán utilizados para poder llevar a cabo el control de los puntos críticos.

### 3.2. Identificación de puntos de control del proceso

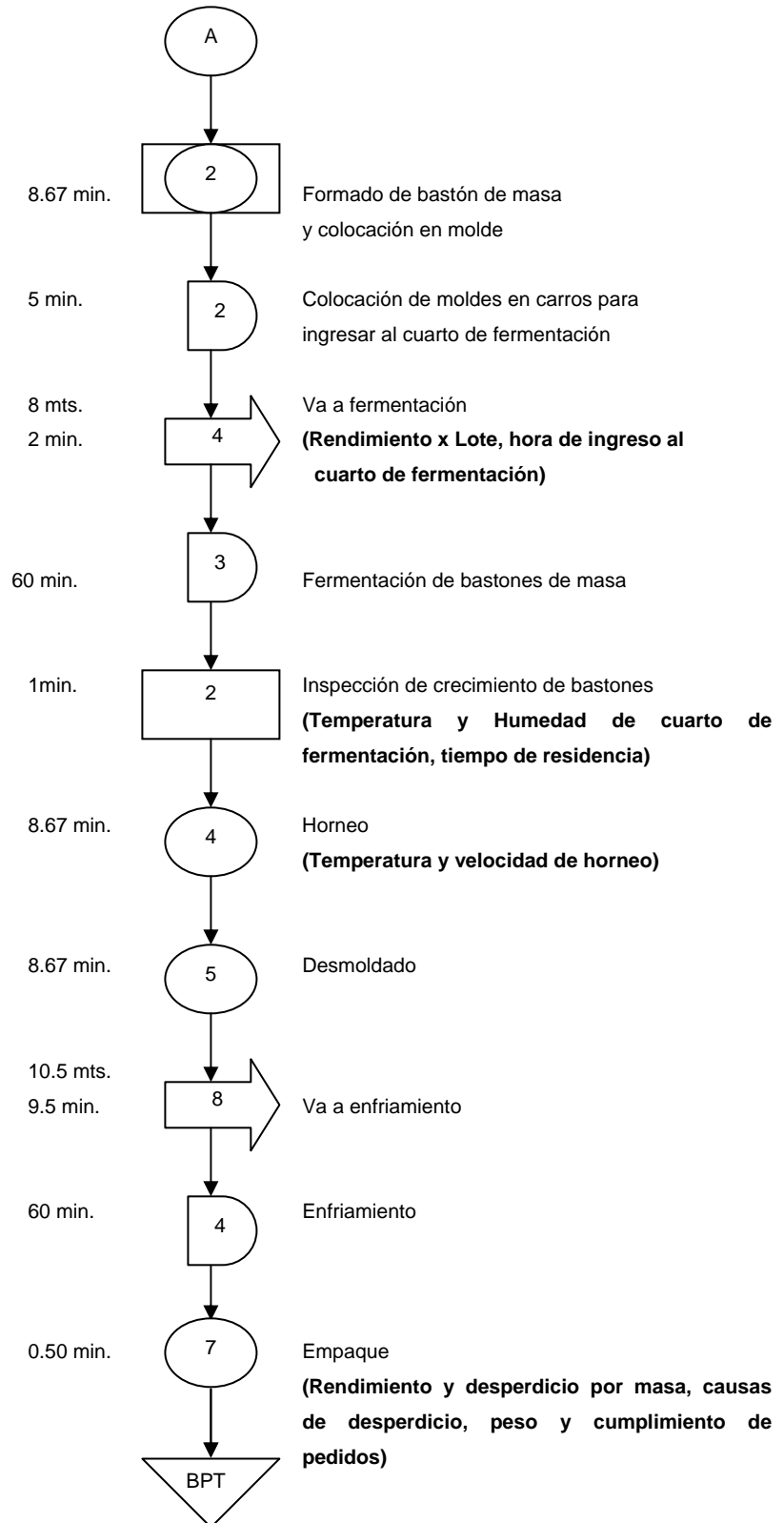
El proceso de elaboración de pan de molde cuenta con diferentes áreas de trabajo, debido a esto cada una de estas áreas cuenta con diferentes puntos críticos para el control del proceso.

Se deberá de analizar cada una de estas por separado para así poder identificar cada uno de estos puntos.

**Figura 5. Diagrama de flujo de puntos de control**



Continuación





### **3.2.1. Área de mezclas**

Esta es la primera área del proceso de producción y es en ella donde se lleva cabo la mezcla e incorporación de todos los ingredientes, por lo que cuenta con varios puntos críticos para el proceso que deben de estar bajo control para permitir un proceso uniforme y estable. Los puntos críticos identificados en esta área son los siguientes:

#### **3.2.1.1. Identificación de masa**

Debido a que en la línea de producción se producen diferentes tipos de pan de molde, es necesario que cada una de las masas (batchs de producción), sea identificada con el nombre del producto y numerada, esto permitirá llevar un control del número de masas producidas y el orden en que fueron elaboradas, además de esto se podrá llevar un mejor control del cumplimiento de las ordenes de producción.

#### **3.2.1.2. Ingredientes**

Dentro de la formulación se cuenta con ingredientes que están predeterminados por la fórmula maestra y que no pueden variarse en cantidad y también están los que deben de ajustarse debido a las condiciones que puedan afectar el proceso, estos ingredientes son la harina, el agua y la levadura. Cualquier disminución o incremento en la cantidad de estos ingredientes afecta directamente el rendimiento de panes por masa. Por esta razón es necesario llevar registros que muestren cualquier tipo de variación en las cantidades utilizadas de cada ingrediente.

Todos los ingredientes son adicionados en proporción a la cantidad total de harina con que cuente la fórmula. La proporción es calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Ingrediente} = \frac{\text{Cantidad del ingrediente (lbs.)}}{\text{Cantidad de harina (lbs.)}} * 100$$

El resultado o porcentaje resultante, recibe el nombre de porcentaje panadero. El valor de cada uno de los ingredientes que pueden variar en la cantidad que es utilizada en cada una de las masas (*batches* de producción), debe de ir relacionada con la identificación de masa, ya que esto permitirá saber que ingrediente y en que cantidad se está adicionando en cada fórmula. Para mantener una unidad de medida estándar se deben de trabajar todos los ingredientes en libras, esto se debe a que el ingrediente principal (harina), se trabaja con esta unidad de medida.

#### **3.2.1.2.1. Harina**

La harina es el principal ingrediente en la elaboración del pan de rodaja, a pesar de que este es un ingrediente cuya cantidad no se debe de variar, ya que en base a esta se elabora toda la formulación de cada producto, su cantidad si varía dependiendo del tipo de producto que se este elaborando, debido a esto es necesario llevar un control de la cantidad que se esta utilizando por masa, tanto en la primera fase de mezclado (esponja), como en la segunda (mojada), esto para corroborar que se este cumpliendo con la fórmula autorizada y también así determinar el consumo diario de la misma.

Además de esto es necesario que se lleve un registro de cada lote de harina, ya que cada uno de estos cuenta con diferentes características, tales

como la capacidad de absorción de agua (porcentaje de absorción), actividad de las enzimas y el tiempo de estabilidad en el mezclado.

Las especificaciones de la harina que debe ser utilizada para el proceso de elaboración de pan de molde son las siguientes:

Tipo de Harina:	Dura
Días de reposo:	10 días
Porcentaje de Proteínas:	>12 %
Porcentaje de ceniza:	< 0.51%
Porcentaje de absorción:	> 60%
Bromato:	De 50 a 52 ppm
Humedad:	< 14%
Tiempo de desarrollo:	6 < TD < 7.5 minutos
Tiempo de Estabilidad:	9 < TE < 11 minutos

#### **3.2.1.2.2. Agua**

El agua es un ingrediente que depende directamente del porcentaje de absorción de la harina y la cantidad de ingredientes secos de la fórmula, debido a esto, cada tipo de producto tendrá diferente cantidad de agua en su fórmula. Al igual que la harina, es adicionada en cada una de las fases de mezclado (esponja y mojada), por esta razón es necesario que se lleve un registro de la cantidad de agua que es utilizada en cada fase, esto para corroborar que se esté utilizando el porcentaje correcto en cada fórmula y también para poder determinar el porcentaje de absorción con que se está trabajando. En la segunda fase de mezclado el agua puede ser sustituida parcial o totalmente por hielo con el objetivo de mantener la temperatura de la masa bajo control, o la cantidad de agua de la fórmula será la misma, ya que la proporción de hielo y agua debe ser igual a la proporción de la fórmula utilizando únicamente agua.

Las especificaciones microbiológicas para el agua que debe ser utilizada para el proceso de elaboración de pan de molde son las siguientes:

PARÁMETROS	LIMITES MAXIMOS
Recuentos totales	500 UFC/ml
Coliformes generales	<1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	<1.1 NMP/100 ml
E. Coli	<1.1 NMP/100 ml

### 3.2.1.2.3. Levadura

La levadura es el ingrediente responsable del proceso de fermentación en la masa y la cantidad que se utiliza depende de la actividad de las enzimas de la harina. La levadura también se adiciona en cada una de las dos fases de mezclado (esponja y mojada), por esta razón es necesario que se lleve un registro de la cantidad de levadura que es utilizada en cada fase, esto para corroborar que se este utilizando el porcentaje correcto en cada fórmula y también para poder determinar el porcentaje de levadura con que se esta trabajando y también conocer el consumo diario de la misma.

Las especificaciones la levadura que debe ser utilizada para el proceso de elaboración de pan de molde son las siguientes:

Presentación: Paquete con empaque de papel parafinado  
Ingredientes: Semilla de levadura *Saccharomyces cerevisiae*  
Vida de Anaquel: En refrigeración de 8 a 10 días para mantener su actividad

### ANÁLISIS FISICO-QUIMICO

pH: 4.3 a 5.0%

Humedad:	68 a 70%
Proteína:	40 a 44%
Nitrógeno:	6.5 a 6.8%
Fosfato:	1.6 a 2%

#### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Salmonela:	Negativo
Shigella:	Negativo
Hongos:	< 4 colonias

#### **3.2.1.3. Tiempo de proceso por masa**

El tiempo de proceso por masa permite mantener un ritmo constante dentro de la línea de producción, lo cual es necesario para mantener un proceso estable. Por lo cual se debe llevar un registro del tiempo en que fue procesada cada una de las masas (*batches* de producción). Esto permitirá también determinar la eficiencia del proceso, el cumplimiento de los tiempos de proceso para evitar atrasos y saber el tiempo necesario para poder cumplir con las órdenes de producción. El tiempo de proceso de cada uno de las masas depende del rendimiento, este tiempo se calcula mediante la velocidad de corte de la máquina divisora (cortes x minuto) y el rendimiento (panes x fórmula), ya que esta estación es la que presenta el cuello de botella en la línea de producción es la que brindará el ritmo de la línea de producción.

#### **3.2.1.4. Temperaturas**

El proceso de elaboración de pan presenta variación de temperaturas debido a las dos etapas de mezclado y al proceso de fermentación, las temperaturas deben mantenerse dentro de un rango aceptable para poder

asegurar un proceso estable. Existen tres puntos en los cuales es necesario que estas temperaturas queden registradas, estos son al inicio del proceso de fermentación, al final del proceso de fermentación y al finalizar la segunda fase de mezclado, cada uno de estos puntos debe de tener una temperatura ideal para evitar problemas o variaciones en el proceso. Cada temperatura es directamente el resultado de la anterior, por lo que es de suma importancia que desde un inicio el valor de esta se encuentre bajo control y de esta manera poder asegurar un proceso estable, si no fuera este el caso se pueden hacer correcciones a través de los dos procesos de mezclado.

#### **3.2.1.4.1. Inicio de fermentación**

En la primera fase de mezclado (esponja), se prepara la masa para el proceso de fermentación, la masa debe de tener la temperatura adecuada para que este se de correctamente, ya que si la masa esta fría al inicio del proceso fermentación, este se retrasa, ya que la levadura se inhibe debido a la baja temperatura. Si la masa esta caliente al inicio del proceso de fermentación, este se acelera debido a que la alta temperatura estimula a la levadura. En ambas situaciones el proceso de fermentación se ve afectado por lo que al final no se tendrá el resultado deseado, debido a esto el registro de esta temperatura es necesario, ya que permite hacer correcciones dentro del proceso y así corregir las variaciones.

#### **3.2.1.4.2. Final de fermentación**

Esta temperatura es el resultado del proceso de fermentación y es un indicador de la variación de la temperatura respecto al inicio del proceso de fermentación, esta temperatura siempre muestra un incremento con respecto al

inicio del proceso. Debido a que esta temperatura es el resultado de la temperatura inicial del proceso de fermentación, no se pueden hacer ajustes al final para que esta varíe, pero su valor debe de quedar registrado, ya que este permite hacer una última corrección durante el segundo proceso de mezclado.

#### **3.2.1.4.3. Final de mezclado**

La segunda fase de mezclado se lleva a cabo en una mezcladora de alta velocidad, esto provoca un incremento en la temperatura de la masa, al igual que al inicio de la fermentación una temperatura alta o baja puede producir variaciones en el proceso, debido a esto es necesario que se lleve un registro de esta temperatura para mantenerla bajo control.

La regulación de la temperatura se hace mediante el uso de hielo, este sustituye al agua que se adiciona, la cantidad de hielo a utilizar depende de la temperatura de la masa al final del proceso de la fermentación, ya que si esta es un poco alta, se puede corregir agregando una mayor cantidad de hielo y si esta es baja se disminuye la cantidad de hielo a utilizar, teniendo como objetivo mantener la temperatura al final del mezclado bajo control.

#### **3.2.1.5. Tiempos de mezcla**

El tiempo de mezcla de cada masa depende de dos factores, la calidad de la harina y su formulación, debido a que cada fórmula varía en la proporción de ingredientes utilizados, así varía el tiempo de mezcla, es decir que cada una de las fórmulas debe de tener su propio tiempo de mezclado, es muy importante llevar el control de los tiempos de mezclado de cada uno de los productos, ya que esto evitaría mezclar incorrectamente cada uno de los productos, ya sea por falta o por exceso de tiempo de mezclado, además de este permite

observar la variación de la calidad de la harina en lo que respecta a la estabilidad de tiempo de mezclado.

#### **3.2.1.6. Tiempo de reposo**

El tiempo de reposo de la masa, es el tiempo necesario para que el proceso fermentación se lleve a cabo, este inicia desde la primera fase de mezclado (esponja) y finaliza hasta que se inicia la segunda fase (mojada). Durante el tiempo de reposo la esponja desarrolla todas las características necesarias para brindar al producto final un sabor, olor y textura que cumpla con los estándares de calidad. La falta o exceso de tiempo de reposo cambia cada una de las características anteriormente mencionadas, además puede producir variaciones dentro del proceso. Por esto es necesario que se lleve un registro de la hora en que una esponja inicia su reposo hasta el momento en que se inicia la segunda fase de mezclado, para poder mantener un control sobre el tiempo de reposo.

#### **3.2.2. Área de cortado y formado**

En el área de cortado y formado, cada uno de las masas (*batch* de producción), es dividida en unidades para posteriormente darle la forma deseada a cada pieza para luego ser colocada dentro de un molde y posteriormente ser ingresado al cuarto de fermentación. Los puntos críticos de esta área son los siguientes:

##### **3.2.2.1. Temperatura final**

El proceso de refinado de la masa se da después de la segunda fase de mezclado (mojada), este se lleva a cabo mediante una mezcladora refinadora,



este proceso eleva nuevamente la temperatura de la masa (5° F), un incremento fuera de rango de esta temperatura puede producir variaciones dentro del proceso, debido a esto es necesario llevar un registro de esta temperatura para poder detectar cualquier variación que pudiera presentar y así poder llevar a cabo las correcciones necesarias para mantener la temperatura bajo control.

#### **3.2.2.2.      Peso en crudo**

Cada uno de los productos tiene un peso que ha sido establecido junto con su fórmula. Después de haber sido mezclada y refinada la masa, cada masa (*batch* de producción), es dividido en unidades, en el momento en que la masa es cortada, cada una de las piezas de masa debe de tener el peso que su fórmula indica, la variación del peso afecta el proceso de producción, generando los siguientes problemas: el rendimiento por masa (*batch* de producción) no es igual al rendimiento teórico y genera producto que no cumple con los estándares de calidad, por lo que se debe de mantener un control periódico en la máquina divisora.

#### **3.2.2.3.      Horario de corte por lote de producción**

Cada uno de los diferentes productos hechos en la línea de producción deben ser sometidos al proceso de porcionado. El horario en cada uno de estos lotes es porcionado y varía diariamente dependiendo del tamaño del lote en cada uno de los diferentes productos, debido a esto es necesario tener un registro adecuado del tiempo utilizado para procesar cada lote de producción.

#### **3.2.2.4. Rendimiento por lote de producción**

Debido a que durante el día se elaboran varias masas (*batchs* de producción), es necesario que estos sean agrupados en lotes para poder determinar así el rendimiento de cada uno de ellos, la cantidad de masas por lote de producción puede variar dependiendo de las ordenes de producción, el lote de producción debe de tener únicamente masas del mismo producto, debido a que cada producto cuenta con su propia fórmula y peso por pieza, el rendimiento de cada uno de los productos elaborados tiene un rendimiento en panes es diferente. La cantidad de panes por masa, es únicamente dividir el peso total de la masa dentro del peso en crudo de un de pan.

El cálculo del rendimiento se debe de calcular antes de que el producto sea ingresado al cuarto de fermentación.

#### **3.2.2.5. Hora de ingreso al cuarto de fermentación**

El cuarto de fermentación, es el lugar donde se almacenan los moldes con piezas de masa y que cuenta con las condiciones necesarias para que la masa nuevamente inicie el proceso de fermentación de una manera más rápida. Debido a que el ingreso de los moldes al cuarto de fermentación es manual, es necesario llevar un registro que indique la hora en que estos fueron ingresados, esta información es necesaria para posteriormente poder determinar el tiempo de residencia de la masa dentro del cuarto de fermentación y hacer los ajustes necesarios en caso de que el tiempo de residencia presente algún cambio.

### **3.2.3. Área de horno**

En esta área es donde los moldes que han salido del cuarto de fermentación después de haber alcanzado su altura de horneado son colocados dentro del horno, dentro de esta área existen los siguientes puntos críticos.

#### **3.2.3.1. Temperaturas de horneado**

El proceso de horneado de pan de molde se divide en 4 fases, cada una de estas busca que durante el proceso de horneado se estimule a las piezas de masa que se encuentran dentro de los moldes. Dentro de cada una de estas fases se desarrollan las diferentes características del producto, estas se logran mediante el uso de temperaturas específicas para cada una de las fases de horneado, esto hace necesario que cada una de estas temperaturas se mantengan controladas y así poder tener un proceso de horneado estable.

#### **3.2.3.2. Velocidades de horneado**

La velocidad de horneado va relacionada con las temperaturas de cada una de las 4 fases del proceso de horneado. La velocidad de horneado depende directamente del tiempo que se requiera para hornear cada uno de los diferentes productos, debido a que cada uno de ellos tiene diferentes características es necesario que también cada uno de ellos cuente con su propia velocidad de horneado, y de esta manera poder desarrollar correctamente cada una de las características que se dan en el proceso de horneado. Cualquier cambio de la velocidad de horneado puede provocar que esta etapa del proceso de elaboración de pan de molde quede fuera de control, debido a esto es muy importante que se lleve el registro de cada una de las velocidades utilizadas.

### **3.2.3.3. Temperatura de cuarto de fermentación**

Para que las piezas de masa que se encuentran dentro del cuarto de fermentación puedan iniciar el proceso de fermentación, se debe de mantener una temperatura ideal dentro del cuarto de fermentación, ya que un cambio en esta puede generar descontrol dentro del proceso, los cambios pueden acelerar o retrasar el proceso de fermentación, ya que la alta temperatura es la que estimula a la levadura para que esta lleve a cabo la fermentación. Debido a esto es necesario que esta sea revisada constantemente para así poder detectar y corregir cualquier variación.

### **3.2.3.4. Humedad relativa del cuarto de fermentación**

Al igual que la temperatura, la humedad relativa del cuarto de fermentación también es responsable de acondicionar las piezas de masa para que se lleve a cabo dentro del proceso de fermentación, en este caso la humedad busca mantener la corteza de las piezas de pan húmedas para así poder hornearse de forma ideal, al igual que la temperatura los cambios pueden acelerar o retrasar el proceso de fermentación, ya que la falta de humedad no permite un crecimiento estable de las piezas de masa dentro del cuarto de fermentación. Debido a esto es necesario que esta sea revisada constantemente para así poder detectar y corregir cualquier variación.

### **3.2.3.5. Tiempo de residencia en el cuarto de fermentación**

El tiempo de residencia en el cuarto de fermentación es el resultado de un debido acondicionamiento del cuarto de fermentación (temperatura y humedad) y de la calidad de la harina, el cambio en el tiempo de residencia dentro del cuarto de fermentación indica que hay una parte del proceso que no

esta bajo control y que es necesario hacer ajustes, debido a esto se debe llevar un registro de muestre el tiempo que cada *batch* de producción requiere dentro del cuarto de fermentación previamente a ser ingresado al horno. Este tiempo se calcula mediante la diferencia de tiempo entre la hora de ingreso al cuarto de fermentación y la hora de salida del cuarto de fermentación.

### **3.2.4. Área de empaque**

En el área de empaque finaliza el proceso de producción de pan de molde, a pesar de que en esta área el producto no sufre ninguna otra transformación o cambio, es aquí donde se observan las posibles variaciones que pudo haber sufrido el proceso y se pueden generar también las soluciones para poder corregir estas variaciones.

#### **3.2.4.1. Rendimiento por masa**

El rendimiento de una masa (*batch* de producción), se genera de la suma de panes empacados más los panes rechazados, esta debe ser lo más cercano al rendimiento teórico dado por la fórmula del producto, la variación de este por falta de producto (merma), debe de ser justificada debidamente. El control del rendimiento de cada es necesario para poder medir la productividad por cada masa, ya que cada masa de un mismo producto cuenta con los mismos ingredientes, por lo que debiera de tener el mismo rendimiento.

#### **3.2.4.2. Desperdicio por masa**

El desperdicio por masa (*batch* de producción) debe de indicar la cantidad de panes que fueron rechazados por no cumplir con los atributos o estándares establecidos para que un producto pueda ser aceptado. Al tener un

registro de esta cantidad de panes se puede determinar el porcentaje que fue rechazado de cada una de las masas y así poder establecer que productos son los que tienen el porcentaje más elevado de rechazos y buscar soluciones para que este número disminuya.

#### **3.2.4.3. Causas de desperdicio**

Ya que el desperdicio por masa ha sido contabilizado para poder determinar el porcentaje de rechazos, también es necesario identificar las razones por las cuales el producto fue rechazado, ya que de esta forma se puede determinar cual fue el problema o variación del proceso que origino que el producto fuera rechazado, de igual manera se puede determinar el porcentaje de productos rechazados por cada una de las diferentes causas que hayan provocado rechazos.

#### **3.2.4.4. Peso después de horneado**

Como se menciona anteriormente, cada uno de los productos tiene un peso que ha sido establecido junto con su fórmula. Después de haber sido horneada cada una de las piezas de masa, debe de tener el peso que su fórmula indica, el peso final del producto es menor que su peso inicial en crudo. La variación del peso afecta el proceso de producción, generando los siguientes problemas: el rendimiento por masa (*batch* de producción) no es igual al rendimiento teórico, además genera producto que no cumple con los estándares de calidad debido a su variación de peso, por lo que se debe de mantener un control periódico del producto terminado para poder detectar estos cambios.

#### **3.2.4.5. Pedidos de bodega de producto terminado**

La elaboración de los lotes de producción se hace en base a la requisición de producto hecha por la bodega de producto terminado. Este pedido hecho al departamento de producción permite saber la cantidad de masas de cada producto que deben de ser elaboradas. Cada uno de los pedidos solicitados al departamento de producción debe de ser cumplido a cabalidad. Mediante un control que lleve un registro de producto empacado se puede determinar con exactitud la cantidad de producto que se entregó y compararlo con el pedido para así poder verificar el cumplimiento del mismo.

#### **3.3. Gráficos de control de calidad y formatos de control del proceso**

Para poder llevar un registro en cada uno de los diferentes puntos de control del proceso que ya fueron identificados, es necesaria la elaboración de reportes escritos que puedan ser consultados para verificar el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos. Se utilizarán únicamente los gráficos de control por variables para toda aquella medida que deba mantenerse dentro de ciertos límites (pesos y temperatura), el resto de la documentación será hojas de control del proceso en las cuales se registrará toda la información de cada una de las distintas áreas. Estos a la vez podrán mostrar cualquier tipo de variación dentro del proceso y de esta manera llevar a cabo las correcciones que sean necesarias. Las correcciones pueden ser por ajustes en el equipo que se utiliza en el proceso, en las condiciones del proceso y en la formulación.

### **3.3.1. Área de mezclas**

Ya que han sido identificados los puntos de control del proceso para esta área, es necesario llevar una hoja de control que pueda llevar un registro de cada uno de estos. Debido a que en esta área se busca relacionar la información de las dos fases de mezclado se deberá de crear un formato que puede registrar toda esta información.

#### **3.3.1.1. Hoja de masas**

La hoja de masas será el formato que contendrá la información necesaria para que cada uno de los puntos de control de proceso que fueron identificados en el área de mezclas sean registrados. Los datos que deben quedar registrados en esta área son los siguientes:

- Identificación de masas
- Cantidad de harina
- Cantidad de agua
- Cantidad de levadura
- Tiempo de proceso por masa
- Tiempo de mezclado
- Tiempo de reposo
- Temperatura Inicio de fermentación
- Temperatura final de fermentación
- Temperatura final de mezclado

Las personas encargadas de registrar toda esta información son los operadores responsables de las 2 fases de mezclado y debe de ser revisada



por el supervisor de producción. El formato a utilizar deberá de contar con toda esta información (Ver figura 6).

### 3.3.2. Área de cortado y formado

En el área de cortado y formado se identificaron cada uno de los puntos críticos que se deben de mantener bajo control. Debido a que esta área cuenta con puntos críticos ubicados en lugares distintos, es necesario que cada uno de esto se registre por separado.

#### 3.3.2.1. Gráfico de control de temperatura final

En este gráfico de control por variables se deberá llevar un registro de la temperatura final de cada uno de los *batches* de producción. Es recomendable el uso de un gráfico para este registro debido a que permite detectar cualquier tipo de variación en la temperatura y llevar a cabo los ajustes necesarios al proceso para que esta vuelva a estar bajo control.

El registro de esta información y responsable de hacer los ajustes necesarios para que el proceso se mantenga bajo control es el operador encargado de la segunda fase de mezclado y debe de ser revisada por el supervisor de producción. (Ver figura 7).

**Tabla II. Control de temperatura final**

Muestra	OBSERVACIONES					Promedio
1	83	84	84	84	85	84
2	85	85	86	86	85	85.4
3	84	84	85	85	86	84.8
4	84	84	84	85	85	84.4
5	85	85	85	86	86	85.4
6	86	86	87	87	86	86.4

7	85	84	84	85	85	84.6
8	85	85	85	85	86	85.2
9	84	85	85	84	84	84.4
10	83	84	83	84	86	84
						84.86

$$S_x = \sqrt{\frac{5.044}{9}} = \sqrt{0.56} = 0.75$$

No. Desviaciones Estándar para los límites = 1

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= 84.86 + S_x = 85.609 \\ \text{MCL} &= 84.86 \\ \text{LCL} &= 84.86 - S_x = 84.111 \end{aligned}$$

La especificación de la temperatura es de 85 grados y la tolerancia permitida en el proceso es de +/- 1 grado, por esta razón se decidió utilizar una desviación estándar para el cálculo de los límites de control.

### 3.3.2.2. Gráfico de control de pesos en crudo

El gráfico de control por variables del peso en crudo permitirá llevar un registro del peso en crudo de cada uno de los diferentes *batches* de producción. El uso de un gráfico permite con mayor facilidad detectar cualquier variación. Al igual que en la temperatura final se deberá de registrar el peso de algunas piezas porcionadas en cada batch, de esta forma se puede detectar cualquier tipo de variación y hacer los ajustes necesarios para corregir esta variación.

El registro de esta información y responsable de hacer los ajustes necesarios para que el proceso se encuentre bajo control es el operador de la máquina divisora y debe de ser revisada por el supervisor de producción (Ver figura 8).

**Tabla III. Control de peso en crudo**

Muestra	OBSERVACIONES					Promedio
1	590	596	592	595	593	593.2
2	593	588	589	592	590	590.4
3	598	590	592	595	596	594.2
4	601	598	594	597	599	597.8
5	588	591	596	592	590	591.4
6	594	598	595	599	594	596.0
7	599	598	596	598	593	596.8
8	596	588	594	596	589	592.6
9	601	596	598	599	601	599.0
10	591	586	592	588	589	589.2
						594.06

$$S_x = \sqrt{\frac{96.644}{9}} = \sqrt{10.738} = 3.28$$

No. Desviaciones Estándar para los límites = 3

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= 594.06 + 3 S_x = 603.891 \\ \text{MCL} &= 594.06 \\ \text{LCL} &= 594.06 - 3 S_x = 584.229 \end{aligned}$$

La especificación del peso es de 595 gramos y la tolerancia permitida en el proceso es de +/- 10 gramos, por esta razón se decidió utilizar tres desviaciones estándar para el cálculo de los límites de control.

### **3.3.2.3. Hoja de horario de corte de masas**

La hoja de control de horario de corte de masas permitirá tener un registro que indique el horario en que fueron cortados (porcionados), cada uno de los lotes de producción, debiendo registrarse la hora de inicio y la hora final en que se proceso cada uno de los lotes.

El registro de esta información es responsabilidad del operador de la máquina divisora y debe de ser revisada por el supervisor de producción. (Ver figura 9)

### **3.3.2.4. Hoja de rendimiento por lote de producción**

La hoja de rendimiento por cada lote de producción permitirá llevar un registro que indique la cantidad de panes obtenidos por un lote de producción, de esta forma se puede comparar el rendimiento teórico contra el real. Se deberá de registrar la cantidad de panes resultantes de cada lote producción, con este dato se puede determinar también la cantidad de panes por *batch*.

El registro de esta información es responsabilidad del auxiliar del área de formado que ingresa los carros de moldes al cuarto de fermentación y debe ser revisada por el supervisor de producción. (Ver figura 10)

### **3.3.2.5. Hoja de ingreso al cuarto de fermentación**

La hoja de ingreso al cuarto de fermentación permitirá saber la hora en que un carro de moldes es ingresado al cuarto de fermentación y que tipo de producto fue ingresado. Este registro se debe de realizar para cada uno de los carros de moldes que son ingresados al cuarto de fermentación.

El registro de esta información es responsabilidad del auxiliar del área de formado que ingresa los carros de moldes al cuarto de fermentación y debe ser revisada por el supervisor de producción. (Ver figura 11)

### **3.3.3. Área de horno**

En esta área además de llevar registros de lo que es en si el proceso de horneado del producto, es necesario también tener la información de las condiciones en que la masa que se encuentra dentro del cuarto de fermentación. Debido a que el horneado y el acondicionamiento de la masa ocurren independientemente uno del otro, el registro de la información de cada uno de estos eventos debe llevarse por separado.

#### **3.3.3.1. Hoja de velocidad y temperaturas de horneado**

En la hoja de velocidad de temperaturas se deberá de llevar un registro detallado de la velocidad en que se hornea cada uno de los diferentes productos. Además de esto se deberá de registrar la temperatura que se utilizó en cada una de las 4 zonas que componen el proceso de horneado, esto se deberá de llevar a cabo para cada uno de los productos que son horneados a lo largo del día. El registro de esta información es responsabilidad hornero y debe ser revisada por el supervisor de producción. (Ver figura 12)

#### **3.3.3.2. Hoja de salida del cuarto de fermentación y tiempo de residencia**

En la hoja de salida del cuarto de fermentación y tiempo de residencia, se debe de llevar un registro de la hora en que cada carro de moldes es retirado del cuarto de fermentación para su posterior ingreso al horno, el registro del

tiempo de residencia también se deberá de llevar a cabo en esta hoja para poder llevar un registro de este tiempo.

El registro de esta información es responsabilidad hornero y debe ser revisada por el supervisor de producción. (Ver figura 13)

### **3.3.3.3. Hoja de temperatura y humedad del cuarto de fermentación**

En la hoja de temperatura y humedad del cuarto de fermentación se debe de llevar un registro de la temperatura en el interior del cuarto de fermentación y el porcentaje de humedad relativa que presente durante el transcurso del día y así poder observar que estos dos valores se encuentren bajo control.

El registro de esta información es responsabilidad hornero y debe ser revisada por el supervisor de producción (Ver figura 14).

### **3.3.4. Área de empaque**

En esta área se lleva a cabo la selección de producto de acuerdo a sus atributos y variables, por medio de esta selección se acepta o rechaza el producto. También se lleva también un control del rendimiento de los lotes de producción y el cumplimiento de las órdenes de producción

#### **3.3.4.1. Gráfico de control de peso cocido**

Este gráfico de control por variables es similar al gráfico de control de peso en crudo, con la única diferencia que el peso cocido es menor que el peso en crudo. Este gráfico permitirá llevar un control del producto terminado y poder detectar cualquier variación dentro del proceso.

El registro de esta información es responsabilidad del supervisor de empaque (Ver figura 15).

**Tabla IV. Control de pesos cocido**

Muestra	OBSERVACIONES					Promedio
1	513	519	515	518	516	516.08
2	516	512	512	515	513	513.65
3	520	513	515	518	519	516.95
4	523	520	517	519	521	520.09
5	512	514	519	515	513	514.52
6	517	520	518	521	517	518.52
7	521	520	519	520	516	519.22
8	519	512	517	519	512	515.56
9	523	519	520	521	523	521.13
10	514	510	515	512	512	512.60
						516.83

$$S_x = \sqrt{\frac{73.15}{9}} = \sqrt{8.1278} = 2.85$$

No. Desviaciones Estándar para los límites = 3

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= 516.83 + 3 S_x = 525.385 \\ \text{MCL} &= 516.83 \\ \text{LCL} &= 516.83 - 3 S_x = 508.279 \end{aligned}$$

La especificación del peso es de 517 gramos y la tolerancia permitida en el proceso es de +/- 10 gramos, por esta razón se decidió utilizar tres desviaciones estándar para el cálculo de los límites de control.

### **3.3.4.2. Hoja de rendimiento por lote de producción**

Al igual que en la hoja de rendimiento por lote de producción del área de cortado y formado, esta permitirá llevar un registro que indique la cantidad de panes obtenidos por un lote de producción, de esta forma se puede comparar el rendimiento teórico contra el real. Se deberá de registrar la cantidad de panes resultantes de cada lote producción, incluyendo aquellos que fueron rechazados, con este dato se puede determinar también la cantidad de panes por batch y compararlo con el dato obtenido inicialmente en el área de cortado y formado.

El registro de esta información es responsabilidad del supervisor de empaque (Ver figura 16)

### **3.3.4.3. Hoja de identificación de causas de desperdicio por lote de producción**

La hoja de identificación de causas de desperdicio por lote de producción permitirá poder llevar un registro de la cantidad de producto que fue rechazado por no haber cumplido con los estándares de calidad y la causa de este rechazo, es decir con que atributo no pudo cumplir. Mediante el registro de las cantidades rechazadas por atributo se pueden llevar a cabo acciones correctivas para así poder disminuir la cantidad de producto que es rechazado o poder tomar decisiones de inversión que permitan también disminuir la cantidad de producto que es rechazado.

El registro de esta información es responsabilidad del supervisor de empaque, en base a los datos proporcionados por el auxiliar de empaque



responsable de seleccionar el producto y que debe determinar si es aceptado o rechazado. (Ver figura 17).

#### **3.3.4.4. Hoja de cumplimiento de pedidos**

La hoja de cumplimiento de pedidos, permitirá llevar un control del cumplimiento de las ordenes de producción, en esta se deberá de llevar un registro de la cantidad de producto despachada por día, debiendo indicar también si hubo algún faltante o sobrante de producto de acuerdo a la cantidad que fue solicitada en la orden de producción. El registro de esta información es responsabilidad del supervisor de empaque. (Ver figura 18)

## **4. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROLES**

### **4.1. Procedimientos de control e inspección**

Para poder mantener bajo control cada uno de los diferentes puntos críticos que fueron identificados en el proceso, es necesario contar con los procedimientos de inspección necesarios para poder mantener bajo control la línea de producción.

Cada una de las diferentes áreas que componen la línea de producción debe de contar con sus propios procedimientos, ya que en cada una de ellas se llevan a cabo diferentes tareas.

#### **4.1.1. Área de mezclas**

El área de mezclas cuenta con dos fases, por lo que es necesario que cada una de estas deba contar con su propio procedimiento. Cada uno de los procedimientos incluye la descripción de las tareas necesarias para llevar a cabo el mezclado como también las tareas que se requieren para mantener el control sobre el proceso.

En la primera fase de mezclado es necesario que el operador lleve a cabo cada uno de los siguientes pasos en forma ordenada, con el fin de que el proceso no llegue a tener algún tipo de variación

1. Elaborar del programa de producción de acuerdo a la requisición de producto por parte de la bodega de producto terminado.

2. Trasladar los *kits* de materia prima necesarios para elaborar cada uno de los *batches* de producción en base al programa de producción al área de mezclas.
3. Programar el sistema dosificador de agua de acuerdo a la fórmula del producto que se elaborará.
4. Programar el tiempo de mezcla para la elaboración de la esponja en la máquina mezcladora.
5. Anotar en la hoja de masas la cantidad de ingredientes utilizados en cada *batch*.
6. Iniciar la descarga de harina proveniente del sistema de silos dentro de la mezcladora.
7. Depositar los ingredientes secos utilizados en la esponja dentro de la mezcladora.
8. Depositar la levadura dentro de la mezcladora.
9. Iniciar la descarga de agua proveniente del sistema dosificador de agua.
10. Encender la máquina mezcladora.
11. Preparar los ingredientes para el siguiente *batch* de producción.
12. Al finalizar el tiempo de mezclado, retirar la esponja de la máquina mezcladora y colocarla dentro de una batea.
13. Registrar la hora en que la esponja inició del proceso de fermentación.
14. Registrar la temperatura al inicio del proceso de fermentación.
15. Anotar la información solicitada en la hoja del área de mezclas.
16. Realizar los ajustes necesarios al proceso en caso se presentará una variación en la primera fase de mezclado.
17. Realizar los ajustes necesarios al proceso en caso se presentara una variación en la primera fase de mezclado

En la segunda fase de mezclado es necesario que el operador lleve a cabo cada uno de los siguientes pasos en forma ordenada con el fin de que el proceso no llegue a tener algún tipo de variación

1. Trasladar los *kits* de materia prima necesarios para elaborar cada uno de los *batches* en base al programa de producción al área de mezclas.
2. Programar el sistema de silos de harina de acuerdo a la fórmula del producto que se elaborará.
3. Programar el sistema dosificador de agua de acuerdo a la fórmula del producto que se elaborará.
4. Programar el tiempo de mezcla para la elaboración de la mojada en la máquina mezcladora.
5. Medir la temperatura al final del proceso de fermentación
6. Depositar la esponja dentro de la máquina mezcladora.
7. Iniciar la descarga de harina proveniente del sistema de silos dentro de la mezcladora.
8. Depositar los ingredientes secos utilizados en la esponja dentro de la mezcladora.
9. Depositar la levadura dentro de la mezcladora.
10. Anotar en la hoja de masas la cantidad de ingredientes utilizados en cada *batch*.
11. Iniciar la descarga de agua proveniente del sistema dosificador de agua.
12. Encender la máquina mezcladora.
13. Preparar los ingredientes para el siguiente batch de producción.
14. Al finalizar el tiempo de mezclado, retirar la mojada de la máquina mezcladora y colocarla dentro de la bomba extrusora.
15. Medir la temperatura al final de la segunda fase de mezclado.
16. Anotar la información solicitada en la hoja de área de mezclas.

17. Realizar los ajustes necesarios al proceso en caso se presentará una variación en la segunda fase de mezclado.

#### **4.1.2. Área de cortado y formado**

El área de cortado y formado cuenta con varias operaciones, por esta razón es necesario que cada una cuente con su propio procedimiento. Las operaciones de esta área son llevadas a cabo por un operador y auxiliares de producción.

##### **4.1.2.1. Cortado**

En esta operación se lleva a cabo la división de un *batch* de producción en unidades a través de la máquina divisora, esta operación la lleva a cabo un operador.

1. Anotar en la hoja de control de horario de corte la información necesaria en el momento de iniciar el corte de un lote de producción.
2. Programar el peso en la máquina divisora de acuerdo al producto que se va elaborar.
3. Verificar la lubricación de la máquina divisora.
4. Encender la máquina refinadora
5. Encender la máquina divisora.
6. Verificar a cada 2 minutos el peso y la consistencia de la pieza de masa que sale de la máquina divisora,
7. Anotar en la hoja de rendimiento por lote de producción la información necesaria.
8. Realizar los ajustes necesarios al proceso en caso se presentará una variación en la operación de cortado

#### **4.1.2.2. Formado**

En esta área se llevan a cabo varias operaciones, estas son realizadas por auxiliares de producción y deben ser realizadas de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Ajustar las barras formadoras de acuerdo al producto que se va a trabajar.
2. Ajustar la máquina engrasadora de acuerdo al tipo de molde que se va a utilizar.
3. Encender la maquinaria del área de formado.
4. Alimentar de moldes vacíos el área formado.
5. Colocar los moldes llenos en sus respectivos carros, previo al ingreso al cuarto de fermentación.
6. Anotar la hora de ingreso del carro de moldes al cuarto de fermentación en la hoja de ingreso al cuarto de fermentación.
7. Anotar la cantidad de moldes por carro en la hoja de ingreso al cuarto de fermentación.
8. Ingresar el carro de moldes al cuarto de fermentación al momento de estar completo.

#### **4.1.3. Área de horno**

El área de horno cuenta con varias operaciones, las cuales son realizadas por varios operadores y deben de ser realizadas de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Programar en el horno la velocidad y temperaturas de horneado de acuerdo al producto que se vaya a hornear.

2. Anotar esta información en la hoja de velocidad y temperaturas de horneado.
3. Revisar la temperatura y humedad relativa del cuarto de fermentación y anotar esta información en la hoja de temperatura del cuarto de fermentación.
4. Verificar el crecimiento de los bastones de masa en el cuarto de fermentación.
5. Retirar los carros de moldes del cuarto de fermentación cuando los bastones hayan alcanzado la altura para horneado ( $3/4$  de la altura del molde).
6. Anotar la hora en que fue retirado el carro de moldes del cuarto de fermentación en la hoja de salida del cuarto de fermentación.
7. Calcular el tiempo de residencia del carro de moldes dentro del cuarto de fermentación y anotarlo en la hoja de salida del cuarto de fermentación.
8. Colocar los moldes sobre el cargador del horno.
9. Verificar que los moldes ingresen debidamente alineados al horno.
10. Realizar los ajustes necesarios al proceso en caso se presentará una variación en la operación de horneado.

#### **4.1.4. Área de empaque**

En el área de empaque se llevan a cabo varias operaciones, cada una de estas es necesaria para asegurar que el producto que es empacado cumpla con los estándares de calidad establecidos.

La operación de clasificación de producto se lleva cabo por un auxiliar de empaque, en esta operación se decide si el producto debe de ser rechazado o no, de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Revisar los atributos de cada uno de los panes de acuerdo a los estándares establecidos para cada uno de los diferentes productos (Tamaño, color y forma).
2. Si el producto cumple con los estándares establecidos permitir que avance a la siguiente operación.
3. Si el producto es rechazado, se debe de retirar de la línea de empaque, destruirse y posteriormente colocarlo en una bolsa plástica. Se debe de colocar 30 unidades por bolsa.
4. Anotar las causas de rechazo por cada unidad que sea rechazada.
5. Permitir al producto que fue aceptado pasar a la siguiente operación.

La próxima operación es la de fechado y sellado, esta es verificada por un auxiliar de empaque, de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Revisar que cada bolsa lleve impresa la fecha de producción y vencimiento del producto.
2. Revisar que cada bolsa esta debidamente sellada.
3. Revisar nuevamente los atributos del producto ya empaquetado.
4. Si se encuentra algún defecto de impresión o de sellado, se debe de retirar el producto de la línea de empaque.
5. Colocar el producto que fue aceptado en una cajilla plástica.

El encargado de empaque tiene a su cargo varias operaciones, cada una de estas no afecta directamente el ritmo de la línea de empaque. Algunas una de estas operaciones van relacionadas directamente con los gráficos y hojas de control, por lo que los procedimientos necesarios se definirán en los procedimientos de uso de gráficos de control de calidad y formatos de control del proceso.



La operación de revisión de peso debe ser realizada de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Verificar el peso del producto a cada 2 minutos.
2. Anotar el peso en el gráfico de control de peso cocido.
3. Si el producto no cumple con el estándar de peso, se debe retirar de línea de empaque, destruir y posteriormente colocarlo en una bolsa plástica. Se debe de colocar 30 unidades por bolsa.
4. Permitir al producto que fue aceptado pasar a la siguiente operación.
5. Informar al encargado de producción del comportamiento del peso del producto cocido.

La operación de control de cumplimiento de pedidos debe de llevarse a cabo de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Calcular la cantidad de producto empacada.
2. Entregar el producto empacado a la bodega de producto terminado
3. Calcular la diferencia entre la cantidad de producto requerida y empacada.
4. Anotar la información requerida por la hoja de cumplimiento de pedidos.
5. Informar al encargado producción de las diferencias resultantes.

#### **4.2. Procedimientos de uso de gráficos de control de calidad y formatos de control del proceso**

Ya que se cuentan con los procedimientos necesarios para que el proceso se lleve a cabo de una manera ordenada, es también necesario que

cada uno de los formatos que van a ser utilizados para mantener la línea de producción bajo control cuenten con un procedimiento claro y ordenado.

Estos procedimientos también estarán divididos en áreas para un mejor entendimiento de los mismos.

#### **4.2.1. Área de mezclas**

En el área de mezclas se llevará el registro de cada uno de los puntos críticos por medio de un formato de control, este formato es la hoja del área de mezclas y será utilizada por los dos operadores de esta área. Debido a que cada operador debe de registrar la información de su respectiva fase existirá un procedimiento para cada uno, el procedimiento para el operador de la primera fase de mezclado es el siguiente:

1. Identificar y numerar en el formato control cada uno de los batchs en base al programa de producción
2. Anotar en el formato de control la cantidad de los ingredientes que son utilizados para elaboración de cada uno de los batchs (harina, agua y levadura).
3. Anotar en el formato de control la hora en que la esponja inicia el reposo para el proceso de fermentación.
4. Anotar en el formato de control la temperatura de la esponja en el momento en que inicia el proceso de fermentación.

El procedimiento para el operador de la segunda fase de mezclado es el siguiente:

1. Anotar en el formato de control la cantidad de los ingredientes que son utilizados para elaboración de cada uno de los batchs (harina, agua, hielo y levadura).
2. Anotar en el formato de control el tiempo de mezcla que tendrá la masa.
3. Anotar en el formato de control la hora en que la esponja finaliza el reposo para el proceso de fermentación.
4. Anotar en el formato de control la temperatura de la esponja en el momento en que finaliza el proceso de fermentación.
5. Anotar en el formato de control la temperatura de la masa en el momento en que finaliza la segunda fase de mezclado.

#### **4.2.2. Área de cortado y formado**

En esta área se utilizarán cinco formatos de control, por lo que es necesario que cada uno de estos cuente con un procedimiento claro.

El gráfico de control de temperatura final debe de ser elaborado por el operado de la máquina divisora de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Identificar el tipo de producto que se va a trabajar.
2. Medir la temperatura de la masa cada 3 minutos.
3. Anotar la temperatura de la masa en el gráfico de control de temperatura final.
4. Realizar los ajustes necesarios al proceso, si la temperatura esta fuera de los límites de control.

El gráfico de control de peso en crudo debe de ser elaborado por el operado de la máquina divisora de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Identificar el tipo de producto que se va a trabajar.
2. Pesar 2 piezas de masa cada 2 minutos.
3. Anotar el peso de cada una de las piezas en el gráfico de control de peso en crudo.

La hoja de control de horario de corte debe ser elaborada por el operado de la máquina divisora de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el tipo de producto que se va a cortar
2. Anotar el número de *batches* que se van a cortar.
3. Anotar la hora en que se inició el porcionado del producto.
4. Anotar la hora en que se finalizó el porcionado del producto.

La hoja de rendimiento por lote de producción debe ser elaborada por el operado de la máquina divisora de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el tipo de producto que se va a cortar
2. Calcular y anotar el rendimiento teórico de acuerdo al producto y tamaño del lote de producción.
3. Calcular y anotar el rendimiento real obtenido al finalizar el lote de producción. El cálculo del rendimiento real se hace al multiplicar el número de moldes que ingresaron al cuarto fermentación por la cantidad de piezas de masa que caben en un molde (4).
4. Calcular y anotar la diferencia entre el rendimiento real y teórico.

La hoja de ingreso al cuarto de fermentación debe de ser elaborada por un auxiliar de producción de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el tipo de producto que se va a ingresar al cuarto de fermentación.

2. Anotar la hora de ingreso del carro de moldes al cuarto de fermentación.
3. Anotar el número del carro que se ingreso al cuarto de fermentación.
4. Anotar el número de moldes que van colocados en el carro de moldes.

#### **4.2.3. Área de horno**

En esta área se utilizaran tres formatos de control, por lo que es necesario que cada uno de estos cuente con un procedimiento claro.

La hoja de velocidad y temperaturas de horneado debe de ser elaborada por el operador del horno de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar la hora en que se hace la verificación de velocidad y temperaturas, la verificación se debe realizar a cada 15 minutos.
2. Anotar el tipo de producto que se esta horneando.
3. Anotar la temperatura de cada una de las zonas.
4. Anotar la velocidad del horno.

La hoja de salida del cuarto de fermentación y tiempo de residencia debe ser elaborada por el operador del horno de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el tipo de producto que esta dentro del cuarto de fermentación
2. Anotar la hora de salida del carro de moldes del cuarto de fermentación.
3. Anotar el número del carro de moldes que fue retirado del cuarto de fermentación.
4. Calcular el tiempo de residencia del carro de moldes dentro del cuarto de fermentación. Para este cálculo se debe contar con la hora de ingreso del carro de moldes al cuarto de fermentación, esta información se

encuentra registrada en el área de formado, el cálculo consiste en restar la hora de entrada del cuarto de fermentación de la hora de salida.

La hoja de temperatura y humedad del cuarto de fermentación debe ser elaborada por el operador del horno de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar la hora en que se hace la verificación de humedad y temperatura, la verificación se debe hacer a cada 15 minutos
2. Anotar el porcentaje de humedad relativa del cuarto de fermentación de acuerdo a la lectura del higrómetro.
3. Anotar la temperatura del cuarto de fermentación de acuerdo a la lectura del termómetro.

#### **4.2.4. Área de empaque**

En esta área se utilizan cuatro formatos de control, por lo que es necesario que cada uno de estos cuente con un procedimiento claro.

El gráfico de control de peso cocido debe ser elaborado por el encargado de empaque de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el nombre del tipo de producto que se va a pesar.
2. Pesarse 2 panes cada 2 minutos.
3. Anotar el peso de cada una de las piezas en el gráfico de control de peso cocido.

La hoja de rendimiento por lote de producción debe ser elaborada por el encargado de empaque de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el nombre del tipo de producto al cual se va a calcular el rendimiento.
2. Anotar el número de *batches* que fueron elaborados en el área de producción,
3. Anotar el total de unidades empaçadas.
4. Anotar el total de unidades rechazadas.
5. Sumar el total de unidades empaçadas más el total de unidades rechazadas.
6. Dividir el total producido entre el número de *batches* elaborados.
7. Anotar el total de la división.
8. Informar al encargado de producción el rendimiento real obtenido.

La hoja de identificación de causas de desperdicio por lote de producción, debe ser elaborada por el encargado de empaque de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el nombre del tipo de producto que se va a evaluar.
2. Anotar los diversos tipos de defectos que se pueden presentar al momento de evaluar el producto.
3. Anotar la cantidad de producto que es rechazada de acuerdo al defecto que presento.

La hoja de cumplimiento de pedidos, debe ser elaborada por el encargado de empaque de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Anotar el nombre del tipo de producto.
2. Anotar la cantidad requerida por la bodega de producto terminado.
3. Anotar la cantidad empaçada.
4. Restar la cantidad empaçada de la cantidad requerida.

5. Si el resultado de la resta da una diferencia positiva, anotar el resultado en la casilla de sobrante, si fuera negativa anotar el resultado en la casilla de faltante.

### **4.3. Procedimientos de manejo de inventarios**

El manejo de inventarios es un aspecto de mucha importancia, ya que de este depende el funcionamiento de la línea de producción. Los materiales que se deben de mantener en inventario son los ingredientes y el material de empaque. La línea de producción cuenta con una bodega completamente independiente a la bodega de materia prima, debido a esta característica cualquier reposición que se haga en el inventario es instantánea.

Debido a que el área de producción y el área de empaque funcionan de manera separada, las solicitudes hechas a la bodega de materia prima son realizadas directamente por el encargado de turno de cada área, por lo cual es necesario que se cuente con un procedimiento claro.

#### **4.3.1. Requisición de materia prima**

La requisición de materia prima es la solicitud de ingredientes de acuerdo al número de *batches* que se van a producir de acuerdo al programa de producción, esta debe de ser elaborada a diario por el encargado de producción de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Revisar el inventario existente en la bodega de producción de cada uno de los diferentes productos.
2. Revisar la cantidad de *batches* que se van a producir de cada uno de los productos.



3. Calcular la diferencia de *batches* entre el inventario existente y el programa de producción para cada uno de los productos
4. Solicitar a la bodega de materia prima la cantidad de *batches* necesarios para poder cubrir el programa de producción.

#### **4.3.2. Requisición de material de empaque**

La requisición de material de empaque es la solicitud de todo el material necesario para poder empaquetar el número de *batches* que se van a producir de acuerdo al programa de producción, esta debe de ser elaborada a diario por el encargado de empaque de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Revisar el inventario existente en la bodega de empaque de cada una de las diferentes bolsas y sellos.
2. Revisar la cantidad de *batches* que se van a producir de cada uno de los diferentes productos.
3. Calcular la cantidad de pan que se va a producir en base a la cantidad de *batches* que se van a elaborar.
4. Calcular la diferencia de bolsas entre el inventario existente y el programa de producción para cada uno de los productos
5. Solicitar a la bodega de materia prima la cantidad de bolsas y sellos necesarios para poder cubrir el programa de producción.

#### **4.3.3. Almacenaje**

El almacenaje se realizará en las bodegas propias de las dos áreas de la línea de producción, el almacenaje del producto estará a cargo del encargado de turno de cada área de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Recepción del producto requerido a la bodega de materia prima. Se deberá de contar debidamente todo el producto que es entregado por la bodega de materia prima.
2. Ingresar el producto recibido al inventario de la bodega.
3. Colocar el producto dentro de la bodega. Al momento de colocar el producto dentro de la bodega se debe utilizar el método PEPS (Primero en entrar, primero en salir), por lo que los *batches* que ya se encuentran dentro de la bodega deben ser los más próximos a salir.

#### **4.3.4. Devoluciones a bodega de materia prima**

Las devoluciones a la bodega de materia prima se presentan únicamente cuando se realiza algún cambio en la formulación o se ha detectado algún problema con la materia prima o material de empaque. La devolución de producto debe ser realizada por el encargado de turno de cada área (producción y empaque), de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Identificar el producto que se debe retornar a la bodega de materia prima.
2. Contar la cantidad de producto que se va a retornar a la bodega de materia prima.
3. Solicitar la autorización del departamento de aseguramiento de calidad para realizar la devolución
4. Entregar el producto rechazado a la bodega de materia prima.
5. Solicitar la boleta de devolución de producto.
6. Descargar del inventario el producto devuelto a la bodega de materia prima



## **5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROLES**

Para poder determinar si el sistema de controles tiene un funcionamiento satisfactorio es necesario llevar a cabo una evaluación del mismo. Esta se debe de hacer mediante la realización de una prueba piloto, en la cual se pongan en práctica todos los procedimientos que fueron desarrollados para cada una de las diferentes áreas.

### **5.1. Capacitación**

Para poder llevar a cabo la prueba piloto es necesario que a todo el personal se le haya explicado cada uno de los procedimientos necesarios que fueron desarrollados para poder mantener estable el proceso de elaboración de pan de molde, para así llevar a cabo la prueba piloto y poder analizar los resultados en cada una de las diferentes áreas.

El proceso de capacitación debe ser dividido en dos grupos. El primer grupo debe de incluir a todas las partes que forman el área de producción (área de mezclas, cortado, formado y horno) y el segundo debe ser el área de empaque.

Ya que se han creado los diferentes grupos, se debe desarrollar un programa de capacitación acorde a cada una de las diferentes áreas que conformen el grupo, es decir que debe de haber un programa de capacitación específico para el área de mezclas, cortado, formado y horno.

Cada programa de capacitación debe estar compuesto por dos fases, de esta manera se busca que el programa cubra todos los aspectos que pueden presentarse al momento de estar realizando las diferentes tareas que han sido asignadas. Los aspectos a cubrir en cada una de estas fases son los siguientes:

FASE 1: En esta fase se debe de dar un entrenamiento a todos los miembros del área de trabajo en lo que se refiere a los procedimientos de realización de tareas específicas del puesto de trabajo. Si el puesto requiere el uso de hojas y/o gráficos de control, se necesita que también la persona sea instruida en el uso de estos.

Además de esto se deben de explicar los estándares de calidad, esto con el objetivo de desarrollar el criterio para la corrección de indicadores que se encuentren fuera de especificaciones y también como la aceptación o rechazo de producto.

La fase 1 del programa de capacitación será llevada a cabo todos los días miércoles, ya que en este día la línea de producción no se encuentra funcionando.

El programa de capacitación durante la fase 1 para el área de mezclas debe de contar con los siguientes temas:

1. Limpieza e higiene en el manejo de alimentos.
2. Uso y propiedades de los ingredientes.
3. Manejo de equipo y maquinaria.
4. Seguridad e higiene en el puesto de trabajo.
5. Procedimiento de elaboración de esponjas.
6. Procedimiento de elaboración de masas.

7. Uso de formatos de control.
8. Control de los puntos críticos del proceso.
9. Manejo de inventario de materia prima.

El programa de capacitación durante la fase 1 para el área de corte y formado debe de contar con los siguientes temas:

1. Limpieza e higiene en el manejo de alimentos.
2. Manejo de equipo y maquinaria.
3. Seguridad e higiene en el puesto de trabajo.
4. Procedimiento del proceso de corte.
5. Procedimiento del proceso de formado.
6. Uso de gráficos y formatos de control.
7. Control de los puntos críticos de control.

El programa de capacitación durante la fase 1 para el área de horno debe de contar con los siguientes temas:

1. Limpieza e higiene en el manejo de alimentos.
2. Manejo de equipo y maquinaria.
3. Seguridad e higiene en el puesto de trabajo.
4. Procedimiento del proceso de horneado.
5. Uso de gráficos y formatos de control.
6. Control de los puntos críticos de control.

El programa de capacitación durante la fase 1 para el área de empaque debe de contar con los siguientes temas:

1. Limpieza e higiene en el manejo de alimentos.

2. Manejo de equipo y maquinaria.
3. Seguridad e higiene en el puesto de trabajo.
4. Procedimiento de selección de producto empaçado.
5. Uso de gráficos y formatos de control.
6. Control de los puntos críticos de control.
7. Manejo de inventario de material de empaque.

FASE 2: En esta fase se lleva a cabo un entrenamiento en el puesto de trabajo, en el cual se pone en práctica todo lo aprendido en la primera fase. De esta forma se puede asegurar que cada una de las personas que se encuentran involucradas en el proceso de elaboración de pan de molde cuente con el conocimiento y las herramientas necesarias para poder desempeñar correctamente su trabajo.

El proceso de capacitación debe estar a cargo de los departamentos de aseguramiento de calidad y de producción. Estos departamentos deberán de elaborar un cronograma para cada una de las diferentes capacitaciones para el personal y además de esto realizar evaluaciones periódicas, para poder determinar el nivel de conocimiento con que cuentan las personas que trabajan en el proceso de elaboración de pan de molde.

## **5.2. Prueba piloto**

Después de haber capacitado a todo el personal se debe de llevar a cabo una prueba piloto, para así poder evaluar los resultados obtenidos al trabajar con un sistema de controles.

Esta prueba debe de llevarse a cabo bajo la supervisión de del departamento de producción y de aseguramiento de calidad. La prueba piloto

debe llevarse a cabo durante el día, lo cual permite tener un mejor control sobre la prueba, además de esto es necesario que la muestra que se esta evaluando se encuentre debidamente identificada.

La prueba piloto debe de realizarse por separado para cada una de las distintas áreas de conforman la línea de producción de pan de molde, esto con el fin de tener aislada a cada una de estas y poder tener un mejor control sobre la prueba.

El plan para poder realizar la prueba piloto debe ser claro y ordenado para poder obtener buenos resultados, por lo que debe haber una procedimiento para cada una de las diferentes área.

Para el área de mezclas la prueba piloto debe ser realizada de la siguiente forma:

1. Debido a que es en esta donde se inicia todo el proceso de elaboración de pan de molde, esta prueba debe ser realizada el día lunes, debido a que es un día de arranque de producción.
2. La prueba debe ser supervisada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
3. Durante las primeras 3 horas del proceso (6:00 A.M. – 9 A.M.), se debe de anotar toda la información que es solicitada en las hojas de control del área de mezclas. Esta información debe ser anotada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
4. Los resultados obtenidos pueden presentar variaciones con respecto a los estándares establecidos. Estas variaciones pueden atrasos durante la elaboración de esponjas o masas, así como temperaturas fuera de los límites de control.



5. Cualquier situación fuera de lo normal que se pudiera presentar durante el transcurso de la prueba de ser anotada como una observación.

Para el área de cortado y formado la prueba piloto debe ser realizada de la siguiente forma:

1. La prueba piloto de esta área debe ser realizada el día martes, y debe ser dividida a su vez en 2 partes, la primera específicamente en el proceso de corte y la segunda en el proceso de formado.
2. La prueba debe ser supervisada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
3. Para el proceso de corte, la prueba piloto debe ser realizada durante 3 horas (9:00 A.M. a 12:00 P.M.). Durante este período de tiempo se debe de anotar toda la información que es solicitada en las hojas y gráfico de control. Esta información debe ser anotada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
4. Los resultados obtenidos pueden presentar variaciones con respecto a los estándares establecidos. Estas variaciones pueden atrasos durante el proceso de corte de las masas, diferencias entre el rendimiento teórico de una masa versus el rendimiento real y cambios en la temperatura final.
5. Para el proceso de formado, la prueba piloto debe ser realizada durante 3 horas (2:00 P.M. a 5:00 P.M.). Durante este período de tiempo de debe de anotar toda la información que es solicitada en las hojas de control. Esta información debe ser anotada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
6. Los resultados obtenidos pueden presentar variación con respecto a los estándares establecidos. Esta variación puede ser atrasos en el ingreso de moldes al cuarto de fermentación.

7. Cualquier situación fuera de lo normal que se pudiera presentar durante el transcurso de la prueba de ser anotada como una observación.

Para el área de horno la prueba piloto debe ser realizada de la siguiente forma:

1. Debe ser realizada el día jueves durante la mañana y debe tener una duración de 3 horas (8:00 A.M. a 11 A.M.)
2. La prueba debe ser supervisada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
3. Durante el tiempo que dure la prueba se debe de anotar toda la información solicitada por las hojas de control. Esta información debe ser anotada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
4. Los resultados obtenidos pueden presentar variación con respecto a los estándares establecidos. Esta variación puede ser cambios de temperatura dentro del horno, cambios en el tiempo de residencia de los carros de molde dentro del cuarto de fermentación y cambios en la temperatura y humedad relativa del cuarto de fermentación.
5. Cualquier situación fuera de lo normal que se pudiera presentar durante el transcurso de la prueba de ser anotada como una observación. Esta información debe ser anotada por el encargado de turno y el supervisor de producción.

Para el área de empaque la prueba piloto debe ser realizada de la siguiente forma:

1. Debe ser realizada el día viernes durante la mañana y debe tener una duración de 3 horas.
2. La prueba debe ser supervisada por el encargado de turno y el supervisor de producción.

3. Durante el tiempo que dure la prueba se debe de anotar toda la información solicitada por las hojas de control. Esta información debe ser anotada por el encargado de turno y el supervisor de producción.
4. Los resultados obtenidos pueden presentar variación con respecto a los estándares establecidos. Esta variación puede ser diferencias en el peso del producto cocido, rendimiento del producto, diferentes criterios para la aceptación o rechazo del producto final, cumplimiento de las requisiciones de producto empacado.

### **5.3. Análisis de la prueba piloto**

Posteriormente a la realización de la prueba piloto es necesario analizar cada uno de los resultados obtenidos en el desarrollo de la misma, ya que en base a estos se puede verificar el buen funcionamiento de cada uno de los procedimientos desarrollados y a la vez se pueden realizar mejoras a algunos de ellos.

La mayoría de los resultados que se obtendrán serán tiempos de proceso del producto reales para cada una de las diferentes áreas, estos serán los tiempos de proceso en el área de mezclas, tiempos de fermentación, el tiempo de corte del producto, tiempo de horneado, así como también se contará con todas las temperaturas reales del producto durante su proceso.

Otros tipos de resultados que se obtendrán irán orientados a lo que es el rendimiento de los lotes de producción, la cantidad de producto aceptado y rechazado de los mismos.

Al llevar a cabo la prueba piloto deberán de verificar los procedimientos y también se podrá determinar si los estándares establecidos son acordes al

proceso o si es necesario que sean ajustados de acuerdo a la capacidad del proceso. El análisis debe ser realizado por medio de una comparación entre los resultados obtenidos en la prueba y los esperados, ya que de esta forma se podrá contar con un punto de referencia.

El análisis se debe de llevar a cabo de la misma forma en que se llevo a cabo la prueba piloto, es decir por separado para cada una de las diferentes áreas de que conforman la línea de producción de pan de molde, para así poder obtener conclusiones más específicas y por consiguiente poder hacer las correcciones necesarias para el buen desempeño del sistema de controles.

#### **5.4. Indicadores de resultados**

Al realizar el análisis de la prueba piloto, se obtendrá información que podrá indicar cual es el funcionamiento de la línea de producción, toda esta información obtenida será identificada como indicadores de resultados, debido a que a través de esto se podrá obtener un diagnostico completo del desempeño de la línea de producción y a la vez se podrá determinar cuales son los aspectos que son necesarios mejorar para así poder mejorar el resultado de los indicadores.

Los indicadores que se pudieron identificar y que son de suma importancia para el buen desempeño de la línea de producción, son los siguientes:

##### **5.4.1. Eficiencia**

Este indicador es una razón del tiempo real utilizado para procesar un lote de producción entre el tiempo teórico necesario para procesar un lote de

producción en condiciones ideales. Por medio de este indicador se podrá determinar de forma rápida el porcentaje del tiempo que se utiliza en forma eficiente durante el proceso de elaboración de pan de molde.

Al tener identificado el porcentaje de tiempo que no es utilizado en forma eficiente, se deberá de identificar las causas que provocan estas ineficiencias para así corregirlas.

Las causas que pueden producir la ineficiencia de la línea de producción se deben clasificar de la siguiente forma: ineficiencia operacional, que es la provocada por parte del personal de la línea de producción y la ineficiencia mecánica, que es la provocada por cualquier falla en el equipo utilizado para la elaboración de pan de molde.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo de Proceso Teórico}}{\text{Tiempo de Proceso Real}}$$

La eficiencia es determinada en el área de mezclas, ya que es en ésta donde se puede determinar cualquier atraso en el tiempo del proceso.

Debido a la capacidad instalada de la planta de producción y el tiempo de duración del proceso, es necesario que la eficiencia sea como mínimo del 80% para poder cumplir con los requerimientos hechos por la bodega de producto terminado y la eficiencia esperada de la línea de producción debe ser mayor del 90%.

La eficiencia de la línea de producción será evaluada de acuerdo a los siguientes valores:

Valor 5: Eficiencia > al 95%

- Valor 4: 90% <Eficiencia< 95%
- Valor 3: 85% <Eficiencia< 90%
- Valor 2. 80% <Eficiencia< 85%
- Valor 1: Eficiencia < 80%

Para poder ilustrar lo anteriormente mencionado, se llevarán a cabo los cálculos necesarios para determinar la eficiencia de la planta y su ineficiencia. Este cálculo se basa en 3 horas de producción.

Tiempo de proceso teórico= 180 minutos  
 Tiempo de proceso real= 212 minutos

$$\text{Eficiencia} = \frac{180 \text{ minutos}}{212 \text{ minutos}} \times 100 = 84.91\%$$

Para este caso en la tabla de valores, la eficiencia obtendría el valor 2.

Causas de Ineficiencia:

Ineficiencia operacional

Tiempo perdido = 18 minutos

Causa = Tiempo de mezcla incrementado en 1 minuto por batch

$$\text{Ineficiencia} = \frac{18 \text{ minutos}}{212 \text{ minutos}} \times 100 = 8.49\%$$

Ineficiencia mecánica

Tiempo perdido = 14 minutos

Causas = Variación de peso en la máquina divisora y funcionamiento incorrecto de los silos de harina.

$$\text{Ineficiencia mecánica} = \frac{14 \text{ minutos}}{212 \text{ minutos}} \times 100 = 6.60\%$$

#### 5.4.2. Productividad

Al igual que el indicador anterior este también es una razón, para este caso es de la cantidad de panes empacados (panes que cumplen con los estándares de calidad) entre el número de horas hombre utilizadas para la producción. Por medio de este indicador se podrá determinar la cantidad de panes empacados por horas trabajadas.

Por medio de los datos obtenidos con este indicador se deberá de identificar las causas de las variaciones de la productividad de la línea de producción, para así poder realizar las correcciones necesarias y así poder mejorar la productividad de línea de producción de pan de molde.

Las posibles variaciones que pueden generar cambios en la productividad son: Cambio en la cantidad de panes empacados, ya sea por alto número de rechazos o aceptación y contar con un número diferente al autorizado de personas dentro de la línea de producción

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Panes empacados}}{\text{Horas hombre trabajadas}}$$

El valor estándar para hacer la comparación de la productividad es de 2.19, y debe ser calificada de acuerdo a los siguientes valores:

- Valor 5: Productividad > al 95%
- Valor 4: 90% < Productividad < 95%
- Valor 3: 85% < Productividad < 90%
- Valor 2. 80% < Productividad < 85%
- Valor 1: Productividad < 80%

Para poder ilustrar lo anteriormente mencionado, se llevarán a cabo los cálculos necesarios para determinar la productividad de la línea de producción. Este cálculo se basa en 3 horas de producción.

Tiempo de proceso real= 212 minutos  
Unidades empacadas = 6844 panes  
Número de operarios = 18 operarios  
Horas hombre =  $18 \times 212 = 3816$

$$\text{Productividad} = \frac{6844}{3816} = 1.79$$

Porcentaje obtenido al comparar contra el estándar = 81.73%

Para este caso, de acuerdo a la tabla de valores, la productividad obtendría el valor 2.

#### **5.4.3. Unidades rechazadas**

Este indicador permite determinar el porcentaje de producto rechazado durante la elaboración de un lote de producción, un turno de producción o durante la producción de un día completo. El porcentaje se obtiene de dividir el



número de unidades rechazadas dentro del número de unidades producidas (unidades empacadas más unidades rechazadas) y multiplicarlo por 100.

Mediante este indicador también es posible determinar el porcentaje de unidades rechazadas por tipo de defecto y por tipo de producto, esto con el objetivo de poder brindar la información necesaria para la toma de decisiones que puedan corregir la causa del rechazo y así minimizar el porcentaje de unidades rechazadas.

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{\text{Unidades rechazadas}}{\text{Unidades producidas}} \times 100$$

El porcentaje de desperdicio de la línea de producción será evaluado de acuerdo a los siguientes valores:

- Valor 5: Porcentaje de rechazo <0.5 %
- Valor 4: 0.5% < Porcentaje de rechazo < 1%
- Valor 3: 1% < Porcentaje de rechazo < 2%
- Valor 2. 2% < Porcentaje de rechazo < 3%
- Valor 1: Porcentaje de rechazo > 3%

Para poder ilustrar lo anteriormente mencionado, se llevarán a cabo los cálculos necesarios para determinar el porcentaje de unidades rechazadas. Este cálculo se basa en 3 horas de producción.

Unidades producidas =	7020 panes
Unidades empacadas =	6844 panes
Unidades rechazadas =	197 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{197 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 2.80\%$$

Para este caso, de acuerdo a la tabla de valores, el porcentaje de desperdicio obtendría el valor 2.

Causas de rechazo:

Color claro: 66 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{66 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.94\%$$

Color oscuro: 12 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{12 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.17\%$$

Tamaño: 34 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{34 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.48\%$$

Forma: 36 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{36 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.51\%$$

Dañado en desmolde: 22 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{22 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.31\%$$

Dañado en enfriamiento: 17 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{17 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.24\%$$

Mal empacado: 10 panes

$$\text{Porcentaje de unidades rechazadas} = \frac{10 \text{ panes}}{7020 \text{ panes}} \times 100 = 0.14\%$$

#### 5.4.4. Mermas

Este indicador muestra la diferencia que existe entre el rendimiento real y el rendimiento teórico de un lote de producción. Las mermas deben ser calculadas al final de cada lote de producción y deben ser expresadas en la cantidad de un *batch* de producción, la merma se obtiene de restar el rendimiento real (incluyendo las unidades rechazadas) menos el rendimiento teórico y dividirlo dentro del rendimiento teórico de un *batch* de producción y multiplicando este resultado por 100.

Este indicador permite tener un dato del producto que hizo falta en un lote de producción para así poder determinar la causa de la merma.

$$\text{Merma} = \frac{\text{Rendimiento real} - \text{Rendimiento Teórico}}{\text{Rendimiento teórico} \times \text{Batch}} \times 100$$

Las mermas de un lote de producción se pueden originar por diversas causas, dentro de estas se pueden mencionar:

- Variaciones de peso
- Producto reprocesado (en un lote falta producto y en el siguiente hay un sobrante). El reproceso de producto se puede dar únicamente antes de haber horneado la masa.
- Producto desechado durante el proceso.
- Desperdicio de masa durante el proceso.

El porcentaje de desperdicio de la línea de producción será evaluado de acuerdo a los siguientes valores:

Valor 5:	Merma > 2%
Valor 4:	2% < Merma < 4%
Valor 3:	4% < Merma < 6%
Valor 2:	6% < Merma < 8%
Valor 1:	Merma > 8%

Para poder ilustrar lo anteriormente mencionado, se llevarán a cabo los cálculos necesarios para determinar el porcentaje de merma por lote de producción. Este cálculo se basa en 3 horas de producción.

Rendimiento real del lote = 7020 panes

Rendimiento teórico del lote = 7110 panes

Rendimiento teórico x batch = 395 panes

$$\text{Merma} = \frac{7020 \text{ panes} - 7110 \text{ panes}}{395 \text{ panes}} \times 100 = 22.78\%$$

La merma resultante fue un 22.78% de un batch, lo que equivale a una merma de 90 panes. Para este caso las causas de la merma son las siguientes:

- 76 panes que fueron reprocesados por haberse dañado durante el proceso de fermentación previo a ser horneados.
- 10 panes que fueron de desechados por haber tenido contacto con el suelo en el área de formado.
- 4 panes por desperdicio de masa durante el proceso.

Para este caso, de acuerdo a la tabla de valores, el porcentaje de merma obtendría el valor 1.

#### **5.4.5. Calidad**

Este indicador es el resultado de la evaluación de los atributos del producto final, esto se debe llevar cabo realizando una selección aleatoria de producto ya empacado, el cual se deberá de calificar. Los aspectos a calificar son los siguientes: forma, color, sabor, peso y textura.

Cada uno de estos aspectos debe ser evaluado en una escala comprendida entre 1 y 5. Siendo 5 la mejor calificación y 1 la peor calificación.

Cada uno de estos valores tiene un significado, esto con el objetivo de que se tomen acciones correctivas. Los significados son los siguientes:

- Valor 5: El producto cumple a cabalidad con los estándares
- Valor 4: El producto cumple con los estándares en un mínimo 85% y requiere de ajustes menores.
- Valor 3: El producto cumple con los estándares en un mínimo de 60% y requiere ajustes para corregir los problemas
- Valor 2: El producto cumple con los estándares en un mínimo de 40% y requiere de ajustes inmediatos para corregir los problemas.
- Valor 1. El producto no cumple con los estándares y debe ser rechazado.

El indicador de calidad se obtendrá por medio del promedio de los valores anteriormente evaluados. Este tipo de evaluación debe ser realizada para cada lote de producción, para así poder llevar a cabo las mejoras necesarias en caso estas fueran necesarias.

Para poder ilustrar lo anteriormente mencionado, se llevarán a cabo los cálculos necesarios para determinar el porcentaje de merma por lote de producción. Este cálculo se basa en 3 horas de producción.

**Tabla V. Indicadores de calidad**

Atributo/valor	Forma	Color	Sabor	Peso	Textura	VALOR
Muestra 1	4	3	5	5	3	4
Muestra 2	5	4	3	4	5	4.2
Muestra 3	5	3	2	4	4	3.6
Muestra 4	4	3	4	5	4	4
Muestra 5	3	4	4	3	3	3.4

### **5.5. Ajustes**

Debido a que al momento de realizar una prueba piloto existe la posibilidad de encontrar algún tipo de problema o variación que no se hizo presente en el momento de realizar el análisis, es necesario que se lleven a cabo los ajustes necesarios ya sea a los procedimientos, gráficos de control, hojas de control e indicadores.

Cada uno de los ajustes realizados debe quedar debidamente documentado para así poder realizar las consultas necesarias y de ésta forma desarrollar nuevos procedimientos de control.



## CONCLUSIONES

1. Al desarrollar el sistema de controles en la línea de pan de molde se obtuvo una herramienta para administrar de forma eficiente todo el proceso.
2. Los controles que eran utilizados en el proceso de elaboración de pan de molde eran pocos y sencillos, por lo que no brindaban el apoyo necesario para la estabilidad del proceso.
3. Al identificar cada uno de los puntos críticos del proceso se pudo desarrollar las acciones necesarias para mantenerlos bajo control.
4. El uso de hojas de control permite tener registros que admiten ser analizados para hacer ajustes posteriores.
5. El uso de gráficos de control permite identificar de forma rápida cualquier variación en el proceso de elaboración de pan de molde.
6. Mediante el uso de procedimientos se puede mantener la uniformidad en cada una de las diferentes áreas de trabajo.
7. Establecer responsables para cada una de las operaciones que se llevan a cabo para tener un mejor control del proceso.



8. Al implementar un programa de capacitación se puede lograr que el personal cuente con los conocimientos necesarios para llevar a cabo de forma adecuada las tareas que se le han asignado.
9. El uso de indicadores de resultados brinda el resultado del desempeño de la línea de producción de pan de molde.
10. Los indicadores de resultados van relacionados uno con el otro para que sean representativos del proceso.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario que periódicamente se verifique el proceso de elaboración de pan de molde, ya que los puntos críticos del proceso pueden variar dependiendo del tipo de ajustes que se lleven a cabo (Cambios en formulación, maquinaria, etcétera).
2. Los límites de control que fueron desarrollados para poder mantener el proceso bajo control deben ser revisados periódicamente, ya que estos dependen en gran parte del funcionamiento del equipo utilizado.
3. Los indicadores de resultados deben ser analizados mensualmente, para poder tomar decisiones, tanto de ajustes, como de inversión dentro de la línea de producción.
4. Se debe de llevar a cabo un análisis de los factores de seguridad e higiene industrial, en la línea de producción, ya que este es un aspecto necesario para el buen desempeño de la línea de producción.
5. Los encargados de turno deben de ser capacitados en todas las áreas del proceso de elaboración de pan de molde, para así tener el criterio para poder resolver los problemas que se pudieran presentar.
6. El personal debe de ser evaluado periódicamente, para así contar con el conocimiento necesario para llevar a cabo las tareas asignadas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ADAM, Evertt E. Jr. y Ronald J. Ebert. **Administración de la producción y las operaciones, conceptos, modelos y funcionamiento.** 4ª. edición. México: Ed. Prentice Hall, 1995. 739 p.
2. EPPEN, G.D. **Investigación de operaciones en la ciencia administrativa.** 5ª. Edición. México: Ed. Prentice Hall. 792 p.
3. EVANS, James R. y William M Lindsay. **Administración y control de la calidad.** 2ª. Edición. México. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V., 1995. 727 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. **Estudio del trabajo, medición del trabajo.** México: Ed. McGraw Hill, 1998. 218 p.
5. PIVARAL, María Elena. Evaluación y optimización de la línea de empaque de pan en una industria panificadora. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Departamento de Ingeniería Industrial. 2000. 98p.
6. ROBBINS, Stephen P. **Administración, teoría y práctica.** 4ª. Edición. México: Ed. Prentice Hall, 1995. 697 p.
7. TORRES, Sergio Antonio. **Ingeniería de Plantas.** Manual. Guatemala. 1998. 135 p.

8. VERBENA, Jorge Giovanni. Evaluación y optimización del desperdicio de una línea productora de pan de molde. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería. 1999. 73 p.









**Figura 9. Hoja de control de horario de Corte**

Producto	No. de Batches	Hora de Inicio	Hora Final

**Figura 10. Hoja de rendimiento por lote de producción**

Producto	Rend. Real	Rend. Teórico	Diferencia











**Figura 16. Hoja de Rendimiento por lote de producción**

Producto	No. de Batches	Unidades Empacadas	Unidades Rechazadas	TOTAL	Rendimiento por Batch

**Figura 17. Hoja de identificación de causas de desperdicio por lote de producción**

PRODUCTO \_\_\_\_\_

TIPO DE DEFECTO	UNIDADES RECHAZADAS

**Figura 18. Hoja de Cumplimiento de pedidos**

Fecha:

Producto	Cantidad Requerida	Cantidad Empacada	Sobrante	Faltante