

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN
LA OBTENCIÓN DE PAN DE MOLDE MEDIANTE LA
METODOLOGÍA DE LAS 5S”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Wendy Estefany Yumbra Arévalo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mi familia por enfocar mi vida a cada instante, a mi Director de Tesis, Ing. Patricio Cáceres, que con sus conocimientos colaboró en la realización de este proyecto, a mis amigos por asistir de una u otra forma en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO
REALIZADO POR
VARIOS MESES CON
PERSEVERANCIA Y
ESFUERZO, ESTÁ
DEDICADO A MIS
PADRES Y
HERMANO.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Patricio Cáceres C.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Priscilla Castillo S.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

Wendy Estefany
Yumbra Arévalo

RESUMEN

Esta tesis se enfocó en el Área de Panadería de una empresa del sector de Guayaquil, la misma que presentaba problemas en cuanto a nivel de sobrantes y retrasos en sus paradas a lo largo del proceso de obtención de pan de molde, así como niveles considerables de desorganización.

El objetivo general de este proyecto fue ofrecer una metodología que evite paras de producción y perdidas de suministros en la línea de fabricación además que el ambiente sea seguro y organizado. Se plantearon Técnicas de Producción Esbelta, apoyadas en conocimientos estadísticos.

Se inició con la definición del alcance de la actividad de Mapeo, es decir, con la elección del flujo de valor, para entender cómo funcionaba la línea de producción de pan de molde, en donde se establecieron estándares de producción, tomando en cuenta la eficiencia no solo de los equipos sino también del personal de planta mediante una toma de tiempos. Luego de

esto se recolectó información mediante encuestas a todo el personal, esto fue a operadores de maquinas, Jefes de Departamentos, Gerentes, etc. en donde se midió, según la opinión de ellos, los causantes de riesgos, para así obtener los problemas y sus orígenes dentro del proceso productivo, concluyendo con un registro de datos, estableciendo parámetros necesarios para la implementación de mejoras.

Con todo esto se aumentó la productividad reduciendo los costos de suministros, adquiriendo un ambiente seguro y satisfactorio para los operadores de la línea de producción de pan de molde, evitando acumulación de producto no conforme. Se logró finalmente que los tiempos de operación se redujeran y consecuentemente se obtuvo una mayor rentabilidad.

La tesis está basada en una importante empacadora de mango para exportación de la ciudad de Guayaquil. La empacadora procesó más de 4'500.000 cajas de mango para exportación en la reciente temporada, comprendida entre los meses de septiembre y enero.

La empresa ha mostrado un constante crecimiento a lo largo de cada temporada y prevé un aumento de la demanda en un 10%, por lo que se ha visto en la necesidad de emplear mejoras que faciliten el crecimiento y aumenten la eficiencia de la misma, especialmente en lo que respecta a la producción de cajas debido a que es un elemento esencial para el empaque del mango.

Las cajas pueden ser armadas mediante el uso de máquinas o manualmente; de los dos métodos, el armado manual presenta problemas más serios y posee un mayor potencial de mejora. Uno de los principales problemas detectados en el área de empaque es el desorden en el área de producción manual de cajas debido a la falta de una infraestructura adecuada, falta de definición de los puestos de trabajo y un inexistente análisis del flujo de material y personas dentro del área. Adicionalmente al no contar con un sistema eficiente para abastecer cajas al área de empaque, se incurre en

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes de la planta	4
1.2 Objetivos de la tesis	7
1.2.1 Objetivo General	7
1.2.2 Objetivo específico	7
1.3 Alcance	8

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción de los procesos productivos del Área de Panadería	9
2.1.1 Maquinarias y equipos	27
2.1.2 Instrumentos de trabajo	39
2.2 Metodología de las 5 S	40

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

3.1 Identificación, análisis y selección de los diferentes procesos productivos dentro del área de panadería	48
3.1.1 Recolección de datos	49
3.1.2 Diagrama de Pareto	57
3.1.3 Ishikawa	60
3.2 Evaluación del procesos productivo de pan de molde	62
3.2.1 Mapeo de la cadena de valor	62
3.3 Análisis de la situación actual	65
3.4 Fase de estudio	70
3.5 Variables del proceso a medir	74
3.6 Plan de trabajo	76

CAPÍTULO 4

4. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5 S

4.1. Plan de acción	91
4.1.1 Separar/Clasificar	91
4.1.2 Ordenar	95
4.1.3 Limpiar	101
4.1.4 Estandarizar/Control visual	105
4.1.5 Autodisciplina	109

CAPÍTULO 5

5. EXPERIMENTACIÓN

5.1. Corrida experimental de implementación	111
5.2 Validaciones Estadísticas de resultados	124
5.3 Análisis de costos directos antes y después	138

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 140 |

PLANOS

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

CE	Conformidad Europea
CO ₂	Dióxido de Carbono

SIMBOLOGIA

°C	Grados Centígrados
Cm	Centímetros
g	Gramos
Kg	Kilogramos
kg/h	Kilogramo por Hora
m	Metro
mm	Milímetros
t	Tiempo
t_0	Tiempo Inicial
t_f	Tiempo Final
T	Temperatura

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1 Organigrama de la empresa	5
Figura 2.1 Procesos primarios y de apoyo de la empresa	11
Figura 2.2 Diagrama de flujo para elaboración de panes	14
Figura 2.3 Foto Pesado	15
Figura 2.4 Foto Pesado Hielo y Harina	16
Figura 2.5 Foto de amasado	17
Figura 2.6 Foto Sistema continuo pan de molde	18
Figura 2.7 Foto Mesas de elaboración de variedad de panes	19
Figura 2.8 Foto Sistema continuo hamburguesa y briollo	20
Figura 2.9 Foto Fermentación	21
Figura 2.10 Foto Hornos	22
Figura 2.11 Foto Enfriamiento	23
Figura 2.12 Foto Almacenamiento final	24
Figura 2.13 Sistema continuo molde	29
Figura 2.14 Foto Sistema continuo grisines	32
Figura 2.15 Foto Cámara fermentación	33
Figura 2.16 Foto Formadora manual	34
Figura 2.17 Foto Horno rotatorio	35
Figura 2.18 Horno Ciclotérmico	36
Figura 2.19 Foto Rebanadora pan de molde	37
Figura 2.20 Dsitribución maquinarias y equipos	38
Figura 2.21 Estrategia de las 5 S	45
Figura 3.1 Diagrama de Pareto para demanda	58

Figura 3.2	Diagrama de Pareto para desperdicios	59
Figura 3.3	Diagrama de flujo pan de molde	69
Figura 3.4	Cronograma de trabajo	73
Figura 3.5	Gráfico de control para temperaturas dentro de cámara de fermentación	79
Figura 3.6	Gráfico de control para temperatura de pan de molde recién salido del horno	83
Figura 3.7	Gráfico de control para peso final en gramos de pan de molde	86
Figura 3.8	Gráfico de control para pH final del molde	90
Figura 4.1	Criterios de separación	92
Figura 4.2	Foto Rebanadora y selladora mediana Glimek	94
Figura 4.3	Foto Antes de la zona de enfriamiento	99
Figura 4.4	Foto Después de la organización dentro del área de enfriamiento	100
Figura 4.5	Foto Antes de limpieza Área de amasado	104
Figura 4.6	Foto Después de limpieza Área de amasado	104
Figura 4.7	Medida de cintura establecida	108
Figura 4.8	Foto de molde rechazado por desperfecto con medida de cintura	109
Figura 5.1	Gráfico de control para temperaturas en Cámara de leudo durante las mejoras	114
Figura 5.2	Gráfico de control para temperaturas de moldes luego de horneado	116
Figura 5.3	Gráfico de control para pesos finales de moldes mientras se realizan las mejoras	118
Figura 5.4	Gráfico de control para pH final de los moldes durante la mejora	120
Figura 5.5	Ejemplo de correlación	121

Figura 5.6	Ejemplo de una No correlación	121
Figura 5.7	Correlación Caso 1	122
Figura 5.8	Correlación Caso 2	123
Figura 5.9	ANOVA generado en Minitab para Caso 1	134
Figura 5.10	ANOVA generado en Minitab para Caso 2	137

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Productos del Área de Panadería	12
Tabla 2 Actividades dentro de Panadería	26
Tabla 3 Simbología de las diferentes actividades	27
Tabla 4 Características mezcladora espiral	28
Tabla 5 Características Sistema continuo hamburguesa	30
Tabla 6 Ubicación por áreas de maquinarias y equipos	39
Tabla 7 Instrumentos y suministros de trabajo	40
Tabla 8 Clasificación de problemas de proceso	51
Tabla 9 Frecuencia de ocurrencia de problemas de proceso	52
Tabla 10 Clasificación e identificación de datos de problemas	54
Tabla 11 Porcentaje de presencia de problemas	56
Tabla 12 Definición de operaciones	66
Tabla 13 Ventajas y desventajas de elaboración de esponja	71
Tabla 14 Ventajas y desventajas de elaboración de masa directa	72
Tabla 15 Fórmulas para elaborar gráficos de control	75
Tabla 16 Temperaturas observadas dentro de cámara de fermentación	77
Tabla 17 Temperaturas observadas de producto recién salido del horno	81
Tabla 18 Observaciones de peso final en gramos de pan de molde	84
Tabla 19 Observaciones de pH final de pan de molde.....	88
Tabla 20 Organización de materiales innecesarios	93
Tabla 21 Criterios de organización	95
Tabla 22 Líneas divisorias dentro de Estrategia de pintura	93
Tabla 23 Formato para inspección de limpieza	102
Tabla 24 Formato para inspección de limpieza	106
Tabla 25 Parámetros de calidad para pan de molde	108
Tabla 26 Observaciones de temperatura dentro de cámara de leudo durante la mejora	113

Tabla 27	Observaciones de temperatura dentro de Cámara de leudo durante las mejoras	115
Tabla 28	Observaciones de pesos finales durante la mejora	117
Tabla 29	Observaciones de pH final durante la mejora	119
Tabla 30	Tratamientos y observaciones para el ANOVA	126
Tabla 31	Fórmulas para realizar un Análisis de Varianza	131
Tabla 32	Datos para Primer ANOVA	132
Tabla 33	Primer ANOVA: SS y SSTRAT Total	133
Tabla 34	Resultados del Primer ANOVA	133
Tabla 35	Datos para Segundo ANOVA	135
Tabla 36	Segundo ANOVA: SS y SSTRAT Total	136
Tabla 37	Resultados del Segundo ANOVA	137
Tabla 38	Ahorros luego de las mejoras de 5 S	139

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Macro Mapa Área de Panadería

INTRODUCCIÓN

La fábrica está dedicada a la elaboración de una amplia gama de productos de panificación y pastelería, los mismos que se elaboran en las tres secciones en las que se divide la planta: Panadería, Pastelería y Gourmet, las mismas que cumplen con las demandas diarias recibidas, satisfaciendo así el mercado local brindando una atención diferenciada con sus productos.

Para el desarrollo de la tesis nos enfocamos en las dificultades y desperdicios generados en el Área de Panadería, específicamente en la línea de producción de pan de molde, ya que son los más representativos dentro de la compañía, presentando niveles considerables de desorganización y desperdicios, a más de horas de producción y trabajo muy altas. Dentro de las inseguridades que ofrecía el lugar de trabajo para los operadores están los pisos mojados y resbaladizos. Otra dificultad detectada es el largo tiempo de espera tanto en la cámara de fermentación como en la zona de enfriamiento de los moldes y un número considerable de productos no conformes depositados a un lado de la máquina de enfundado y rebanado.

El objetivo general de este proyecto es ofrecer una metodología que evite paras de producción y perdidas de suministros en la línea de fabricación además que el ambiente sea seguro y organizado. Se plantearon Técnicas de Producción Esbelta como lo es la 5S, apoyadas en conocimientos estadísticos.

La metodología que se empleó para el desarrollo del proyecto empieza con la definición del alcance de la actividad de Mapeo, es decir, elección del flujo de valor, para entender el funcionamiento de las áreas en la línea de producción de pan de molde, en donde se establecieron estándares de elaboración, tomando en cuenta la eficiencia no solo de los equipos sino también del personal de planta mediante una toma de tiempos.

Se captó información mediante encuestas a todo el personal, es decir, operadores de maquinas, Jefes de Departamentos, Gerentes, etc. en donde se midió, según la opinión de ellos, los causantes de riesgos, para obtener los problemas y sus orígenes dentro del proceso productivo seleccionado, concluyendo con el análisis de la situación, para después elaborar un registro de

datos, los mismos que permitieron establecer parámetros que se implementarán en un futuro dentro del proceso de obtención de pan de molde.

Con esto se buscó aumentar la productividad reduciendo los costos de suministros, adquiriendo un ambiente seguro y satisfactorio para los operadores de la línea de producción de pan de molde, evitando acumulación de producto no conforme, logrando finalmente que los tiempos de operación se reduzcan y logrando consecuentemente una mayor rentabilidad.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes de la planta

El local con el que inició sus actividades la empresa, en la década de los 40, era un pequeño negocio ubicado en el centro de la ciudad de Guayaquil, el mismo que se posesionó en el mercado como un sitio tradicional de consumo de variedades de pan.

En 1987 el actual Gerente General adquiere la planta y procede a implementarla con equipos de segunda mano, manteniendo aun así un proceso manual para productos no solo de panadería sino de pastelería también. Tres años después, la empresa experimenta un acelerado crecimiento; se crea el área administrativa-contable en conjunto con el departamento de personal para orientar al empleado dentro de la

empresa sobre su nuevo rol de trabajo y de esta manera cumplir con el organigrama de la misma, presentado a continuación:

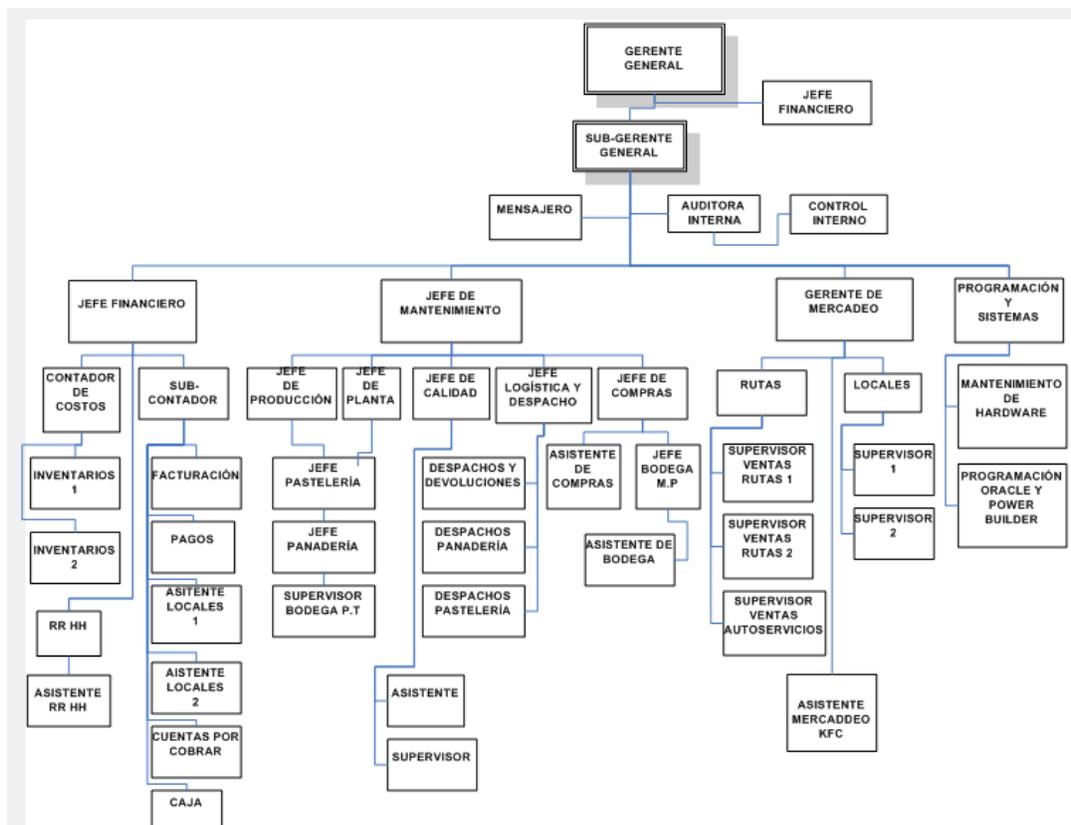


FIGURA 1.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

En el año 2002 se estableció el departamento de mantenimiento con el propósito de inspeccionar periódicamente toda la maquinaria de la organización.

En lo que respecta al área administrativa, esta se encuentra en la actualidad formada por los departamentos: administrativo, financiero, producción, marketing, ventas, sistemas, mantenimiento y recursos humanos.

La planta está provista de tres áreas productivas: Panadería, Pastelería y Gourmet. En estas tres áreas se trabajan dos turnos, bajo órdenes de producción generadas día a día al recibir los pedidos de los clientes y luego de revisar las existencias en bodega de producto terminado. El área Gourmet es la más reciente en establecerse y cumple con el desarrollo de nuevos productos con alto valor agregado, para cumplir con los paladares más exigentes del mercado.

En este momento la empresa posee 38 puntos de venta, 12 camiones de ruta (2 de ellos con sistema de refrigeración), 4 distribuidores y una planta industrial con un área de 6.912 metros, generando más de 400 plazas de trabajo, tanto dentro de la planta como en los diferentes puntos de venta dentro y fuera de la ciudad.

1.2 Objetivos de la tesis

1.2.1 Objetivo General

Organizar las diferentes áreas de trabajo involucradas en la línea de obtención de pan de molde para reducir los retrasos y paras de producción al momento de obtener dicho producto, mediante herramientas de Producción Esbelta.

1.2.2 Objetivo específico

1. Realizar un estudio de tiempos para conocer detalladamente los diferentes procesos para la obtención de pan de molde y así implementar mejoras.
2. Desarrollar el mapa de la cadena de valor con la respectiva distribución de la planta.
3. Realizar un análisis de costo beneficio para demostrar ciertas mejoras bajo la propuesta de la técnica a utilizar.

1.3 Alcance

Con la aplicación del método de las 5 S se pretende que los empleados se comprometan a mantener siempre las condiciones adecuadas de trabajo en las diferentes áreas de producción, con el fin de reducir tiempos de operación y desperdicios, a más de una correcta planificación en cuanto a las jornadas de trabajo, garantizando que se cumplirán con las características de calidad del producto impuestas dentro de la empresa tales como peso, dimensiones, tiempo de vida útil, entre otras.

A demás se busca la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de los procedimientos necesarios para la línea de pan de molde así como la reducción de las causas de accidentes, aumentando la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción de los procesos productivos del Área de Panadería

Cadena de valor

El concepto de la cadena de valor es un modelo que clasifica y organiza los procesos de la empresa con el propósito de establecer y enfocar los programas de mejoramiento dentro de ella.

Los procesos que forman parte de la cadena de valor impactan directamente en los productos que el cliente consume. Dentro del desarrollo de la cadena de valor se tienen dos diferentes tipos de procesos detallados a continuación:

- **Procesos Primarios:** Actividades preponderantemente orientadas a la producción de los productos de la empresa, entre los que se tienen:
 - Mercadeo
 - Desarrollo de productos
 - Producción de productos
 - Administración de distribución y logística
 - Ventas y servicio al cliente

- **Procesos de Apoyo:** Actividades que hacen posible que puedan ocurrir las actividades primarias, también conocidas como actividades de soporte o apoyo. El modelo de la cadena de valor destaca actividades específicas en la empresa donde mejor pueden aplicarse las estrategias competitivas y en donde los sistemas de información pueden tener un impacto trascendental como:
 - Departamento de calidad
 - Departamento financiero
 - Planificación

- Departamento de programación y sistemas
- Departamento de mantenimiento
- Administración de relaciones externas
- Administración de servicios legales
- Compras

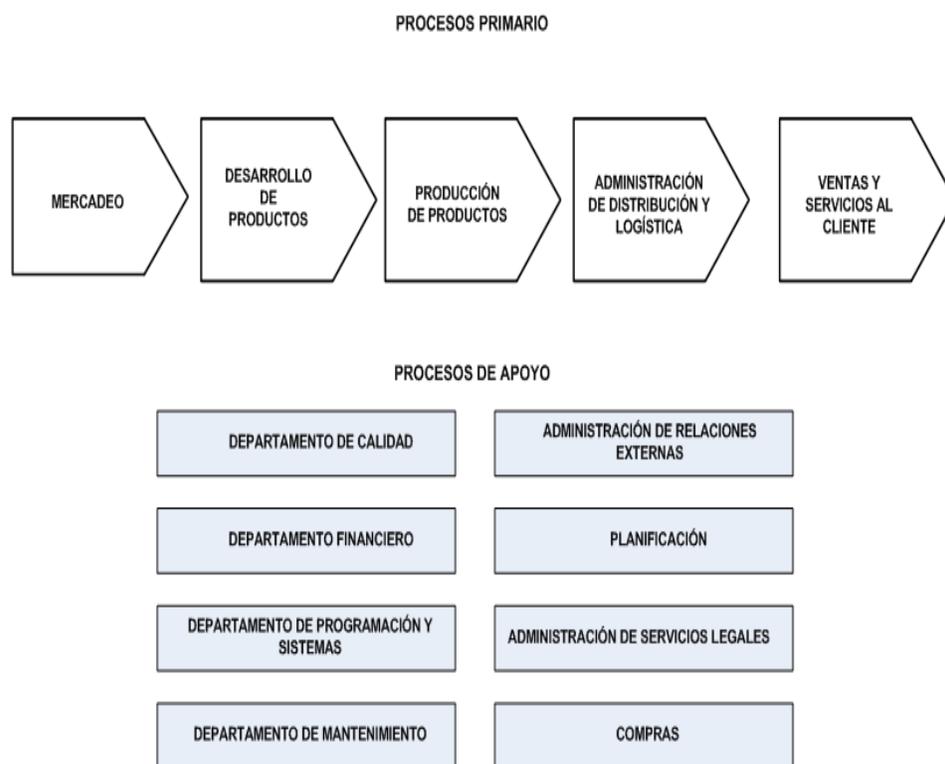


FIGURA 2.1 PROCESOS PRIMARIOS Y DE APOYO DE LA EMPRESA

Fuente: Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Dentro del Área de Panadería, se llevan a cabo varios procesos los mismos que se elaboran regularmente bajo órdenes de producción diarias.

En la siguiente tabla se denota la variedad de productos dentro de Panadería, los mismos que se dividen de la siguiente manera:

TABLA 1
PRODUCTOS DEL ÁREA DE PANADERÍA

PAN DE MOSTRADOR	PAN INDUSTRIAL
Negro chico de sal	Molde blanco
Cañita	Hamburguesa grande
Trenza	Pancalito
Canela porción	Hamburguesa chica
Alemán	Briollo chico
Cholito	Melao
Mini negro de dulce	Mini rosquitas
Panamito	Negro chico de dulce
Palanquetita	Molde sandwichero
Empanada de queso	Mini briollo
Palanqueta grande	Molde negro
De leche	Tachito de dulce
Baguette Francés	Briollo grande
Lojano	Mini hamburguesa anís
Blanco de dulce	Campeño
Mixto pequeño	Mini hamburguesa sal
Enrollado	Mini fibra
Pan de dulce de 40 g	
Flauta	

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

- **Panes de mostrador:** Son productos que se elaboran a mano y de manera artesanal, para satisfacer necesidades del día a día, presentando un tiempo de conservación máximo de 3 días debido a que en su fórmula no poseen preservante alguno.

- **Panes industriales:** Son los productos que pasan por un sistema continuo de producción semiautomática, ya que requiere de mano de obra en algunos de sus procesos. Dentro de su formulación poseen preservantes, los que le dan un tiempo de vida útil de 8 días en condiciones normales y bajo temperaturas establecidas según normativa del Codex Alimentarius 2009 para productos de panadería.

La información necesaria para elaborar un diagrama se obtiene a partir de observaciones y mediciones directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio se identifiquen claramente. Existen diferentes tipos de diagramas a utilizar; para este estudio se hará uso del Diagrama OTIDA, ya que representa con mayor exactitud los diferentes pasos dentro de una línea de producción.

- **Recepción de materia prima:** Los camiones con las diferentes materias primas provenientes de cada distribuidor, ingresan a las instalaciones de la empresa a través de la bodega principal. La descarga se realiza de manera manual, y el ordenamiento de los diferentes productos es de acuerdo a lo estipulado en bodega; luego de ello estos se reparten a las diferentes áreas de trabajo.
- **Pesado de ingredientes:** Luego de recibir la materia prima proveniente de la bodega principal, esta es pesada de acuerdo a la fórmula establecida para cada producto, y se colocan en baldes blancos, los mismos que se sitúan en el área de producto pesado, para que cada amasador retire el mismo, dando paso a la siguiente operación.



FIGURA 2.3 FOTO PESADO

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

- **Pesado de hielo y harina:** En esta operación se toma en cuenta el pesado de la harina a utilizar por fórmula, y el tratamiento que se le da al hielo. A este último se lo recibe en bloques con peso entre 75 y 90 Kg, los mismos que se colocan en sacos para luego y de forma manual ser troceados, reduciendo de esta manera su tamaño, para así evitar un esfuerzo mayor del equipo de amasado.



FIGURA 2.4 FOTO PESADO HIELO Y HARINA

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

- **Mezcla de ingredientes en olla de amasado:** En esta etapa se combinan los ingredientes ya pesados, tanto sólidos (harina, sal, aditivos, preservantes, etc.) y líquidos (hielo y agua), ya sea con esponja o fermento líquido, dentro de la olla de amasado, con el

fin de hacer una emulsión previa al amasado ayudando a una mezcla más uniforme en la siguiente etapa del proceso.

- **Amasado:** El sistema empleado es el de brazos en donde la masa es sometida a un trabajo uniforme con el fin de aumentar la extensibilidad de la masa, favoreciendo el alineamiento de las moléculas de gluten para una mejor captura de los gases de la fermentación. Luego de trabajar la masa y de obtener la elasticidad de la misma, pasará a cualquiera de las líneas de producción.



FIGURA 2.5 FOTO AMASADO

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

- **Sistema continuo de pan de molde:** La masa es transportada en la olla de amasado, hasta el elevador del sistema, el cual hace caer la misma en una tolva de alimentación, para dividirla según el peso establecido. Ésta es boleada antes de ingresar a la etapa de reposo a temperatura ambiente, en donde la masa suele adquirir mayor tamaño debido a que la levadura libera Dióxido de Carbono (CO₂) durante su etapa de metabolismo, ayudando al desarrollo de aromas y sabores. Luego la masa se reciben en moldes metálicos, los mismos que se colocan en coches, y se llevan a fermentar.



FIGURA 2.6 FOTO SISTEMA CONTINUO PAN DE MOLDE

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

- **Mesas de elaboración de variedad de panes:** La masa es transportada hasta las mesas de trabajo, en donde es dividida, boleada y formada de acuerdo al peso y el número de unidades estimas en la fórmula, para luego colocar los panes en latas ya engrasadas, para trasladar las mismas en coches hasta la cámara de fermentación.



FIGURA 2.7 FOTO MESAS DE ELABORACIÓN DE VARIEDAD DE PANES

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

- **Sistema continuo de hamburguesa y briollo:** La masa es transportada en la olla de amasado, hasta la tolva de alimentación, para ser dividida y boleada, ingresando luego a la zona de reposo a temperatura ambiente, en donde la masa suele adquirir mayor tamaño debido a que la levadura libera CO₂

permitiendo el desarrollo de aromas y sabores. Luego los panes se colocan en latas metálicas de manera manual, para de esta manera transportar en coches las masas, ingresando a la cámara de fermentación de manera inmediata, continuando así con el ciclo de producción.



FIGURA 2.8 FOTO SISTEMA CONTINUO HAMBURGUESA Y BRIOLLO

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

- **Fermentación:** Los coches transportadores de latas o moldes se ingresan a la cámara de fermentación por alrededor de 2 horas, en donde se optimiza la fermentación uniforme de abajo hacia arriba, por una corriente de vapor existente. En esta etapa termina de desarrollarse todos aquellos aromas típicos en los productos

de panificación, siempre y cuando la temperatura y humedad se monitoreen. Para esto se cuenta con válvulas reguladoras de vapor, las mismas que se controlan por un operador asignado, el que verificará una temperatura de vapor dentro de cámara entre 28-32° C y una humedad de entre 70% y 85%.



FIGURA 2.9 FOTO FERMENTACIÓN

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

- **Horneado:** Las panes se hornean bajo temperaturas y tiempos establecidos según el tipo de producto y la forma del mismo, con el objetivo de cocer la masa, transformarla en un producto apetitoso y digerible. Las temperaturas van desde 190°C y 270 °C

y los tiempos de cocción estarán determinados en función del tamaño de los panes, así como por el grosor del molde metálico o lata.



FIGURA 2.10 FOTO HORNOS

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

- **Enfriamiento:** Una vez que sale el pan del horno, es trasladado a la zona de enfriamiento, hasta que alcance una temperatura interna de 33°C , ya que mayor a esta, se puede producir una condensación gradual sobre la superficie de la bolsa que será

posteriormente un caldo de cultivo apropiado para el desarrollo de los hongos.

El Área de Enfriamiento posee una temperatura ambiente, por lo que regularmente en 2 a 2,5 horas, se obtiene un pan listo para empaquetar.



FIGURA 2.11 FOTO ENFRIAMIENTO

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

- **Mesa de empaquetado:** El producto una vez que alcanza la temperatura óptima para el enfundado (33° a 35° C), es colocado en las fundas plásticas o ingresado en la rebanadora, para luego trasladarse a la bodega de almacenamiento, etapa final del proceso.

- **Rebanadora de pan:** En esta operación solo se trabajará con lo que es pan de molde, este al ingresar, es rebanado por finas cuchillas, continuando por la banda transportadora, hasta llegar a ser enfundado y sellado inmediatamente. En esta etapa se cuenta por lo general con tres operadores que alimentan tanto de producto como de fundas y cintas atadoras a dicha máquina.
- **Almacenamiento final:** Luego de todas las operaciones antes mencionadas, cada uno de los productos se trasladan a la bodega de producto terminado, en donde se los codifica de acuerdo a lo establecido por la empresa, y en espera de ser distribuidos a los locales de expendio.



FIGURA 2.12 FOTO ALMACENAMIENTO FINAL

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Diagrama de Recorrido: Es la representación objetiva en el plano del curso de trabajo en donde se detalla la distribución de zonas y maquinarias. En el Apéndice A se muestra el recorrido actual para productos de panadería dentro de la empresa.

Se trazan los movimientos de los materiales, piezas o productos o de las personas o maquinarias, según el caso, sobre un plano de la fábrica, hecho a escala con sus máquinas, puestos de trabajo, pasillos y áreas de almacenamiento.

Se utiliza como complemento del diagrama OTIDA, especialmente cuando en el proceso interviene un espacio considerable sobre el piso. Es un instrumento necesario para llevar a cabo revisiones de la distribución del equipo en la planta.

Para elaborar el mismo se toma un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta y se trazan en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra.

TABLA 2
ACTIVIDADES DENTRO DE PANADERÍA

# DE ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN
1	Recepción de M. P	Operación
1	Transporte de M.P al Área de pesado	Transporte
2	Pesado de ingredientes	Operación
2	Transporte de ingredientes al Área de amasado	Transporte
3	Mezcla de ingredientes en olla de amasado	Operación
4	Amasado	Operación
3	Transporte de masa amasada	Transporte
5	Sistema continuo pan de molde	Operación
6	Mesa de elaboración variedad de panes	Operación
7	Sistema continuo hamburguesa y briollo	Operación
4	Transporte a cámara de fermentación	Transporte
8	Fermentación	Operación
5	Transporte a horno	Transporte
9	Homeado	Operación
6	Transporte a zona de enfriamiento	Transporte
10	Enfriamiento	Operación
7	Transporte a empaquetado	Transporte
11	Mesa de empaquetado	Operación
12	Rebanadora de pan	Operación
8	Transporte a almacenamiento	Transporte
1	Almacenamiento final	Almacenamiento

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Se Identifica cada una de las actividades mediante símbolos y números, los que corresponden a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso.

TABLA 3
SIMBOLOGÍA DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES

SIMBOLOGÍA	DEFINICIÓN
	Operación
	Transporte
	Almacenamiento
	Recorrido de persona

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

2.1.1 Maquinarias y equipos

Montacargas

Un montacargas es un vehículo de uso rudo e industrial, el cual se utiliza para transportar pallets con mercancías. Aguanta cargas pesadas, que ningún grupo de personas podría soportar por sí misma, y ahorra horas de trabajo pues se traslada un peso considerable de una sola vez en lugar de ir dividiendo el contenido por partes o secciones. Los montacargas son técnicamente vehículos pesados de metal o de acero, que se elaboran con una

plataforma que se desliza por una guía lateral o vertical rígida o bien por dos guías rígidas paralelas, ambas unidas a la estructura.

Mezcladora Espiral Glimek SM-241 M

Mezcladora de espiral en acero inoxidable de gran alcance con recipiente móvil para las medianas y grandes panaderías, con capacidad para 240 kg de masa, diseñada para una óptima mezcla fabricada bajo norma CE (Conformidad Europea). Posee un marco interior y cabezal de mezcla de hierro fundido, lo que garantiza su alta durabilidad.

TABLA 4

CARACTERÍSTICAS MEZCLADORA ESPIRAL

CARACTERÍSTICAS	
Velocidades	Una de dos velocidades de motor 9.5/4.5 Kw; el cuenco es impulsado por un motor con la caja de cambios a través de la cadena en baño de aceite.
Cabezal de mezcla y palanca	La unidad de espiral y de plato palanca de cambios están relacionadas con un gato de tornillo eléctrico. Cuando se va a encender la máquina, la cabeza de mezcla estará baja y la olla quedará un poco elevada, colocando automáticamente la unidad de accionamiento, indicando que no hay contacto entre las ruedas y el suelo durante el proceso de mezcla.
Manipulación	El panel de control tiene botones para encendido / apagado - arriba / abajo - manual / automática - lento - rápido y dos temporizadores eléctricos. Control automático de la mezcla rápida y lenta.

Fuente: Fornisud, Catálogo de ventas, 2010.

Sistema Continuo para Molde

El Sistema Continuo de formación de Moldes Glimek fue desarrollado y fabricado para ser utilizado en la elaboración de pan y flexible, con alta capacidad y eficiencia. Tiene velocidades variables y presenta una capacidad de hasta 3600 piezas / h. Un tratamiento de masa precisa y suave proporciona una alta calidad en los productos de pan. Construido en acero inoxidable con conos revestidos y pistas antiadherentes, posee un panel de control eléctrico en donde se maneja el rango de peso deseado.



FIGURA 2.13 SISTEMA CONTINUO MOLDE

Fuente: Fornisud, Catálogo de ventas, 2010.

Sistema Continuo para Hamburguesa

Diseñada para formar hamburguesas maximizando la producción, ya que su placa de moldeo es aprovechada totalmente. Este modelo puede formar hamburguesas con una cadencia de hasta 60 golpes por minuto, además la versatilidad de las formas que pueden darse a la placa formadora hace posible adecuarla a los diferentes mercados que las fábricas deben atender y todo dentro del ancho de la cinta placa formadora.

TABLA 5

CARACTERÍSTICAS SISTEMA CONTINUO HAMBURGUESA

* Capacidad de tolva (litros)	350
* Ancho de de la placa de moldeo	580 mm.
* Máximo espesor de la placa de moldeo (*)	20 mm.
* Mínimo espesor de la placa de moldeo	8 mm.
* Ancho de la cinta de salida	540 mm.
* Potencia del motor, en CV: hidráulico	15

Fuente: Fornisud, Catálogo de ventas, 2010.

Finalmente falta agregar que la máquina permite un sencillo cambio de la placa formadora y una eficiente limpieza total por

medio del levante de la tolva y fácil desarme de los componentes móviles que deben ser retirados a tales efectos.

Dosificador de ajonjolí

Un dosificador de ajonjolí es un equipo que por lo general forma parte integral de una línea de producción. La función del dosificador es entregar o suministrar de forma ágil la cantidad de material o insumo necesario para la realización de un sistema.

El dosificador deja caer la cantidad exacta y necesaria de ajonjolí sobre las hamburguesas, todo esto automatizado con el fin de optimizar una operación.

Sistema Continuo para Grisines

Posee una prensa regulable para uniformar el espesor de la masa cuando ingresa al molde. El corte de la masa puede ser realizado con mando eléctrico manual o programado mediante temporizador

para un trabajo continuo. Todas las superficies en contacto con la masa son de acero inoxidable. La producción puede alcanzar los 50 kg/h. La velocidad de la banda de salida es regulable para ser adaptada a cada tipo de producto, evitando que la masa se estire o se acumule.



FIGURA 2.14 FOTO SISTEMA CONTINUO GRISINES

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Cámara de fermentación

La cámara se ha equipado con un dispositivo para la producción de calor y vapor controlado automática o manualmente, para garantizar y optimizar la fermentación uniforme de la masa desde abajo hacia arriba. Posee un interruptor general de seguridad con

dispositivo de desenganche de emergencia; interruptor del ventilador, interruptor del vapor manual o automático; la manilla de la puerta es de doble acción (externa e interna).



FIGURA 2.15 FOTO CÁMARA DE FERMENTACIÓN

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Formadora manual

Esta formadora está constituida por una cinta de introducción de cilindros que lleva la masa cerca de dos rodillos cilíndricos paralelos, los mismos que la aplastan reduciendo su espesor, para luego ser boleada por el movimiento de dos cintas en sentido

opuesto y con velocidades diferentes, obteniendo un enrollado suave de la masa.



FIGURA 2.16 FOTO FORMADORA MANUAL

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Horno rotatorio

Un horno rotatorio abarca un tambor rotatorio que tiene una gran cantidad de levantadores a lo largo de su pared interna. Al extremo de cada levantador se unen un número de cadenas como las guarniciones que hacen resbalar los movimientos a lo largo de la superficie interna de la pared del tambor rotatorio de acuerdo con la rotación del mismo.

La cadena así como las guarniciones tratarán de adherirse a la pared interna del tambor rotatorio y a los levantadores haciendo que los movimientos resbalen de acuerdo con la rotación del tambor.



FIGURA 2.17 FOTO HORNO ROTATORIO

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Horno de túnel Ciclotérmico

La cámara de cocción tiene una sección rectangular dentro de la cual se encuentran las tuberías de calefacción, sus soportes y los elementos de control para la alineación y centrado del transportador. En cada zona de cocción está prevista una puerta de inspección (o más en las secciones más largas), que permite la

observación en el interior de la cámara misma. A lo largo del horno en el lado comando están ubicados todos los controles y comandos como, termómetros, controles de válvulas de regulación y acceso a los quemadores y a los tableros eléctricos.

El apagado del horno, es decir el apagado de los quemadores y de los ventiladores de recirculación se puede realizar en forma manual o en forma automática mediante un temporizador.



FIGURA 2.18 HORNO CICLOTÉRMICO

Fuente: Fornisud, Catálogo de ventas, 2010.

Rebanadora pan de molde

Esta cortadora posee precisión en el corte, un funcionamiento silencioso, por su robustez y facilidad de manejo. La anchura de corte es de 43 cm. o de 54 cm., dependiendo de los modelos, obteniendo rebanadas con un ancho de entre 8 a 20 mm. Las sierras que posee son cruzadas, ideales para pan tierno o molde, e inclusive pan caliente. Posee un dispositivo, haciéndola semiautomática, poniendo en marcha a la máquina con solo pulsar un botón, además, un regulador de velocidad que permite escoger la velocidad óptima del empujador para cada tipo de pan, con el fin de obtener el mejor rebanado.



FIGURA 2.19 FOTO REBANADORA PAN DE MOLDE

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Distribución de maquinarias y equipos dentro de Panadería

A continuación en la Tabla 6 se indica la ubicación de cada una de las máquinas y equipos de Panadería y el número de operadores a cargo de cada área:

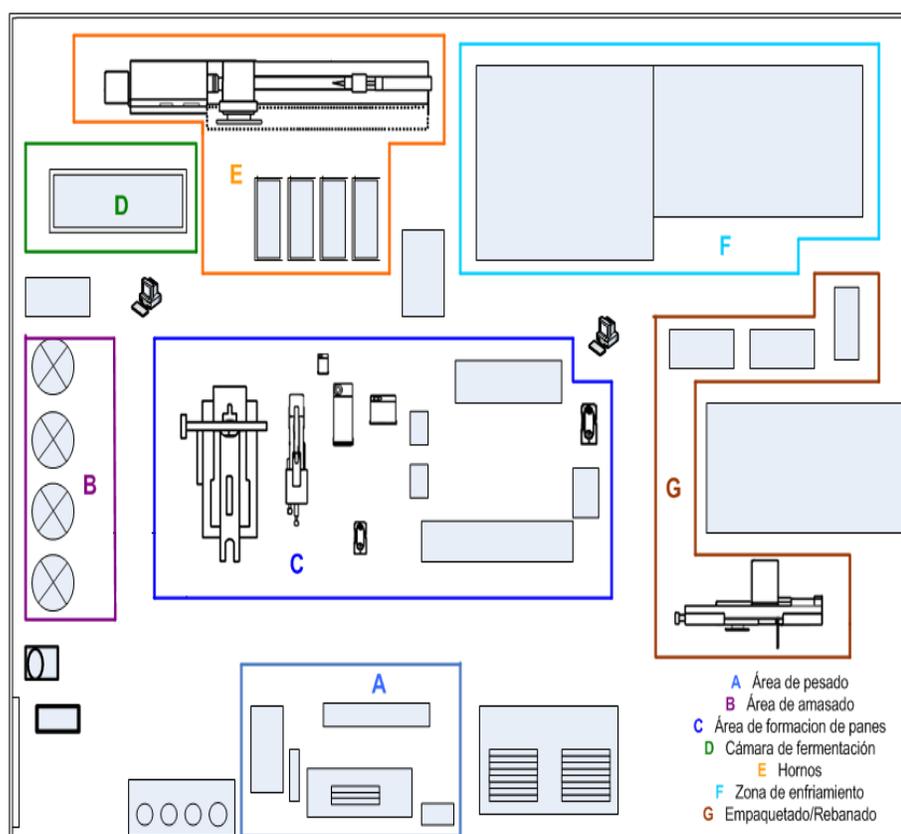


FIGURA 2.20 DISTRIBUCIÓN MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

TABLA 6
UBICACIÓN POR ÁREAS DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

MAQUINARIA / EQUIPO	ÁREA DE UBICACIÓN	UNIDADES EXISTENTES	# DE OPERADORES A CARGO	
			TURNO	
			1	2
Montacarga	A	1	2	
Mezcladora espiral Glimek SM-241 M	B	4	2	2
Sistema Continuo para molde	C	1	3	3
Sistema Continuo para grisines		1	2	2
Sistema Continuo para hamburguesa		1	4	4
Formadora manual		1	1	1
Cámara de fermentación	D	1	1	1
Dosificador de ajonjolí	E	1	2	2
Hornos rotatorios		4	1	1
Horno de túnel		1	3	3
Rebanadora de molde	G	1	2	2

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

2.1.2 Instrumentos de trabajo

Dentro de las diferentes áreas de trabajo en Panadería, se requieren de los siguientes utensilios y suministros, los mismos que están a cargo de cada uno de los operadores de planta, no solo de su cuidado sino de la limpieza de ellos.

TABLA 7
INSTRUMENTOS Y SUMINISTROS DE TRABAJO

ÁREA	INSTRUMENTOS Y SUMINISTROS DE TRABAJO	UNIDADES
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Balanza analítica (1,5 Kg)	1
	Gavetas plásticas	10
	Cuchillos	2
	Perchas	7
PESADO	Espátulas	2
	Baldes blancos	35
	Charolas plásticas	36
	Balanza analítica (1,5 Kg)	1
	Balanza (60 Kg)	1
	Cuchillos	1
	Mesa de trabajo	2
	Pallets de madera	1
Percha	1	
AMASADO	Espátulas	1
	Balanza (60 Kg)	1
	Mesa de trabajo	1
	Contenedor de plástico para harina	1
	Pallets de plástico para el hielo	2
	Baldes blancos	2
SISTEMA CONTINUO DE PRODUCCIÓN DE PANES	Espátulas	1
	Franelas	1
	Balanza analítica (1,5 Kg)	1
CÁMARA DE FERMENTACIÓN	Termostato	1
HORNO	Moldes y latas	500 por producto
ENFRIAMIENTO / EMPAQUETADO	Extractores de aire	2
	Ventiladores	3
	Mesas de trabajo	2
	Escritorio para digitación	1
	Gavetas plásticas	60

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

2.2 Metodología de las 5 S

Antes de aplicar la Metodología 5 S se deberá realizar una toma de tiempos, la misma que reflejará de manera clara los problemas y contratiempos en las producciones diarias.

El procedimiento empleado para calcular los tiempos de trabajo permitieron determinar el denominado tiempo estándar, entendido como tiempo al ritmo normal o con interrupciones de trabajo en una jornada diaria.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir más en una planta dada, e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo. Los estándares mal establecidos, aunque mejor que no tener estándares, conducen a costos altos, disencuentros del personal y quizá fallas de toda la empresa.

Las técnicas de medición del trabajo permiten establecer estándares de producción justos, siempre y cuando se considere cada detalle de la labor y su relación con el tiempo normal requerido para realizar el ciclo completo. La instalación exitosa de cualquier técnica de medición del trabajo requiere un compromiso fundamental de la administración, que incluye comprometer entusiasmo, tiempo y los recursos financieros necesarios de manera continua.

Método de Regreso a Cero

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Dentro de las ventajas tenemos:

- Se pueden registrar de inmediato los elementos que el operador ejecuta en desorden sin una notación especial.
- Los retrasos no se registran.
- Ahorra cálculos al no tener que hacer restas.
- Variaciones en los tiempos fácilmente distinguibles

Como desventajas presentaremos las siguientes:

- Promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación.

- Al omitir los factores de retraso, los elementos extraños y los elementos transpuestos, se puede llegar a valores equivocados en las lecturas aceptadas.
- Tiempo perdido mientras la mano restablece el cronómetro.
- Difícil medir los elementos cortos.

En el estudio de tiempos a realizar se toma en cuenta los siguientes pasos a seguir para llevar a cabo este análisis:

1. Selección del operario
2. Explicación al operario y al supervisor
3. Recolectar información acerca de la operación
4. Determinar el número de observaciones
5. Tomar los tiempos con cronómetro
6. Análisis de la normalidad de los tiempos cronometrados
7. Eliminar los tiempos cronometrados no confiables.
8. Calcular los estándares de producción y de tiempo.

Luego de conocer que es una toma de tiempos y los pasos a seguir para el desarrollo del mismo, se especificará lo que son las 5 S. El movimiento de las 5 S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W. E. Deming hace mas de 40 años y que está incluida dentro de lo que se conoce como Mejoramiento Continuo o Gemba Kaizen.

Surgió a partir de la segunda guerra mundial, sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejor sustentiva de la higiene y seguridad durante los procesos productivos.

Las 5 S son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales, obteniendo los siguientes resultados:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable trabajar en un sitio limpio y ordenado).
- Reducir los gastos de tiempo y energía.
- Reducir los riesgos de accidentes o sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Seguridad en el Trabajo.

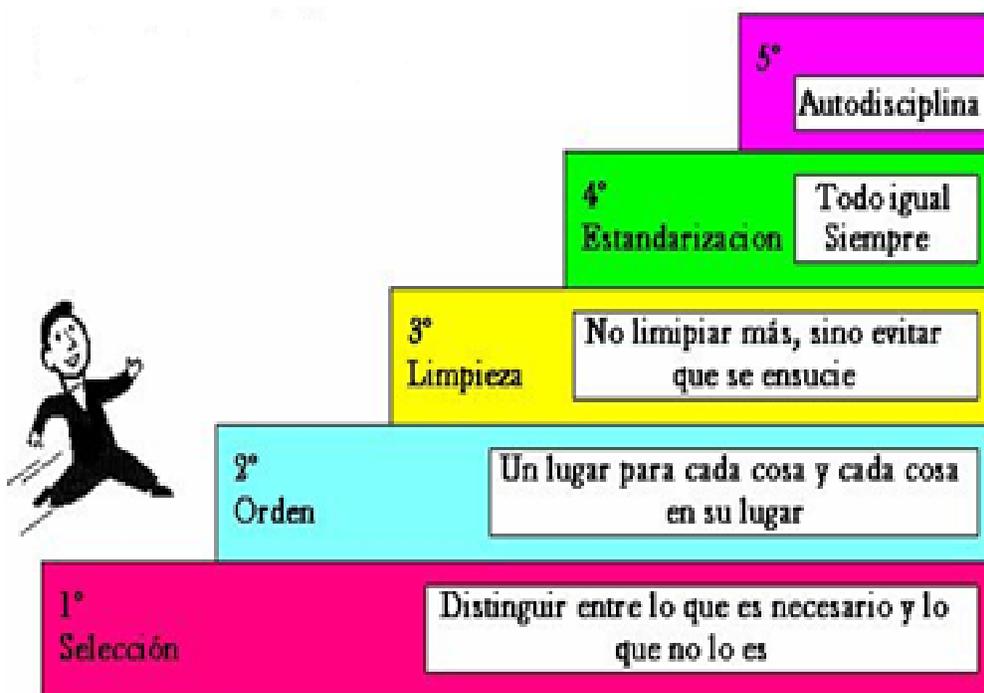


FIGURA 2.21 ESTRATEGIA DE LAS 5 S

Fuente: Masaaki Imai, "Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo (Gemba)"

Significado de las 5 S

La integración de las 5 S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular:

- Seiri: Organización (separar innecesarios)
- Seiton: Orden (situar necesarios)
- Seisō: Limpieza (suprimir suciedad)
- Seiketsu: Estandarizar (señalizar anomalías)
- Shitsuke: Disciplina (seguir mejorando)

Beneficios de las 5 S

La implementación de una estrategia de 5 S es importante en diferentes áreas, ya que permite eliminar despilfarros y mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera la estrategia de las 5 S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos y una mayor calidad.

- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional.

El principio de las 5 S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes e implantar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de calidad y de los objetivos generales de la organización.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

3.1 Identificación, análisis y selección de los diferentes procesos productivos dentro del área de panadería.

Mediante enfoques sistemáticos se encuentran y eliminan desperdicios dentro de los diferentes procesos y operaciones de un producto, para mejorar cada día, reduciendo costos y manteniendo los márgenes de utilidad en los niveles establecidos por empresa o industria.

Es importante tomar en cuenta las necesidades de los consumidores como de trabajadores, para así completar el ciclo de mejoramiento continuo. La Manufactura Esbelta ayuda a eliminar aquellas operaciones innecesarias que agregan valor a un producto, dando valor a las actividades requeridas y eliminando las ineficientes. Entre

los beneficios obtenidos de un método de Manufactura Esbelta, como lo son las 5 S, tenemos los siguientes:

- Reducción de costos de producción
- Reducir cadena de desperdicios
- Mejora calidad
- Obtiene mayor eficiencia de equipos

Para llegar a establecer mejoras dentro de las diferentes áreas de trabajo en Panadería, se debe de entender el porqué de un cambio, para lo que se tomarán medidas referenciales antes de cualquier intento de progreso, teniendo en cuenta siempre la tecnología con la que se cuenta, el recurso humano disponible y la manera de llevar a cabo los todos los procesos productivos.

1.1.1 Recolección de datos

Identificación

Es necesario conocer los diferentes procesos productivos del Área de Panadería para monitorear cada actividad y llegar a

entender los causantes de los posibles problemas, estableciendo hipótesis que permitan definir parámetros de mejora continua. Para esta identificación se utiliza la siguiente categorización:

1. **Problemas de cultura:** Representa la ineficiencia del uso de actitudes, valores, creencias y costumbres de los trabajadores dentro de una línea productiva.
2. **Problemas de proceso:** Hace referencia directa con los procesos de producción.
3. **Problemas de tecnología:** Se manifiestan como la aplicación inadecuada de conocimientos para lograr una tarea fijada.

Luego de conocer la clasificación de los problemas con la que se trabajará, se procede a realizar una encuesta al Jefe del Área de Panadería, con el fin de obtener aquellos inconvenientes que se presentan día a día en toda jornada de trabajo, y que de una u otra manera afectan a las metas establecidas dentro de la empresa.

TABLA 8
CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE PROCESO

RESPUESTAS	CLASIFICACION
Desorganizacion en cuanto a los inventarios de materias primas dentro de bodega	Problema de proceso / Problema de cultura
Retrazo en las ordenes de producción por entrega tardía por proveedor de materias primas	Problema de proceso
Procesos de produccion muy largos	Problema de proceso
Paras inapropiadas de algunas de las máquinas por falta de mantenimiento	Problema de tecnología / Problema de proceso
Al terminar las paradas, se tiene un alto número de productos que entran al reproceso, es decir presentan defectos	Problema de tecnología / Problema de cultura
Mal manejo de las válvulas reguladoras de vapor dentro de cámara de fermentación	Problema de proceso / Problema de cultura
Falta de instructivos operativos para cada una de las máquinas	Problema de tecnología
Movimientos lentos por parte de operadores	Problema de cultura
Demasiada rotación de productos a elaborar por día de trabajo	Problema de proceso / Problema de cultura
Entrega de órdenes de producción muy tarde	Problema de cultura
Falta de supervisión de los procesos operativos	Problema de cultura
Falta de herramientas de trabajo	Problema de proceso
Personal de planta desmotivado e inconforme	Problemas de cultura
Mal manejo de residuos generados en áreas de trabajo	Problemas de cultura
Falta de capacitaciones periodicas para el personal de planta	Problemas de cultura
Desorganización y mala ubicación de ciertos equipos	Problemas de cultura

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Luego de conocer dichos problemas se los ordena de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia de los mismos, manteniendo el criterio de considerar la existencia de un problema siempre y cuando ocurra una vez por lo menos y que tengan alta prioridad.

Los problemas con alta frecuencia son de prioridad 1, al momento de realizar las entrevistas, por lo que todos serán considerados para futuros análisis, y no solo se los tomará como de alta prioridad.

TABLA 9
FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE PROBLEMAS DE PROCESO

CLASIFICACION DEL PROBLEMA	FRECUENCIA
Problema de cultura	11
Problemas de proceso	7
Problemas de tecnología	3

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Una vez que se conocen los problemas existentes dentro del proceso de producción se prepara una entrevista con los trabajadores de planta,

la misma que contendrá preguntas generadas previamente en una observación inicial, las que permitirán obtener información acerca de las actividades de los operadores en las área de trabajo.

Se selecciona a los participantes y se acuerda una cita en un horario determinado en donde se realizarán las entrevistas. Para este análisis se tomaron aleatoriamente cinco operadores de Panadería, quienes respondieron una serie de preguntas, las mismas que constan en el Apéndice B.

Luego de las entrevistas y con los datos recolectados, se analiza la información para obtener resultados que permitan identificar problemas dentro de los procesos. En la Tabla 10 se resume la información obtenida, en donde se dará numeración a cada una de las respuestas de los participantes. Si el operador no identifica causantes de problemas se escribe el número "0", al contrario, si identifica un hecho o situación que promueva inconvenientes se colocará el número "1".

TABLA 10
CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DATOS DE PROBLEMAS

PREGUNTA	RESPUESTAS	TIPO	ENTREVISTADOS					TOTAL
			1	2	3	4	5	
CULTURA								
4	El jefe de Panadería indica que hacer dentro del proceso	RRHH	0	1	0	1	0	2
5	No se toma en cuenta mi decisión en desiciones del proceso	RRHH	0	1	1	0	1	3
6	Habilidades que poseo no utilizadas	RRHH	1	1	0	1	1	4
1	Poca comunicación entre operadores	PROCESO	0	0	0	1	1	2
2	Poca comunicación entre jefes y operadores	PROCESO	0	1	1	1	0	3
3	Desiciones tomadas no son en base a datos verificados	PROCESO	1	1	1	1	1	5
7	Poco entrenamiento y desarrollo e habilidades	DEFECTO	0	1	1	1	0	3
8	No a tiempo materias primas en procesos	ESPERA	1	1	1	0	0	3
PROCESO								
2	Producción en grandes cantidades y anticipadamente	SOBRE-PRODUCCIÓN	1	0	0	0	1	2
4	Hay reproceso de productos	PROCESO	1	1	1	1	1	5
5	Existen procesos defectuosos	PROCESO	1	1	1	1	1	5
1	Trajabo no equilibrado	ESPERA	0	1	1	1	1	4
6	Esperas largas por materias primas y aprobaciones	ESPERA	1	1	1	0	1	4
3	Mucho inventario entre estaciones de trabajo	INVENTARIO	0	0	1	1	0	2
8	Bodega de materias primas y utensilios lejos de áreas de trabajo	MOVIMIENTO	0	0	0	1	0	1
7	Mover producto requiere equipo y personal	TRANSPORTE	0	0	1	0	0	1
TECNOLOGÍA								
6	Bajo soporte financiero	RRHH	0	0	0	0	0	0
2	Uso de diferentes políticas y criterios de trabajo	PROCESO	0	0	0	0	0	0
1	Máquinas y equipos inutilizados por mal funcionamiento	ESPERA	1	0	0	1	0	2
3	Máquinas, equipos o utensilios siempre ocupados al momento de necesitarlos	ESPERA	0	0	1	0	1	2
5	Área de producción no recibe información a tiempo de otras áreas de trabajo	ESPERA	0	0	0	1	0	1
4	Espacio pequeño dentro de bodega de materias primas	INVENTARIO	0	0	0	1	0	1

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Una vez que se ha organizado y clasificado la información, se agrupan los datos y se cuenta el número total de veces que una categoría ha sido identificada por el operador en la entrevista. Para el análisis de

resultados se aplica la siguiente fórmula donde se obtiene el porcentaje del número total de veces identificada una categoría que genere inconvenientes:

$$\frac{(\text{TOTAL})}{(\text{PARTICIPANTES})(\text{RESPUESTAS})} * 100$$

En donde:

TOTAL= Número total de veces que se identificó una categoría,

PARTICIPANTES= Número de entrevistados.

RESPUESTAS= Número de respuestas que identifican una categoría. Tabla 10, columna llamada TIPO.

Si el porcentaje del número total de veces encontrado un problema es mayor o igual al 50%, se dice que es importante y de alta prioridad para su corrección. Ahora bien, si el porcentaje es menor al 50%, esta categoría es menos importante y de baja prioridad para eliminarla. A continuación se presenta la Tabla 11, con los resultados obtenidos en cuanto a los problemas expuestos en las encuestas realizadas:

TABLA 11
PORCENTAJES DE PRESENCIA DE PROBLEMAS

RESPUESTAS	PROBLEMAS	TOTAL	%
CULTURA			
1	RRHH	9	60
2	PROCESO	10	67
3	DEFECTO	3	60
4	ESPERA	3	60
PROCESO			
5	SOBRE-PRODUCCIÓN	2	40
6	PROCESO	10	100
7	ESPERA	8	80
8	INVENTARIO	2	40
9	MOVIMIENTO	1	20
10	TRANSPORTE	1	20
TECNOLOGÍA			
11	RRHH	0	0
12	PROCESO	0	0
13	ESPERA	5	33
14	INVENTARIO	1	20

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Luego de conocer las falencias de las áreas operativas dentro de Panadería, se establecerá la Metodología de las 5 S, para el mejoramiento de ellas en el siguiente capítulo.

3.1.2 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una forma especial de gráfico de barras verticales que separa los problemas muy importantes de los menos importantes, establece un orden de prioridades, utilizado para identificar y dar prioridad a los problemas más significativos de un proceso, que evalúa el comportamiento de un problema.

Se realizará el análisis de los procesos productivos con la finalidad de identificar un producto a mejorar dentro de Panadería. Para ello se buscan las causas principales de los problemas y se establecen prioridades de las soluciones mediante el diagrama de Pareto.

Se clasifican los datos según la demanda de producción de cada uno de los productos en el año 2009, para obtener el rango en cada categoría, lo que llevará a la organización de conclusiones, ya que permite identificar visualmente en una sola revisión los productos con mayor demanda, a los que es importante prestar

atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora y poder optimizar los esfuerzos.

Se analizó cada uno de los productos de Panadería (panes de mostrador e industriales) en base a demanda y desperdicios generados en el año 2009, en donde se obtuvo los siguientes resultados:

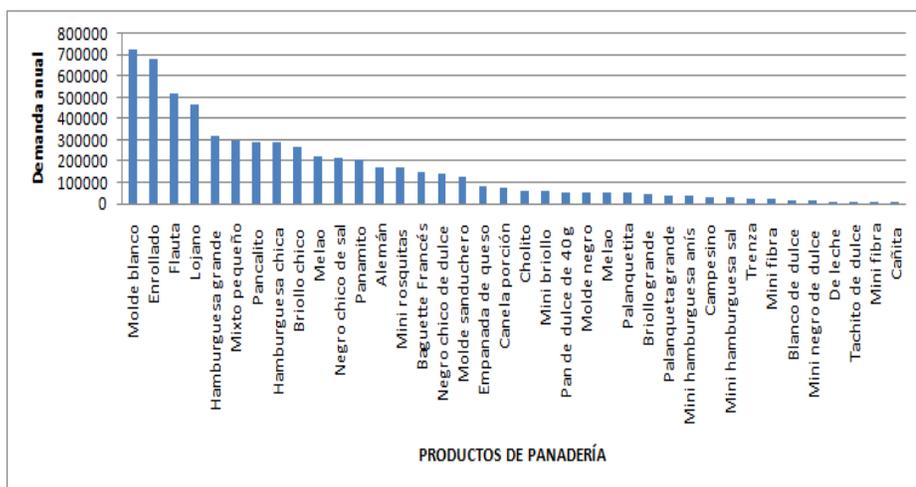


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE PARETO PARA DEMANDA

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

La producción de panes se manejaba de acuerdo a los pedidos generados diariamente en locales; por lo que, para análisis futuros se escogerá el producto de mayor acogida dentro del mercado.

Otro punto importante a evaluar es el nivel de desperdicios presente en los procesos operativos. Dicho factor será expuesto a continuación en el siguiente diagrama:

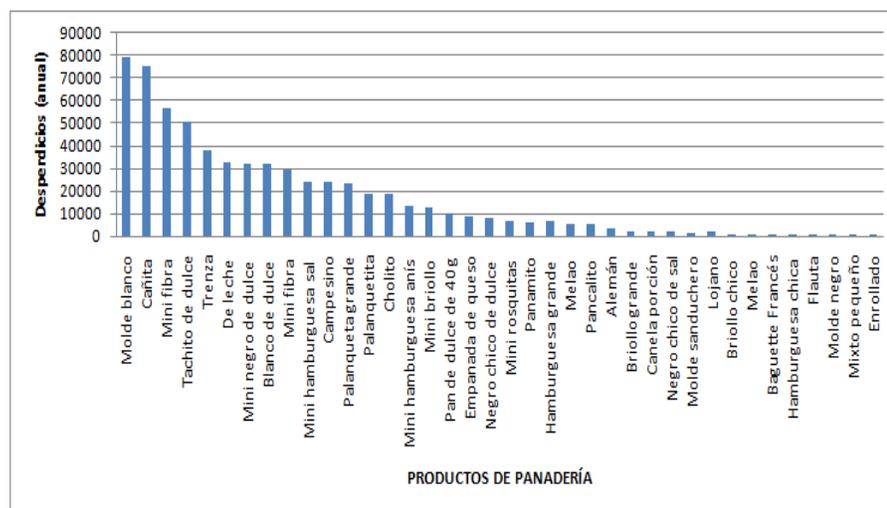


FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE PARETO PARA DESPERDICIOS

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Luego de conocer el nivel de desperdicios generados a lo largo de un periodo de tiempo, se analizará la manera de mejorarlo mediante las técnicas impuestas en este estudio.

3.1.3 Ishikawa

El 'Diagrama de Ishikawa', también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas que facilitan el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios.

Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la calidad de productos, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema.

A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común.

Para el desarrollo de este método se tomará en cuenta el porqué una alta demanda y generación de desperdicios, de los 3 primeros productos obtenidos en el diagrama de Pareto, y que se detalla en el Apéndice C.

3.2 Evaluación del procesos productivo de pan de molde

Luego de los análisis que se realizó, y de la presentación de una serie de causantes que interrumpen el correcto y normal desempeño de las operaciones productivas para elaborar productos de panificación, se toma al pan de molde como modelo de mejora ya que su proceso mejorado serviría como ejemplo para futuros cambios, no solo por ser el de mayor demanda, sino por contar con un número elevado de desperdicios, lo que genera pérdidas a la empresa. A más de esto se analizó los siguientes puntos:

- a) Jornadas de trabajo muy extensas
- b) Tiempo de vida útil corto en condiciones ambientales

3.2.1 Mapeo de la cadena de valor.

El desarrollo del mapeo de cadena de valor se lleva a cabo en el momento que se desee mejorar y mantener competitividad en el

mercado por parte de la empresa. En si el mapeo es una mejora continua que se hace, visualizando el estado actual de la empresa, analizando en que partes se requiere mejorar, resaltando el más mínimo detalle que involucre la elaboración de pan de molde. Entre los beneficios que se obtienen al establecer una mapeo de cadena de valor tenemos:

- Se visualiza el flujo que sigue la cadena de valor, ya que se plasman todas las operaciones para una mejor visión de los procesos que lleva la elaboración del producto.
- Al poseer una cadena de valor inicial se visualizan todos los datos proporcionados por el cliente y todos los materiales que intervienen en el proceso del mismo, obteniendo así un flujo de información claro y detallado.
- Teniendo todos los datos tal y como están actualmente, se visualizan las áreas de oportunidad para mejorar.

Para el estudio planteado se desarrolló el mapa de cadena de valor actual (Apéndice D), en donde se denota el flujo de las actividades y materiales involucrados en la elaboración de pan de molde como son:

- El tiempo de ciclo que es el resultado del tiempo de procesamiento (del inicio al fin del proceso), por cada parada de 203 unidades de pan de molde.
- Tiempo de inventario considerado como el tiempo existente entre cada una de las áreas de trabajo presentadas.
- El personal disponible en cada una de las operaciones.
- El tiempo empleado en cada trabajo y el número de turnos de labor.
- El porcentaje de utilización de equipos que sirve para conocer como está el funcionamiento de las máquinas.

3.3 Análisis de la situación actual

Luego del respectivo análisis y selección del proceso productivo a mejorar dentro de Panadería, y conociendo cada una de las actividades que constituyen una tarea en las áreas de trabajo se define al proceso de obtención de pan de molde como un sistema complejo ya que posee etapas que son concatenadas y secuenciales.

Por lo cual con la finalidad de lograr un mejor análisis, de las actividades del proceso se realizó una toma de tiempos por operación, que consiste en una serie de observaciones aleatorias para determinar un tiempo estimado por cada una y los causantes de las paras no programadas.

Dentro del Área de Panadería se trabajó desde la primera semana de noviembre hasta el mes de febrero, en un solo turno de 9 horas como mínimo, iniciando el primer turno su jornada laboral a las 7H00 hasta las 17H00. En cada área existen tareas definidas, las cuales detallaré a continuación:

TABLA 12
DEFINICIÓN DE OPERACIONES

	ACTIVIDAD	DETALLE DE ACTIVIDAD
1	RECEPCIÓN DE MP	To.- Descarga de la primera materia prima en bodega principal Colocar en la zona designada por producto Tf.- Colocación del ultimo producto en el área establecida
2	TRANSPORTE DE MP	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO
3	PESADO	To.-Tomar recipiente blanco Tarar peso del balde en balanza Pesar los ingredientes uno a uno en el recipiente tarado Tf.-Ubicar el recipiente en la zona de producto pesado
4	TRANSPORTE EN OLLA DE AMASADO	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO
5	PESADO DE HIELO Y HARINA	To.-Picar hielo Pesar en balanza el saco de hielo picado Pesar harina Tf.-Agregar ambos ingredientes a la olla de amasado
6	MEZCLADO DE INGREDIENTES EN LA OLLA DE MASADO	To.- Colocar ingredinetes del tacho blanco en olla de amasado Tf.- Inicio de amasado
7	AMASADO	To.- Se enciende amasadora en primera velocidad Tf.- Apagado de amasadora
8	TRANSPORTE AL ELEVADOR	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO
9	SISTEMA CONTINUO	To.- Elevación de olla de amasado División y boleado de masa Reposo de masa dividida Colocación de masa en moldes metálicos en banda transportadora Recepción de moldes metálicos por parte de un operador Tf.- Colocación de moldes en coche transportador
10	TRANSPORTE A LA CÁMARA DE	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO
11	FERMENTACIÓN	To.- Primer coche que ingresa a cámara de fermentación Tf.- Ultimo coche que sale de la cámara
12	TRANSPORTE AL HORNO	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO
13	HORNEADO	To.- Primer molde metálico que ingresa al horno Tf.- Ultimo molde recibido fuera del horno
14	DESMOLDE	To.-Primer molde metálico en desmoldar Tf.- Ultimo pan de molde colocado en percha de enfriamiento
15	TRANSPORTE AL ENFRIAMIENTO	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO
16	ENFRIAMIENTO	To.- Ingreso a la zona de enfriamiento Tf.- Primer molde que ingrese a rebanadora
17	REBANADO Y ENFUNDADO	To.- Ingreso a cuchillas de rebanado por medio de la banda transportadora Tf.- Ultimo molde enfundado colocado en percha de almacenamiento
18	TRANSPORTE A LA BODEGA DE	TIEMPO NO REPRESENTATIVO PARA LA TOMA DE TIEMPO

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Cálculo de tamaño de muestra para tiempos predeterminados

Durante la toma de tiempos se tomaron muestras (n) cuyo tamaño varió según la actividad, siendo el mínimo valor de 30 ya que este valor representa estadísticamente un valor significativo para un análisis de tiempos confiable. Para el cálculo de los 30 valores n se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\left(Z_{\frac{\alpha}{2}} \right)^2 * S^2}{e^2}$$

Donde:

e = Porcentaje de error (4%), multiplicado por el valor de la media

α = Porcentaje de confianza (95%)

$Z_{\alpha/2}$ = Factor de la tabla normal (1,96)

n = Tamaño de la muestra para tiempos predeterminados

Las 30 observaciones permiten tener una idea de los tiempos de cada actividad.

En el Apéndice E se muestran los valores recolectados, con lo cual se tendrá una idea de los tiempos por operación.

Con este valor inicial se calculará un número de observaciones mayor (N) que permitirán obtener de manera clara los tiempos promedio por operación a tomar en cuenta para determinar las distribuciones estadísticas de los tiempos de cada uno de los procesos de producción. En el Apéndice F se muestran dichos valores observados.

Diagrama de flujo pan de molde

A continuación se detalla cada una de las operaciones realizadas al momento de producir pan de molde mediante el siguiente diagrama de flujo, en donde no solo se toma en cuenta las operaciones en sí, sino los transportes que sufren cada una de las materias primas como instrumentos de trabajo:

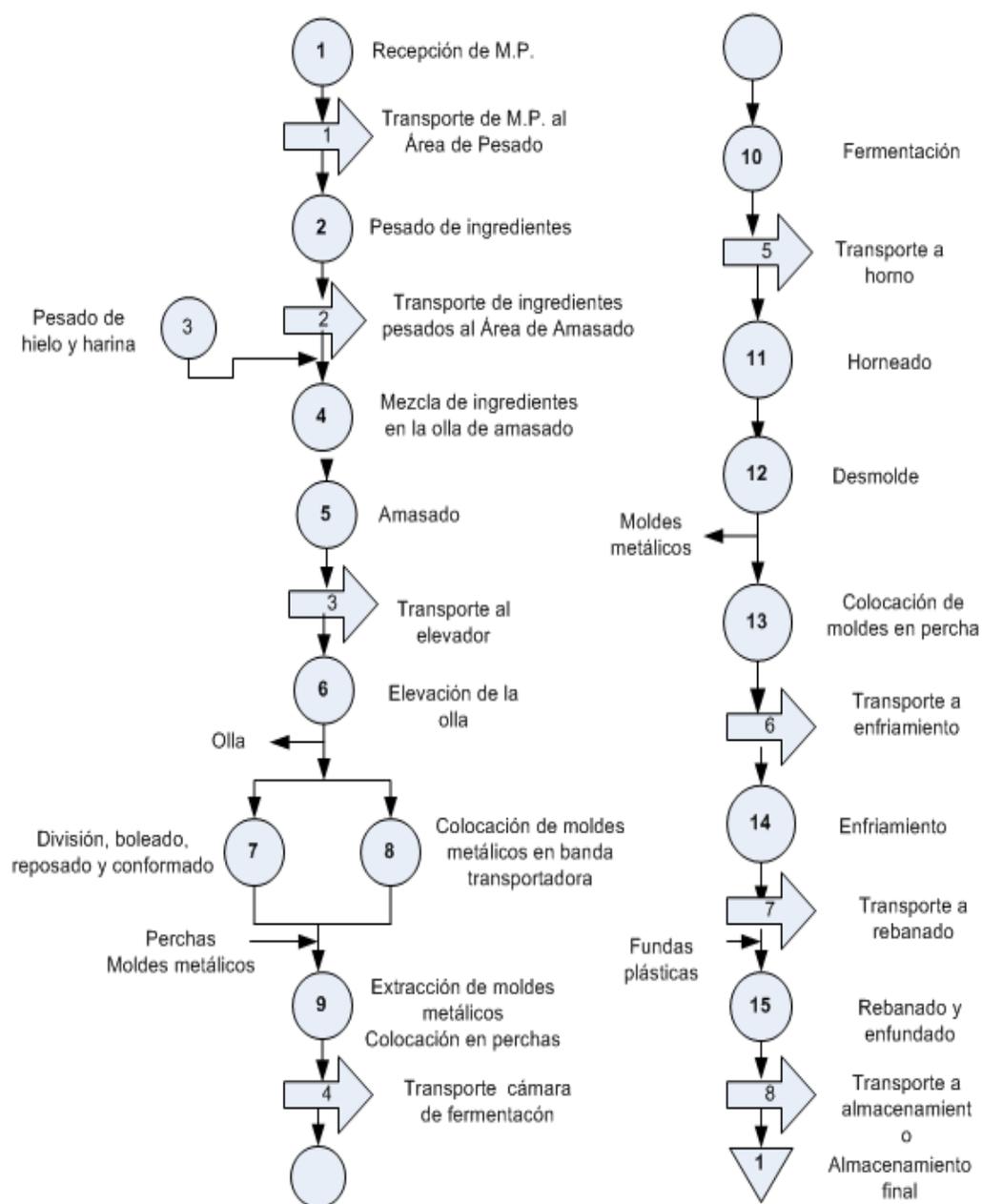


FIGURA 3.3 DIAGRAMA DE FLUJO PAN DE MOLDE

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Luego de conocer las operaciones involucradas se elabora el diagrama de recorrido, en donde se explica el recorrido que realizan los operadores a lo largo de la jornada de trabajo para procesar el número de paradas determinadas por día. Revisar Apéndice G.

3.4 Fase de estudio

En esta etapa se procede a plantear y decidir los distintos aspectos de la propuesta de mejora, una vez desarrollado el mapa de flujo de valor que sirve como fuente de información. Luego de analizar tiempos productivos y de espera, así como otros detalles dentro del mapa de la cadena de valor, se tomará en cuenta la reformulación del producto, ya que con un cambio no solo se mejora calidad sino se reducirían tiempos de operación.

En la actualidad la fórmula de pan de molde estipula la elaboración de una esponja previa a la mezcla de ingredientes. En el método de esponja y masa, la mayor acción fermentativa tiene lugar en un pre-fermento comúnmente denominado esponja. Más de la mitad (50%) de

la harina total de la masa se somete a la acción física, química y biológica de la fermentación activa. La esponja se combina luego con el resto de los ingredientes de la masa y recibe su desarrollo físico final durante la etapa de mezclado de la masa.

TABLA 13
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ELABORACIÓN DE ESPONJA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Existe un ahorro aproximado del 20% en levadura que se utiliza en comparación con la cantidad requerida para método de masa directa. 2. El pan posee un mayor volumen y una textura y grano deseable. 3. Este método proporciona mayor flexibilidad, ya que la esponja puede mantenerse por más tiempo sin afectar la calidad del producto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Presenta mayor costo de mano de obra, que resulta de tener que someter la masa a dos operaciones de mezclado. 2. Se generan costos adicionales derivados del consumo de energía, más desgaste de las maquinarias de mezclado y mayor pérdidas en la fermentación. 3. Menor productividad por mayor tiempo empleado. 4. Masa muy blanda.

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

El método de masa directa es el que se usará para la mejora tanto de los tiempos de producción como de la calidad de producto ya que es un

proceso de una sola etapa en el que todos los ingredientes se mezclan juntos en un solo lote. En este caso el mezclado es continuo hasta que la masa adquiera una apariencia suave y un carácter elástico óptimo. El orden en el que se añaden los ingredientes a la mezcladora en la masa directa puede variar dependiendo principalmente de las preferencias del operador individual.

TABLA 14
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ELABORACIÓN DE MASA DIRECTA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Menor tiempo de procesamiento. 2. Menores requerimientos de trabajo (mano de obra), energía y equipo. 3. Menor tiempo de fermentación. 4. Menor tiempo general de producción ya que tiempo de fermentación se reduce. 5. Menor margen de error al tener menos manipulación del producto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de flexibilidad. 2. El proceso requiere un tiempo fijo de fermentación y las masas obtenidas deben procesarse apenas estén listas. 3. No puede hacerse mucho para corregir una masa sobre fermentada en el caso de que se interrumpiera el proceso.

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Por lo antes expuesto, las corridas experimentales serán realizadas en base al cambio de fórmula de esponja a elaboración de masa directa.

Para una mejor visualización del trabajo realizado hasta este momento y con el fin de conocer como se llevará a cabo las pruebas experimentales dentro de Panadería, se detallan cada una de las actividades en la siguiente gráfica:

	NOVIEMBRE																												
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V									
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27									
TOMA DE TIEMPOS																													
Determinación de recursos																													
Recolección de tiempos de proceso																													
	DICIEMBRE																												
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	26	28									
Recolección de tiempos de proceso																													
	ENERO																												
	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29									
Recolección de tiempos de proceso																													
Evaluación de datos recolectados																													
	FEBRERO																												
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26									
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE 5 S																													
CORRIDA EXPERIMENTAL																													
CLASIFICACIÓN																													
Determinación de recursos																													
Inventario de elementos innecesarios																													
Evaluación																													
Organización de elementos innecesarios																													
ORDEN																													
Determinación de recursos																													
Determinación de áreas																													
Evaluación																													
LIMPIEZA																													
Limpezas profundas semanalmente																													
Implementación de formatos de limpieza																													
Revisión de hábitos de limpieza																													
Evaluación																													
	MARZO																												
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12																			
ESTANDARIZACIÓN																													
Asiganación de responsabilidades																													
Evaluación de las 5 S																													
AUTODISCIPLINA																													
Herramientas de promoción																													
Evaluación																													

FIGURA 3.4 CRONOGRAMA DE TRABAJO

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

3.5 Variables del proceso a medir

Dentro de las variables que estarán en estudio, para la mejora del proceso productivo para la obtención de pan de molde se tienen:

- Temperatura dentro de cámara de fermentación
- Temperatura de molde al final de horneado
- Peso final del producto
- pH final del molde

Para la inspección de las variables antes expuestas se tomó un número de muestras aleatorias, en este caso 15 observaciones, al cabo de 25 días, con la finalidad de generar Gráficas de Control, que permitan monitorear el proceso alcanzando la reducción de la variabilidad en un futuro. Dichas muestras fueron tomadas en el Turno 1 (mañana), contando de esta manera con 23 operadores, distribuidos a lo largo de las diferentes áreas de operación dentro de Panadería.

Un Gráfico de Control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso, permitiendo distinguir entre causas aleatorias y

específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.

Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso. Para este análisis se usará un Gráfico de Control X-S. Dentro de estos gráficos se calcularán valores tanto de media como de desviación estándar, utilizando las siguientes fórmulas:

TABLA 15
FÓRMULAS PARA ELABORAR GRÁFICOS DE CONTROL

Medidas de ajuste		Medidas de variabilidad	
Gran media		Desviación típica S	
$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m}$	Donde:	$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$	Donde:
	$\bar{\bar{X}}$ = promedio del proceso \bar{X} = promedio de cada subgrupo m = número de subgrupos		s = desviación estándar de cada uno de los subgrupos n = número de observaciones
Límites de control		Cálculo de los límites	
$LSC = \bar{\bar{X}} + A_1 \bar{S}$	Donde:	$LSC = B_4 \bar{S}$	Donde:
$LIC = \bar{\bar{X}} - A_1 \bar{S}$		$LC = \bar{S}$	
$\bar{S} = \frac{\sum S_i}{m}$		$LIC = B_3 \bar{S}$	
	A_1 = factor para límites de control \bar{S} = desviación estándar del proceso S = mediciones individuales		B3 y B4 = factores para límites de control
Revisar Apéndice I para la elaboración de Diagramas de Control			

Fuente: Iván Escalona Moreno, "Gráficos de Control", 2002.

3.6 Plan de trabajo

Gráfica de control para Temperatura dentro de cámara de fermentación

En la fermentación del pan la temperatura y el tiempo van a tener consecuencias positivas o negativas, dependiendo de las condiciones en que se lleve a cabo esta operación. Cuando la temperatura sobrepasa los 28° C la producción de ácido láctico y butírico es proporcional a medida que aumenta la temperatura.

Las reacciones enzimáticas que se producen en la masa son más activas a altas temperaturas, provocando un desarrollo de masa más débil y que el impulso del pan en el horno sea exagerado, obteniéndose panes de sabor insípido y con corto tiempo de vida útil. Sin embargo, si la fermentación se lleva a cabo a baja temperatura (26° C), la formación de ácido láctico y butírico es menor, esto conlleva que el pan fermente más lentamente pero a su vez con más cuerpo, las enzimas al ser menos activas no producen tanto volumen y el sabor del pan es más

intenso. A continuación se presenta en la Tabla 16 los datos que se obtuvieron a los largo del periodo establecido, en donde se registran temperaturas en °C dentro de la cámara de fermentación:

TABLA 16
TEMPERATURAS OBSERVADAS DENTRO DE CÁMARA DE FERMENTACIÓN

H	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	40,51	35,71	39,13	37,7	38,97	37,98	36,51	39,34	35,36	38,37	36,7	36,32	38,33	36,22	37,02	38,33	39,48	36,2	36,51	38,37	39,9	40,3	35,85	41,71	38,74
2	37,77	36,15	36,63	38,23	38,13	39,87	40,77	36,18	35,41	38,84	36,97	35,01	39,63	37,65	34,1	37,77	37,53	37,26	36,97	38,19	39,4	40,82	36,26	40,45	38,57
3	35,69	37,16	38,22	37,43	38,97	37,22	41,2	36,93	37,27	38,86	39,39	39,32	38,75	38,23	37	35,54	36,88	34,51	38,19	34,66	39,69	37,83	38,71	38,44	38,94
4	37,46	37,92	38,87	38,3	40,42	37,77	36,71	39,22	38,56	40,87	38,06	36,35	36,45	40,97	37,34	40,07	37,66	39,1	39,24	40,54	39,33	37,45	40,1	38,42	38,11
5	35,34	36,15	37,42	36,5	40,92	36,73	37,93	38,02	39,52	38,57	37,98	38,49	35,53	37,88	37,41	38,35	36,51	37,31	37,9	38,22	39,81	37,01	39,05	37,21	38,8
6	38,46	39,99	36,18	36,82	37,95	36,22	40,89	39,77	37,05	37,42	36,93	36,67	36,53	37,6	36,21	38,11	38,1	39,78	37,25	39,82	38,23	39,01	38,64	39,32	36,62
7	33,91	36,18	39,84	40,84	36,29	38,5	37,42	39,9	40,38	35,9	39,35	37,61	41,27	36,13	37,85	34,76	37,58	37,57	38,58	36,16	37,12	39,49	38,49	37,66	37,13
8	37,06	38,75	41,05	34,95	39,23	37,33	37,31	37,49	39,37	38,01	39,89	37,35	38,99	39,94	37,43	36,64	38,93	36,31	38,31	37,64	39,75	37,33	38,84	36,48	34,75
9	36,52	38,06	38,49	38,03	39,26	39,57	35,53	37,08	39,28	39,74	38,39	39,47	38	40,91	38,39	37,88	39,69	39,32	38,94	36,67	34,27	38,29	39,91	36,6	40,69
10	38,98	37,29	41,32	37,62	35,89	38,44	38,9	41,57	39,67	39,3	37,52	37,87	37,33	37,47	38,18	39,3	40,72	38,79	36,37	39,02	38,06	35,11	38,98	39,33	34,89
11	37,88	37,65	40,91	34,48	39,75	35,33	41,03	36,9	38,05	37,03	36,95	36,13	37,58	38,32	38,38	37,48	38,03	36,99	39,33	39,81	36,86	35,94	37,81	38,37	38,47
12	39,15	37,14	38,07	38,96	37,20	36,72	37,77	37,9	38,72	34,49	38,28	38,21	38,87	38,02	38,23	37,67	39,59	40,57	38,39	35,58	40,29	35,85	39,67	38,59	38,03
13	37,35	37,32	37,77	35,7	37,61	36,81	37,83	37,82	38,58	36,28	38,6	38,23	39,25	39,26	20,08	36,99	37,97	39,18	35,94	38,00	37,15	40,77	38,56	38,76	37,26
14	39,71	37,56	37,21	30,61	37,21	37,38	35,37	38,07	36,84	39,64	41,76	38,5	37,34	40,19	36,33	38,29	37,81	36,66	36,22	38,02	37,36	38,9	35,63	38,76	37,11
15	36,79	39,2	38,18	37,49	38,16	34,78	37,66	37,77	38,81	38,62	36,65	38,41	36,11	34,86	37,51	37,97	38,31	41,00	38,84	35,62	35,55	36,96	38,64	38,34	35,63
x	37,43	37,45	38,56	36,76	38,35	37,33	38,1	38,21	38,13	38,06	38,18	37,56	37,94	38,17	35,21	37,63	38,29	37,96	37,76	37,68	38,1	37,99	38,29	38,52	37,52
s	1,74	1,2	1,58	2,35	1,44	1,4	1,96	1,43	1,51	1,66	1,42	1,27	1,53	1,77	4,56	1,33	1,15	1,81	1,16	1,72	1,78	1,79	1,39	1,35	1,63

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Luego de obtener el número de observaciones dentro del turno 1, se trabaja con las fórmulas planteadas con anterioridad, para obtener los

valores tanto del límite superior como inferior, los mismos que serán comparados con los generados en Minitab. Revisar Apéndice L.

S	1,55
GRÁFICO DE VARIABILIDAD	
LSC	39
$\bar{\bar{X}}$	37,8
LIC	36,6
GRÁFICO DE CONTROL	
LSCS	2,44
S	1,55
LISC	0,66

Una vez que se estableció los límites de control, se analiza la Figura 3.5, en donde no se presenta ningún dato fuera de los rangos establecidos, lo que no significa que el proceso de pan de molde no tenga variabilidad.

Como se observa, las zonas marcadas con un círculo rojo, señalan anomalías ya que existe un cambio de nivel violento, en cuanto a la temperatura de cámara registrada en los días 4 y 15. Los valores de desviación estándar para cada uno de estos días son de 2,35 y 4,56 respectivamente, lo que resalta el incorrecto manejo de las válvulas de vapor por parte del trabajador asignado, ya que la desviación estándar promedio establecida es de 1,593. Según las observaciones de aquellos dos días se trabajó con respecto al personal, se encontró la novedad de

que el personal asignado esos días no estaba capacitado en cuanto al manejo de las válvulas, por lo que no se controlaba la temperatura, y se alargaba el tiempo de fermentación para el molde dentro de cámara. Este cambio de operador se dio por una mala organización y distribución de actividades.

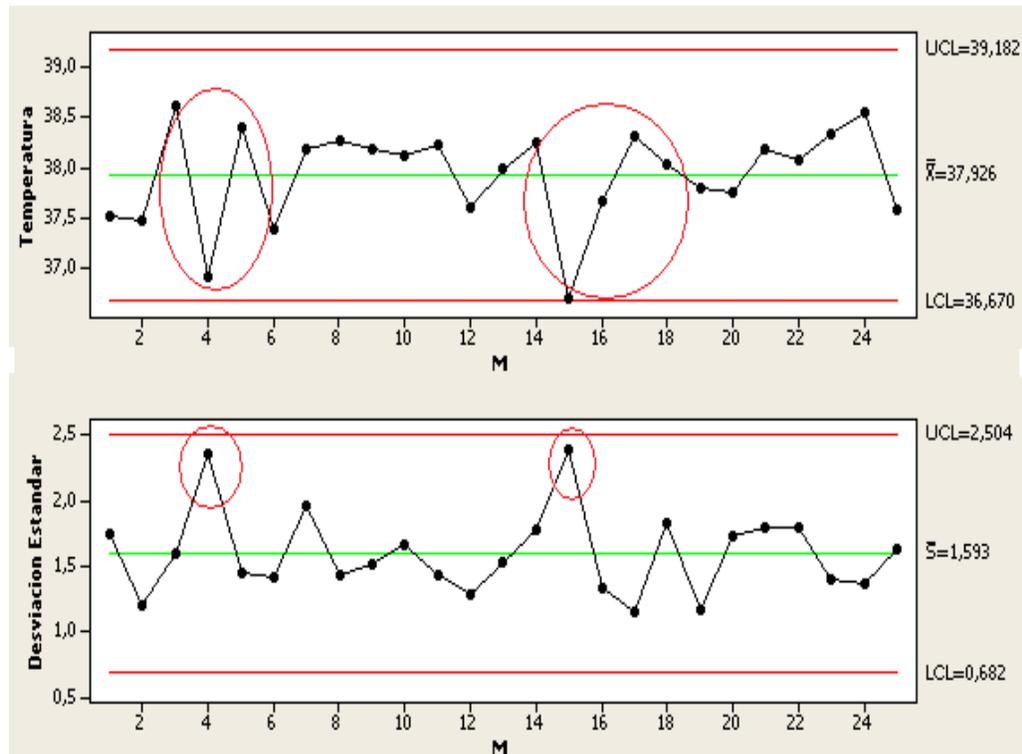


FIGURA 3.5 GRÁFICO DE CONTROL PARA TEMPERATURAS DENTRO DE CÁMARA DE FERMENTACIÓN

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Gráfica de control para Temperatura de molde recién salido del horno

Se conoce que el objetivo del horneado es cocer la masa, para así obtener un producto apetitoso y digerible. La temperatura adecuada para la cocción del pan está entre 190 °C y 270 °C. El tiempo de cocción estará determinado en función del tamaño del pan, así como por el grosor del molde metálico.

Pero, a modo orientativo, se puede decir que el tiempo de cocción óptimo de un pan de 900 g de masa, cocido en molde de 3 litros de capacidad, está entre 40 y 45 minutos, con una temperatura de horno entre 240 °C y 255 °C. La falta de cocción causa que las paredes laterales del pan se hundan, generando un defecto en el mismo.

En la Tabla 17 se muestra cada una de las temperaturas observadas una vez que el molde sale del horno.. El molde ingresa con una temperatura de 28 °C aproximadamente, esta irá aumentando hasta llegar a los 100 °C, en donde se elimina toda clase de agentes

patógenos. Una vez finalizado el horneado el molde presentará una temperatura interna entre 70 °C y 72 °C, según lo indicado por el fabricante del horno, siempre y cuando se ingresen los moldes de manera secuencial, sin paras y una vez que el horno indique la temperatura de trabajo establecida.

TABLA 17
TEMPERATURAS OBSERVADAS DE PRODUCTO RECIÉN SALIDO DEL HORNO

II	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	70,97	70,71	71,20	71,16	70,97	70,89	71,10	71,89	71,19	70,83	71,09	70,79	71,25	70,91	70,71	71,88	70,72	71,12	71,18	71,04	71,30	70,38	70,72	70,83	71,18
2	70,17	70,85	70,53	70,88	70,87	70,63	70,97	70,58	71,30	70,40	71,51	70,48	70,97	71,05	70,82	71,15	70,84	71,03	70,67	70,88	71,09	71,34	70,77	70,48	70,81
3	71,09	71,03	71,25	71,11	71,11	71,10	71,15	70,82	70,86	70,78	71,07	70,68	71,17	70,73	70,98	70,54	71,25	70,93	70,75	71,42	70,37	70,87	70,66	71,32	71,03
4	71,31	71,12	70,92	70,92	71,24	71,06	70,89	70,68	70,51	71,06	70,52	71,02	70,59	70,76	70,29	71,18	71,41	70,97	70,68	70,54	70,72	71,03	70,67	71,05	70,97
5	70,92	71,17	70,28	70,92	71,24	70,95	70,67	70,53	70,51	70,83	71,09	70,95	71,01	71,02	71,20	70,86	70,82	71,03	70,98	71,11	70,92	70,84	70,66	70,97	71,23
6	70,82	70,52	70,96	70,69	71,02	70,77	70,84	70,64	71,13	70,88	70,57	71,00	71,07	70,74	70,93	70,35	70,62	70,55	70,53	70,65	70,58	70,44	70,93	71,13	70,81
7	71,00	70,42	71,46	70,40	71,16	70,47	70,68	70,64	70,55	70,87	70,31	70,79	70,86	70,56	70,77	70,65	70,96	71,07	70,88	70,73	71,39	70,69	70,99	70,68	70,62
8	70,16	70,73	70,64	70,33	70,67	70,82	70,45	70,68	71,01	71,08	71,08	70,25	71,12	70,70	70,68	70,43	71,18	70,64	71,02	70,77	70,77	71,04	71,38	70,82	70,80
9	70,62	71,35	70,79	71,27	70,74	71,41	71,08	71,23	70,76	71,03	70,67	71,15	71,46	70,93	71,03	70,73	70,97	70,88	71,26	70,86	70,54	70,96	71,24	70,87	70,33
10	71,00	70,92	70,86	71,17	70,30	70,85	70,95	71,03	70,78	70,72	70,56	70,97	71,03	70,52	71,00	70,88	70,95	70,76	71,14	70,99	70,35	71,12	70,89	71,04	70,66
11	70,85	70,79	70,54	70,69	70,76	70,32	71,10	70,77	70,83	71,01	71,14	70,97	70,66	70,66	70,98	70,80	70,79	70,75	70,70	71,01	70,95	70,79	71,35	70,57	70,78
12	70,87	70,95	71,02	71,05	71,25	71,07	71,07	70,76	70,86	71,11	70,65	70,81	70,85	70,63	71,00	70,64	70,89	70,66	70,70	70,85	71,10	70,98	70,74	71,27	70,66
13	70,40	70,95	71,05	70,74	71,39	71,43	70,88	70,55	70,91	70,94	70,85	70,85	70,52	71,18	70,66	70,88	70,63	70,88	70,39	70,91	71,35	70,49	71,23	70,65	70,96
14	70,76	71,22	70,74	70,89	70,62	70,85	70,65	70,74	71,19	71,03	70,82	71,10	70,12	71,05	71,06	71,11	70,90	70,39	71,15	70,95	70,94	70,38	71,02	70,78	70,96
15	71,08	71,12	71,12	70,68	70,90	70,58	70,91	70,32	70,81	70,48	70,73	70,95	71,21	71,22	70,35	70,56	70,55	71,12	70,78	71,36	71,00	70,57	71,06	70,97	70,99
\bar{X}	70,80	70,92	70,89	70,86	70,95	70,88	70,89	70,78	70,88	70,87	70,84	70,85	70,93	70,84	70,83	70,84	70,90	70,85	70,85	70,94	70,89	70,79	70,95	70,89	70,85
s	0,33	0,26	0,31	0,28	0,30	0,31	0,20	0,33	0,25	0,21	0,32	0,24	0,34	0,22	0,26	0,38	0,24	0,22	0,26	0,24	0,33	0,29	0,26	0,24	0,23

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Al conocer los datos se calculan los límites tanto superior e inferior, para compararlos con los generados en Minitab,

\bar{s}	0,2664
GRÁFICO DE VARIABILIDAD	
LSC	71,077
$\bar{\bar{X}}$	70,871
LIC	70,665
GRÁFICO DE CONTROL	
LSCS	0,4188
S	0,2664
LISC	0,114

La Figura 3.6, muestra un proceso variable y sin puntos fuera de los límites de control establecidos. De acuerdo a las información obtenida del personal de esta área, la operación de horneado es bastante regular en cuanto al cumplimiento de las especificaciones establecidas por la empresa, lo que se refleja en la gráfica presentada, ya que no se registran anomalías y variaciones apremiantes en la misma. Si bien es cierto hay observaciones que generan picos más altos que otros, esto debido a que por falta de personal en otras áreas de trabajo y una mayor producción dentro de Panadería, el hornero debe ingresar los moldes metálicos antes de que el horno indique 240 °C, alcanzando así una temperatura fuera de horno mayor a 70 °C.

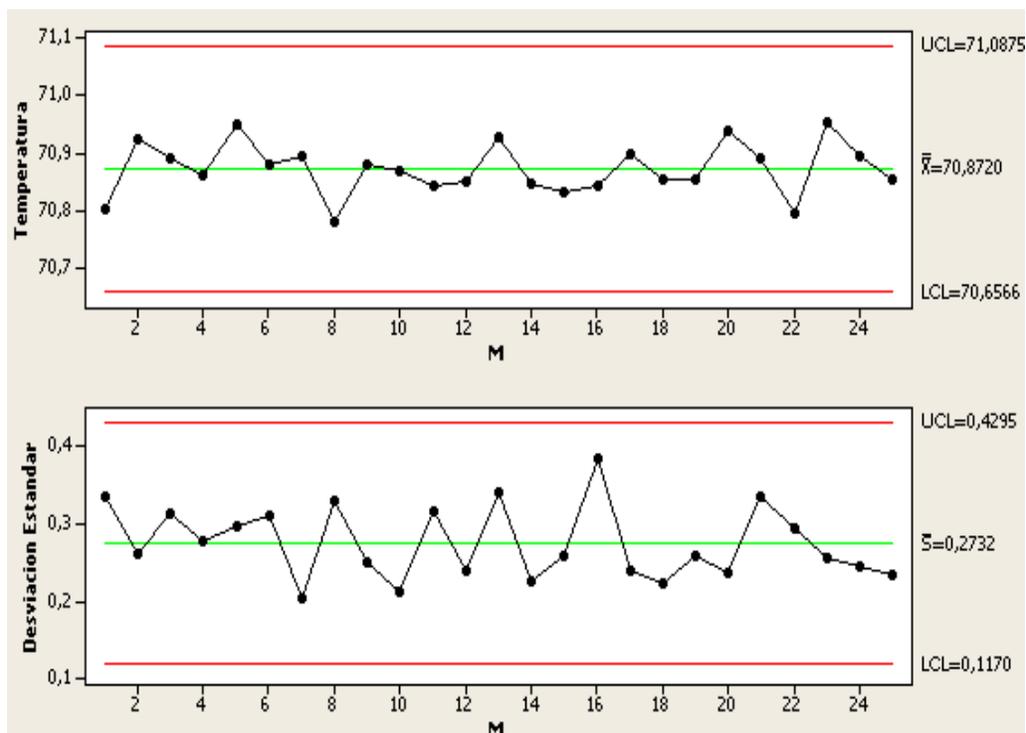


FIGURA 3.6 GRÁFICO DE CONTROL PARA TEMPERATURA DE PAN DE MOLDE RECIÉN SALIDO DEL HORNO

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Gráfica de control para peso final del molde

Entre los parámetros de calidad establecidos por la empresa para la obtención de pan de molde, se verifica lo que es el peso final del producto. Para dicho valor se trabaja con un peso por masa de 900

gramos, dentro del sistema continuo, de manera tal que dentro del horno y a temperatura de 240 °C, se obtenga una merma de humedad en el molde final de un 11%, teniendo como último peso 801 gramos aproximadamente, manejando un margen de error de ± 10 g. A continuación se presentan las observaciones registradas a lo largo de los 25 días de monitoreo en el turno de la mañana:

TABLA 18
OBSERVACIONES DE PESO FINAL EN GRAMOS DE PAN DE MOLDE

N	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	790,40	822,78	775,37	805,35	778,88	807,59	819,93	776,22	821,14	771,15	772,01	836,92	826,44	864,09	807,05	777,64	842,30	853,32	835,93	768,02	792,66	792,79	808,25	788,49	806,15
2	825,72	860,19	831,80	820,92	798,29	854,02	807,89	717,56	864,72	813,48	810,12	820,47	726,71	859,84	793,58	751,67	827,21	876,85	757,84	830,58	818,08	876,04	787,41	852,19	863,21
3	801,26	886,67	812,11	737,64	830,46	791,39	785,30	804,98	759,73	802,62	802,38	819,34	785,19	806,71	810,34	786,94	811,62	875,77	828,26	826,16	818,62	825,38	831,30	848,33	818,61
4	819,86	833,79	784,72	852,93	766,75	810,83	748,50	775,58	855,02	812,57	787,70	783,47	830,79	768,86	823,94	820,25	845,87	836,38	816,33	885,21	753,26	792,73	824,44	787,01	798,50
5	802,12	776,01	808,01	768,96	845,44	765,42	788,37	777,92	827,99	795,23	808,43	820,17	804,15	774,74	783,54	829,68	779,89	845,29	794,76	828,24	784,80	842,97	860,60	848,80	777,77
6	844,49	780,81	846,71	787,47	773,89	846,75	808,32	720,45	776,28	828,95	789,27	767,68	836,37	782,67	786,98	824,85	822,30	822,96	854,18	856,06	782,23	813,29	813,76	846,89	803,92
7	828,39	808,10	771,38	845,11	790,55	762,00	834,20	830,85	816,85	848,83	831,16	776,98	837,31	864,43	842,64	803,42	847,37	829,43	795,66	811,24	797,23	826,66	878,94	822,16	781,05
8	753,35	830,11	869,05	829,78	811,94	822,35	760,64	847,79	783,48	837,41	833,40	801,00	820,80	850,70	829,52	770,89	826,95	745,88	879,92	819,51	743,74	840,04	800,58	732,88	826,14
9	745,22	850,21	815,36	752,52	828,33	820,18	877,06	904,15	830,87	783,18	758,07	851,33	789,69	840,91	837,49	856,01	849,04	889,69	848,17	742,96	781,13	818,95	825,73	758,20	821,12
10	772,23	815,76	807,43	803,63	816,98	813,99	807,10	818,30	779,51	857,91	805,42	843,96	826,64	805,59	849,58	790,49	799,20	801,14	828,01	819,36	821,17	816,54	844,44	791,07	731,29
11	768,80	808,48	842,25	829,58	730,49	815,40	813,87	763,11	847,46	856,18	797,59	835,00	829,31	804,78	844,10	822,57	805,71	822,07	774,84	844,73	785,50	788,29	777,76	856,20	766,25
12	876,21	824,76	873,58	780,42	808,92	828,17	820,55	784,03	773,87	862,95	780,39	878,10	804,92	801,25	837,86	821,82	818,05	760,47	779,65	728,16	818,34	764,49	836,95	799,14	782,88
13	767,96	800,26	841,58	796,14	805,33	866,85	810,49	784,37	777,77	760,49	793,01	840,37	811,23	779,00	827,88	850,74	847,57	810,26	811,39	865,64	762,91	752,31	853,34	778,27	863,48
14	813,60	814,92	816,20	825,39	767,28	823,51	757,76	789,82	862,95	786,70	830,58	777,87	835,36	830,36	788,98	761,04	871,80	868,66	805,88	818,42	804,02	813,94	840,30	823,96	762,17
15	797,61	812,66	813,92	825,25	793,85	837,72	819,30	900,47	783,94	809,99	839,80	808,23	813,74	802,85	756,88	796,62	789,28	729,23	780,80	804,69	847,22	851,05	788,66	847,97	827,95
\bar{X}	799,01	820,78	819,57	802,74	795,43	816,76	802,72	796,36	809,26	813,95	800,54	816,25	810,90	814,51	813,80	803,16	824,87	821,71	811,49	814,42	793,13	813,14	823,88	810,33	800,47
s	35,74	28,64	30,61	33,56	29,78	29,09	32,61	54,30	36,32	32,69	25,25	31,57	28,71	33,51	27,60	31,41	25,49	48,63	33,53	42,83	28,13	32,60	28,96	38,80	36,56

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Una vez presentados los datos del periodo de análisis, se calculan los límites de control de acuerdo a las fórmulas establecidas:

\bar{S}	32,4098
GRÁFICO DE VARIABILIDAD	
LSC	834,983
$\bar{\bar{X}}$	809,866
LIC	784,748
GRÁFICO DE CONTROL	
LSCS	834,983
S	809,866
LISC	784,748

Al ingresar las observaciones en Minitab, se obtiene una gráfica variable con un punto fuera del límite superior establecido, a más de ciertos picos con cambios bruscos. El proceso presenta una variabilidad un tanto descontrolada, ya que los pesos registrados, solo en ciertos días, se acerca a lo establecido por el Departamento de Calidad. Esto debido a que dentro del sistema continuo, el sensor que indica el peso de las masas no está funcionando correctamente según personal de mantenimiento de la empresa, por lo que se hace necesario tener un operador en esta parte para que visualmente y según su experiencia analice el peso de los moldes y los envíe de manera manual a la sección de boleado y reposo, lo que genera inconvenientes ya que al

tener grandes producciones, o no colocar al operador para que inspeccione, o que la persona encargada en ese momento no cuente con la suficiente experiencia como para detectar alguna anomalía con respecto al peso de las masas. Este problema se visualiza a lo largo del diagrama ya que no se tiene un gráfico regular. La rotación de personal en cuanto a la inspección visual y la falta de mantenimiento de la maquinaria hacen que este parámetro se encuentre fuera de control.

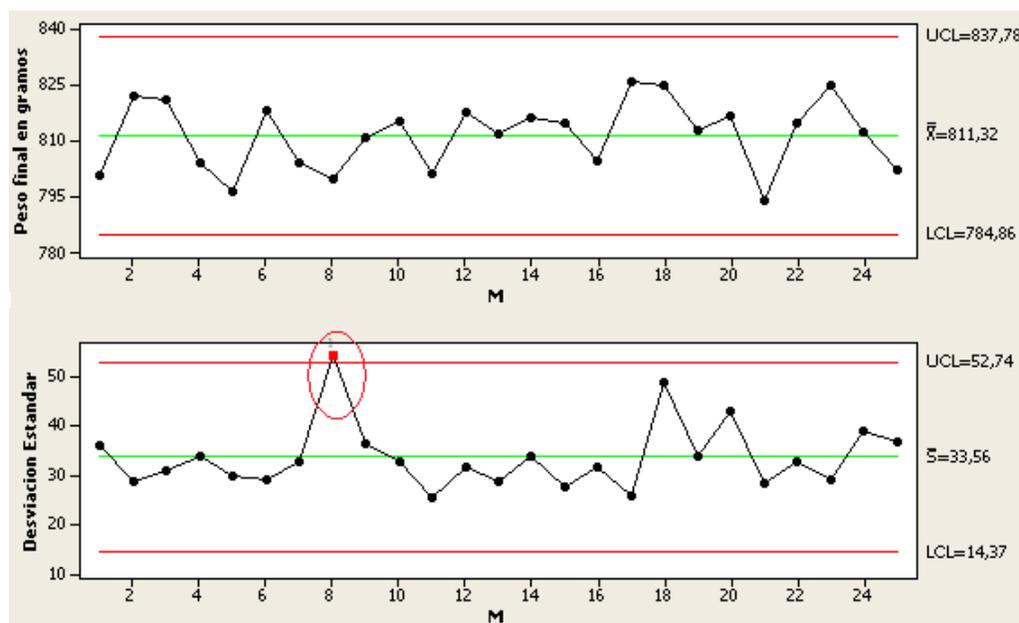


FIGURA 3.7 GRÁFICO DE CONTROL PARA PESO FINAL EN GRAMOS DE PAN DE MOLDE

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Gráfica de control para pH final de pan de molde

Existen factores de toda índole que influyen en el deterioro de los productos de panadería, de los que se debe destacar la acidez asociada al pH.

El pH es muy importante para controlar la descomposición microbiana en los productos de panificación, que tienen dos componentes principales, grasas y almidón. Las grasas pueden degradarse fundamentalmente por hidrólisis y posterior degradación de los ácidos grasos a glicerol y mezclas de ácidos grasos que producen enranciamiento y amargor. El almidón y, en general, los carbohidratos, pueden descomponerse por hidrólisis o por fermentación a ácidos orgánicos, anhídrido carbónico y alcohol, produciendo un sabor agrio o acidificado.

El pH del pan con valores entre 5,7 y 5,9 o superiores, facilita la proliferación microbiana. La reducción del pH por fermentación

prolongada o por la adición de algunos reguladores influye en un tiempo mayor de conservación con un producto más fresco, ya que al reducir este factor, el pan se vuelve reseco y desagradable. En la Tabla 19 se presentan los valores de pH conseguidos a lo largo del período de análisis:

TABLA 19
OBSERVACIONES DE PH FINAL DE PAN DE MOLDE

N	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	5,09	5,33	5,12	5,08	5,42	5,50	5,45	5,47	5,38	5,56	5,44	5,52	5,02	5,09	4,97	5,21	5,28	5,53	5,30	5,46	4,92	5,15	5,46	5,76	5,31
2	5,26	5,41	5,27	5,32	5,28	5,63	5,47	5,15	5,47	5,14	5,27	5,29	5,10	5,32	4,88	5,35	5,47	5,25	5,34	5,51	4,98	5,24	5,04	5,06	5,15
3	5,44	5,12	5,12	5,43	4,94	5,40	5,28	5,02	5,18	5,08	5,37	5,38	5,61	5,12	5,62	4,84	5,51	5,49	4,95	5,14	5,26	5,45	5,17	4,84	5,24
4	5,62	5,53	5,09	4,80	5,15	5,18	5,39	5,06	5,31	5,06	5,16	5,35	5,18	5,39	5,32	4,98	5,17	5,20	5,26	5,41	4,87	5,28	5,31	5,38	5,80
5	5,23	5,32	5,17	5,20	5,26	5,27	5,16	5,43	5,35	5,52	5,43	5,56	5,16	5,15	5,49	5,06	4,99	5,25	5,39	5,32	5,32	5,31	5,34	5,61	5,35
6	5,48	5,51	5,29	5,32	5,09	5,37	5,01	5,23	5,29	5,34	5,30	5,41	5,33	5,32	5,58	5,23	5,04	5,22	5,29	5,11	5,57	5,32	5,51	5,36	5,36
7	4,81	5,27	5,32	4,83	5,47	5,22	5,33	5,18	5,56	5,51	5,33	5,21	5,06	4,95	5,55	5,52	5,56	5,33	5,23	5,35	5,34	5,73	5,36	5,15	5,50
8	5,46	4,94	5,39	5,11	5,28	5,25	5,49	5,37	5,28	5,09	5,26	5,05	4,99	5,39	5,53	5,60	5,08	5,18	5,29	5,24	5,35	5,27	5,15	5,45	5,23
9	5,23	5,49	5,17	5,60	5,17	5,68	5,06	5,57	4,82	5,54	5,86	5,25	5,23	5,12	5,35	5,04	5,31	5,48	5,30	5,46	5,69	5,83	5,48	5,62	5,24
10	5,28	5,45	4,85	5,59	5,12	5,74	5,75	5,09	5,20	5,41	5,52	5,45	5,30	5,34	5,13	5,45	5,19	5,00	5,32	5,47	5,26	5,17	5,44	4,98	5,57
11	5,12	5,34	5,36	5,14	5,34	5,34	5,36	5,71	5,37	5,08	5,28	5,42	4,94	5,79	5,56	5,40	5,40	4,71	4,93	5,23	5,34	5,06	5,28	5,36	5,62
12	5,12	5,38	4,89	5,45	5,75	5,56	5,02	5,34	5,62	5,19	5,14	5,19	5,44	5,62	5,15	5,46	5,19	5,04	5,33	5,31	5,27	5,28	5,47	5,30	5,04
13	5,61	5,49	5,38	5,07	5,30	4,80	5,10	5,17	5,46	5,22	5,03	5,44	5,36	5,04	5,12	5,12	4,95	5,08	5,52	5,28	5,42	5,75	5,30	5,70	5,47
14	5,28	5,07	5,34	5,12	5,41	4,88	5,44	5,50	4,93	4,94	4,96	5,68	5,21	5,37	5,22	5,57	4,84	5,42	5,26	5,29	5,35	5,42	5,21	5,34	5,63
15	5,19	5,21	5,19	5,24	5,17	5,22	5,45	5,35	5,23	5,25	5,44	5,16	5,43	5,63	5,37	5,17	5,47	5,21	5,09	5,25	5,29	5,09	5,45	5,11	5,07
\bar{X}	5,27	5,32	5,19	5,21	5,27	5,32	5,31	5,30	5,29	5,25	5,31	5,35	5,22	5,30	5,30	5,26	5,21	5,22	5,25	5,32	5,27	5,35	5,33	5,32	5,36
s	0,21	0,18	0,17	0,24	0,19	0,27	0,21	0,20	0,21	0,20	0,22	0,17	0,19	0,24	0,27	0,23	0,25	0,21	0,16	0,12	0,22	0,24	0,14	0,27	0,22

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Una vez encontrados los valores de pH en las muestras obtenidas, se calculan los límites de control, presentados a continuación:

\bar{S}	0,2011
GRÁFICO DE VARIABILIDAD	
LSC	5,4393
$\bar{\bar{X}}$	5,2834
LIC	5,1276
GRÁFICO DE CONTROL	
LSCS	0,3162
S	0,2011
LISC	0,0861

La Figura 3.8 muestra el gráfico de control obtenido con las observaciones registradas. Según la gráfica el proceso es bastante variable y posee puntos con ciertas anomalías, como por ejemplo los datos generados desde el subgrupo 14 al 18, en donde se muestra una subida apresurada de los valores de desviación estándar, demostrando así la inconsistencia de la fórmula establecidas.

Al revisar la información generada por los operadores del área de pesado, se detectó que al momento de pesar las materias primas, ellos manejaban márgenes de error amplios en cuanto a los modificadores de pH, generando cambios abrumadores en la formulación de cada una de las paradas de producción de pan de molde.

Si bien es cierto los valores de pH presentados están bajo los límites de riesgo para la proliferación microbiana, no se descarta el hecho de

que dentro de la bodega de devoluciones, existe un número considerable de producto en mal estado, debido a las variaciones de pH demostradas con anterioridad.

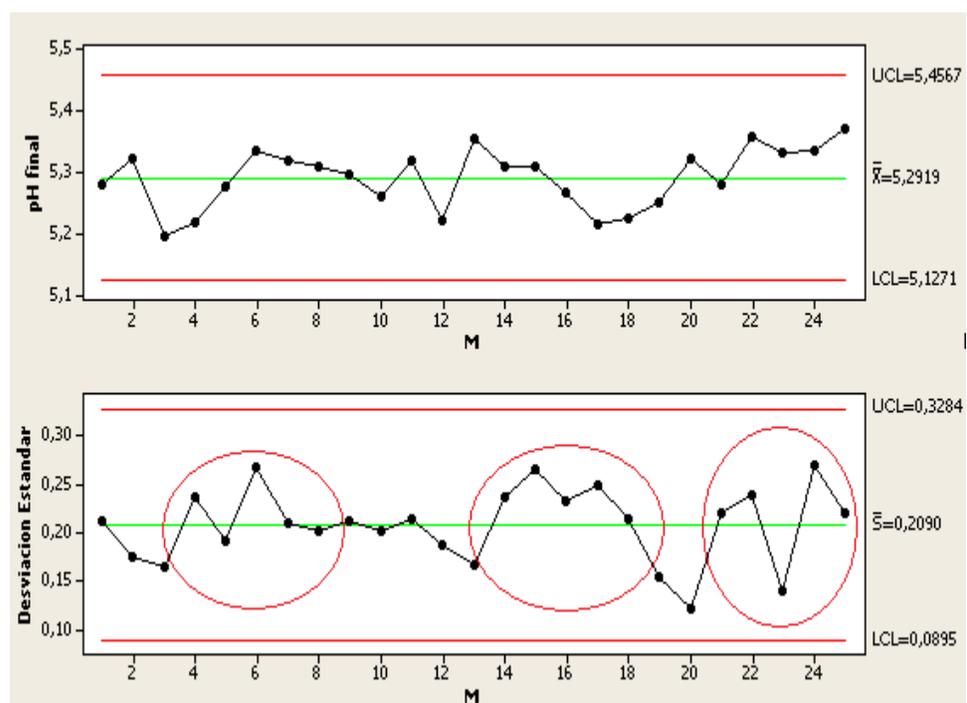


FIGURA 3.8 GRÁFICO DE CONTROL PARA PH FINAL DEL MOLDE

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

CAPÍTULO 4

4. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5 S

4.1. Plan de acción

4.1.1 Separar/Clasificar

Es la primera de las 5 fases. Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos. Conforme se acumulen elementos innecesarios se generan problemas tales como la falta de espacio dentro de las áreas, obstaculización del paso y transporte de productos o materias primas entre otros.

Una buena clasificación nos permite aprovechar lugares despejados y la jerarquización del material de trabajo conduce lógicamente a Seiton (Orden). En la siguiente gráfica se detallan

los criterios para poder clasificar los materiales, herramientas y equipos necesarios y los innecesarios.



FIGURA 4.1 CRITERIOS DE SEPARACIÓN

Fuente: “Manual de implementación de las 5S”, 2004.

Es importante la participación de todo el personal ya que la idea en la empresa es obtener mejoras mediante técnicas de Producción Esbelta, en cada una de sus áreas.

Ya con los criterios establecidos se procede a realizar un inventario físico de las existencias dentro de las zonas de trabajo

para producción de pan de molde que a continuación se detalla en la Tabla 20.

TABLA 20
ORGANIZACIÓN DE MATERIALES INNECESARIOS

ÁREA	ELEMENTO INNECESARIO	CANTIDAD
Recepción de materia prima	Gavetas plásticas	2
	Pallets de madera	3
Pesado de ingredientes	Espátulas	1
	Baldes blancos plásticos	5
	Charolas plásticas	6
	Refrigerador vertical	1
	Andamio	1
	Soporte para computadora	1
Amasado	Soporte para computadora	1
Horneado	Baldes plásticos	4
	Moldes metálicos medianos	20
Enfriamiento	Mesas de trabajo	2
	Rebanadora y selladora mediana Glimex	1
	Gavetas caladas plásticas	15

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Una vez despejadas las zonas de todo lo innecesario, es decir sólo queda lo que se debe utilizar en el proceso productivo se comienza con la segunda S. En la Figura 4.2 se muestra uno de los equipos innecesarios que fueron separados de la zona de

enfriamiento, la Rebanadora y selladora mediana Glimek, la misma que por su mal estado no ha sido utilizada durante aproximadamente un año.

Los equipos y materiales innecesarios se trasladaron a otras plazas de producción donde si se le dio el uso respectivo evitando así la acumulación de instrumentos no utilizados en áreas de trabajo.



FIGURA 4.2 FOTO REBANADORA Y SELLADORA MEDIANA GLIMEK

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

4.1.2 Ordenar

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, pero a menudo, el más simple es: Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar. En la siguiente tabla basada en el criterio de Organización, se indica el criterio a utilizar para el planteamiento de este segundo pilar:

TABLA 21
CRITERIOS DE ORGANIZACIÓN

Frecuencia de uso	Donde guardar
En todo momento	Junto a la persona
Varias veces al día	Cerca de la persona
Varias veces por semana, algunas veces al mes	Cercano al área de trabajo: estantes, armarios, áreas predeterminadas
Algunas veces al año	Bodega o archivo del área
Esporádica	Bodega o archivo central

Fuente: “Manual de implementación de las 5S”, 2004.

En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

Las normas de Seiton son:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pesados fáciles de coger o sobre un soporte).
- Definir las reglas de ordenamiento.
- Hacer obvia la colocación de los objetos.
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario.
- Clasificar los objetos por orden de utilización.
- Estandarizar los puestos de trabajo.
- Favorecer el 'FIFO'.

Para llevar a cabo la organización de las áreas de trabajo dentro de Panadería se plantearon las siguientes estrategias las cuales deben tomarse en cuenta al momento de implementar esta metodología:

- Estrategia de pintura:** Se reúne a los jefes de área y se determina un presupuesto para la compra de materiales como pinturas, cintas y brochas que permitan delimitar áreas

dentro de la planta. Se colocará líneas divisorias alrededor de las máquinas, los casilleros, mesas, escritorios, espacios para colocar los desperdicios, etc., de acuerdo al siguiente criterio:

TABLA 22

LÍNEAS DIVISORIAS DENTRO DE ESTRATEGIA DE PINTURA

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	COLOR	ANCHURA (cm)	COMENTARIO
Suelos	Área de operación	Verde		
	Pasillo	Naranja		Fluorescente
	Área de descanso	Azul		
Líneas	Líneas divisoria de áreas	Amarillo	10	Línea continua
	Líneas de entradas y salidas	Amarillo	10	Línea discontinua
	Líneas de áreas batidas por puertas	Amarillo	10	Línea discontinua
	Líneas de dirección	Amarillo		Flecha
	Marcas de lugares (materiales en proceso)	Blanco	5	Línea continua
	Marcas de lugares (operaciones)	Blanco	5	Línea ppara esquinas
	Marcas de lugares (ceniceros, etc.)	Blanco	5	Línea discontinua
	Marcas de lugares (artículos defectuosos)	Rojo	3	Línea continua

Fuente: Manual “Modelo para Mejorar Sistemas de Producción Industriales”, 2003.

- **Estrategia de letreros:** Será necesario implementar esta estrategia para identificar un lugar para cada cosa. Además, de marcar las secciones de las máquinas y áreas inseguras presentes se colocarán letreros que informen el lugar correspondiente para cada uno de los utensilios de trabajo.

A pesar de que el personal de planta muestra predisposición al cambio, notamos que aún existen falencias. Se les pregunta acerca de las razones del por qué no alcanzan su objetivo en cuanto a organización, llegando al punto de que se les ha infundido a lo largo de estos años de trabajo la idea de que no pueden hacer o decir algo contrario en el momento de que la orden es producir sin detenerse.

Para poder resolver este dilema se realizó una serie de reuniones con los departamentos de producción, calidad y financiero, en donde se les explica que si no se considera esta herramienta no podemos avanzar con el planteamiento de mejora futura.

Dentro de los logros obtenidos se puede indicar que antes de aplicar este punto, no se tenía un área de enfriamiento determinada para pan de molde, ya que una vez horneado los moldes, estos se colocaban de manera aleatoria y desordenada, en zonas libres de mesas de trabajo, por lo que se dificultaba de cierto modo el paso y traslado de producto así como los movimientos del personal de planta. En la figura a continuación se evidencia lo antes mencionado y el problema que constituía.



FIGURA 4.3 FOTOS ANTES DE LA ZONA DE ENFRIAMIENTO

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Después de realizar la corrección y determinar áreas y formas para enfriar el producto, se reunió al personal de producción para indicarles la necesidad de establecer zonas en donde el producto llegue a temperatura de enfundado de manera rápida y segura.

En la figura 4.4 se evidencia que el personal operativo de Panadería está colaborando con el correcto funcionamiento de este segundo pilar.



**FIGURA 4.4 FOTO DESPUÉS DE LA ORGANIZACIÓN
DENTRO DEL ÁREA ENFRIAMIENTO**

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

4.1.3 Limpiar

Una vez que el espacio de trabajo está despejado (Seiri) y ordenado (Seiton), es mucho más fácil limpiarlo (Seisō). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria. Las normas para el Seisō son:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías.
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones.
- Facilitar la limpieza y la inspección.
- Eliminar la anomalía en origen.

Se estableció una rutina de control y limpieza donde, se empleó un formato para la inspección del aseo de la planta. Con este

En la aplicación de esta S debe tratar de encontrarse la fuente de suciedad para evitar su generación. Las tareas de mantenimiento deben tener un orden o prioridad; si se las puede arreglar deberán ser hechas por el personal de planta de caso contrario serán enviadas al personal de mantenimiento.

El éxito radica en idear métodos o estrategias que eliminen las fuentes de desperdicios, para lo que no se requiere estrictamente de técnicas de limpieza sino de organizar y planificar las actividades por área, las que serán dadas a conocer a todo el personal.

Como punto de partida para manejar este pilar, se trabajó con la limpieza del área de amasado, aprovechando la limpieza general de las ollas al momento en que se realiza el cambio de producto. Esta actividad no lleva más de 15 minutos de trabajo. Asimismo, fue importante decidir el responsable de la limpieza por turno. En la Figura 4.5 se demuestra el estado de los pisos y ollas de amasado luego de cambio de producto.



FIGURA 4.5 FOTO ANTES DE LIMPIEZA ÁREA DE AMASADO

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Unos de los objetivos de este proyecto es disminuir el desaseo y posibles focos infecciosos para las masas y productos en proceso o terminado dentro de la planta.



FIGURA 4.6 FOTO DESPUÉS DE LIMPIEZA ÁREA DE AMASADO

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

4.1.4 Estandarizar/Control visual

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

A menudo el sistema de las 5S se aplica sólo puntualmente. Seiketsu (Estandarizar) recuerda que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para lograrlo es importante crear estándares. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas: cantidades mínimas, identificación de las zonas
- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.

Esta parte encierra la definición de estándares de los procesos claves de Panadería. Para controlar cada uno de los pilares que

conforman las 5 S, se empleó un Formato de Evaluación, en donde se analizan puntos específicos y que se detallan en el Apéndice H.

Luego de la evaluación a cada una de las S en el área de Panadería, se presentan los resultados conseguidos de dicho análisis, en donde se observa una puntuación de 86 sobre 260, correspondientes al 33,08 %.

TABLA 24
FORMATO PARA INSPECCIÓN DE LIMPIEZA

CATEGORÍA	PUNTOS OBTENIDOS	PUNTUACIÓN MÁXIMA	%
Clasificación	11	50	22
Ordenamiento	20	50	40
Limpieza	23	50	46
Estandarización	20	50	40
Autodisciplina	15	60	25
TOTAL	89	260	34,23076923

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Analizando la tabla observamos que en lo que es limpieza se obtuvo una puntuación de 23 lo que corresponde al 46 %, siendo el valor más alto de las 5 S, esto debido al seguimiento constante por parte del jefe de calidad en cuanto al aseo de cada zona de producción.

El valor más bajo obtenido pertenece a la clasificación, con un puntaje de 11 lo que corresponde al 22 %, debido a que dentro de las áreas de trabajo aún se conservan materiales y equipos innecesarios que obstruyen el desarrollo de las actividades diarias.

El orden y la estandarización obtuvieron una calificación de 20, lo que corresponde a un 40 %, dando a conocer que el trabajo que se está realizando es superficial y que la falta de hábito aún está reinando en las áreas de labor. En cuanto a la autodisciplina, se detecto que no es constante, ya que se llevan controles medianamente buenos, al no tener localizadas de manera óptima las áreas productivas.

Para el desarrollo de este punto dentro de las 5 S se establecen parámetros de trabajo, los que permitirán una clara inspección de cada uno de los procesos existentes. Dentro de las medidas establecidas se presentan las siguientes:

TABLA 25
PARÁMETROS DE CALIDAD PARA PAN DE MOLDE

PARÁMETRO A MEDIR	MINIMA	MAXIMA
°T dentro de cámara de fermentación	28 °C	32 °C
°T del molde fuera del horno	70 °C	72 °C
Peso final	791 gramos	811 gramos
pH en producto final	---	5,9

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Por otro lado, se tomará en cuenta la altura a la cual se forma la cintura del molde, la cual se desarrolla dentro del horno en los 15 primeros minutos a una temperatura promedio de 220 °C.

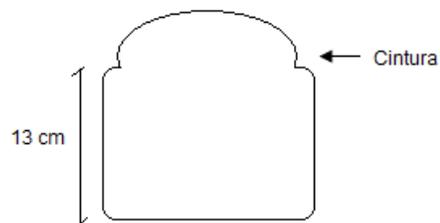


FIGURA 4.7 MEDIDA DE CINTURA ESTABLECIDA

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Esta medida de cintura se la toma en cuenta para un óptimo proceso de empaquetado, ya que al tener cinturas con mayor altura, el producto no entraría en las fundas de empaque diseñadas, obteniendo un alto número de producto no conforme.

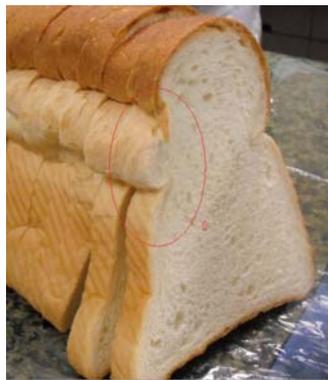


FIGURA 4.8 FOTO DE MOLDE RECHAZADO POR DESPERFECTO CON MEDIDA DE CINTURA

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

4.1.5 Autodisciplina

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema 5S. Si se aplica sin el rigor necesario, éste pierde toda su eficacia. A manera de promover la disciplina del esquema de trabajo planteado se sugieren evaluaciones

semanales en primera instancia para afianzar cada uno de los puntos tratados. Luego de que se tenga dominada la situación y que el personal tanto de planta como administrativo este seguro y sea consecuente con las metas a lograr dentro de la empresa, se realizarán evaluaciones mensualmente. Para el mejor manejo de este pilar se vio la necesidad de establecer los siguientes puntos:

- Establecer actas de reuniones, en donde se dejará constancia de cada una de ellas y de los temas a tratar en las mismas.
- Elaborar procedimientos de limpieza de superficies, equipos, maquinarias entre otros, para hacer cumplir el aseo en cada área de trabajo.
- Realizar un formato de evaluación de la Metodología de las 5 S, con el mismo que se llegará a la mejora continua, al poseer una implementación eficiente del sistema.
- Definir planes de acción luego de cada una de las evaluaciones realizadas, para de esta manera arremeter contra cada una de a las fuentes de problemas.

CAPÍTULO 5

5. EXPERIMENTACIÓN

5.1. Corrida experimental de implementación

Se recrearon los procesos establecidos en capítulos anteriores, dentro de cada una de las estaciones de trabajo de Panadería. Dichas áreas de operación serán mejoradas de acuerdo a lo establecido en la Metodología de las 5 S. Estas pruebas se realizaron en la segunda semana de febrero del 2010, en donde se laboró en un solo turno, el que iniciaba a las 7H00 y concluía a las 18H00, durante 25 días.

Para estas corridas experimentales se aplicaron cada uno de los detalles y puntos expuestos dentro de la metodología, obteniendo tiempos por proceso mejorados, los mismos que se exponen en el Apéndice J.

Se analizaron los parámetros tanto de temperaturas así como de peso y pH, establecidos con anterioridad, obteniendo resultados que se presentan en las siguientes gráficas de control, con las que se evidencia aún que el factor humano sigue siendo limitado, debido al poco cambio de personas en las áreas.

Temperatura dentro de cámara de fermentación

De acuerdo a técnicas de elaboración de pan tenemos que temperaturas superiores a 29 °C dan como resultado, panes resacos que se endurecen muy pronto y que presentan miga abierta. Temperaturas menores a 29 °C dan panes con buena humedad, sabor, así como buena estructura y color de miga.

Dentro de la mejora planteada, no solo se verificó trabajo y desempeño de operadores, sino que se trató con personal de mantenimiento para que dentro de la cámara de leudo, el vapor este entre 28 y 32 °C. A continuación se presentan las observaciones en cuanto a la temperatura en cámara

TABLA 26
OBSERVACIONES DE TEMPERATURAS DENTRO DE CÁMARA DE LEUDO DURANTE LA MEJORA

N	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	30,44	29,95	29,57	28,73	29,81	27,93	28,07	28,15	29,14	30,58	29,81	28,76	26,74	29,61	28,08	29,71	29,34	29,43	28,44	30,38	28,70	27,75	27,45	30,02	30,53
2	29,76	28,96	30,34	29,03	29,07	29,79	30,12	27,25	29,83	28,13	29,42	29,40	29,89	28,83	29,29	28,36	28,95	30,17	29,11	29,44	30,10	27,85	28,13	29,08	28,41
3	28,58	30,49	29,16	29,37	27,99	29,49	29,71	28,27	28,61	29,40	26,86	28,55	27,70	29,04	29,68	29,50	28,78	29,07	29,40	28,72	28,98	29,89	29,92	27,94	28,94
4	29,09	28,58	29,58	30,08	29,68	28,96	28,52	28,51	28,11	28,40	28,41	28,21	30,24	29,33	29,31	29,24	29,93	28,19	30,73	29,91	28,54	27,78	29,20	28,29	28,19
5	28,18	27,70	29,35	28,02	29,42	27,98	27,39	30,01	28,50	28,00	27,92	29,76	29,26	28,42	28,79	29,62	27,74	29,71	28,01	27,83	28,95	28,90	27,99	28,57	30,66
6	30,38	28,91	28,03	28,59	27,94	28,41	28,45	28,78	29,06	29,80	29,93	29,33	28,49	27,19	29,66	28,14	29,07	29,70	29,75	27,77	28,91	28,66	28,12	28,56	30,51
7	30,18	28,52	28,60	28,88	27,76	26,71	28,04	30,86	28,19	28,85	28,40	29,61	28,74	28,73	29,27	30,90	29,15	27,95	28,84	29,71	28,32	30,03	28,98	28,42	28,03
8	29,29	27,94	27,40	29,02	28,22	30,82	29,30	29,62	30,02	26,65	27,27	29,73	29,72	27,94	29,53	29,72	29,48	28,16	30,17	29,21	28,55	30,57	27,55	28,82	28,90
9	27,89	28,63	29,12	28,58	27,00	29,74	30,14	28,64	29,58	27,99	28,71	28,17	27,31	28,02	29,62	28,33	27,76	27,88	28,94	28,50	28,33	28,33	29,46	28,05	27,60
10	27,83	29,92	29,20	28,72	29,28	29,09	27,96	29,29	28,88	28,13	29,67	27,34	30,08	28,29	29,11	28,56	29,04	27,75	28,89	27,55	29,45	28,81	29,37	30,00	29,13
11	29,89	28,56	29,16	28,81	28,33	28,67	29,41	28,04	29,87	28,69	29,53	27,86	29,39	27,84	28,43	28,75	28,93	27,81	28,72	29,70	28,62	29,10	27,79	28,65	28,89
12	29,53	28,63	29,14	28,60	28,72	30,56	29,43	28,72	29,07	29,31	29,14	28,26	28,05	29,22	27,06	28,91	27,82	29,68	28,34	27,59	28,01	29,54	30,33	28,93	27,65
13	28,48	27,82	29,26	30,97	30,60	28,44	29,07	27,97	27,78	27,87	28,48	29,49	28,52	28,25	29,46	27,97	31,72	28,05	30,18	29,30	30,08	30,58	30,56	28,69	28,60
14	28,83	30,24	29,86	29,58	29,05	29,30	28,66	29,89	28,98	27,62	27,22	29,36	27,76	28,30	27,21	28,90	31,63	29,60	30,11	28,52	29,27	26,36	27,91	28,73	30,75
15	29,01	28,22	30,21	29,82	28,44	29,41	29,75	28,59	28,80	29,91	29,97	29,32	27,49	29,26	29,27	28,18	29,37	27,91	29,26	29,79	30,40	28,51	28,98	28,77	30,04
\bar{x}	29,13	28,85	29,18	29,10	28,73	28,98	28,91	28,81	28,95	28,59	28,68	28,86	28,58	28,54	28,89	28,97	29,20	28,71	29,24	28,90	29,00	28,80	28,75	28,76	29,08
s	0,87	0,88	0,76	0,74	0,93	1,06	0,85	0,94	0,67	1,03	1,04	0,76	1,10	0,67	0,85	0,80	1,18	0,89	0,79	0,93	0,71	1,16	1,01	0,59	1,11

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Una vez ingresados los datos en Minitab, se generan gráficas de variabilidad y de desviación estándar, las que muestran un movimiento variable sin puntos fuera de los límites planteados. Luego de las mejoras planteadas, el proceso no es del todo perfecto, ya que hay cosas que toman tiempo erradicar, como la cultura implantada a lo largo del tiempo en cada uno de los operadores, sin embargo la mejora

se demuestra al tener valores cercanos a la desviación estándar del proceso en general.

Cabe destacar que uno de los cambios importantes para la mejora tanto del tiempo de fermentación como la temperatura de leudo dentro de cámara, estuvo en el cambio de fórmula, ya que se dejó de trabajar con esponja, y se utilizó el método de elaboración de levadura líquida antes indicado.

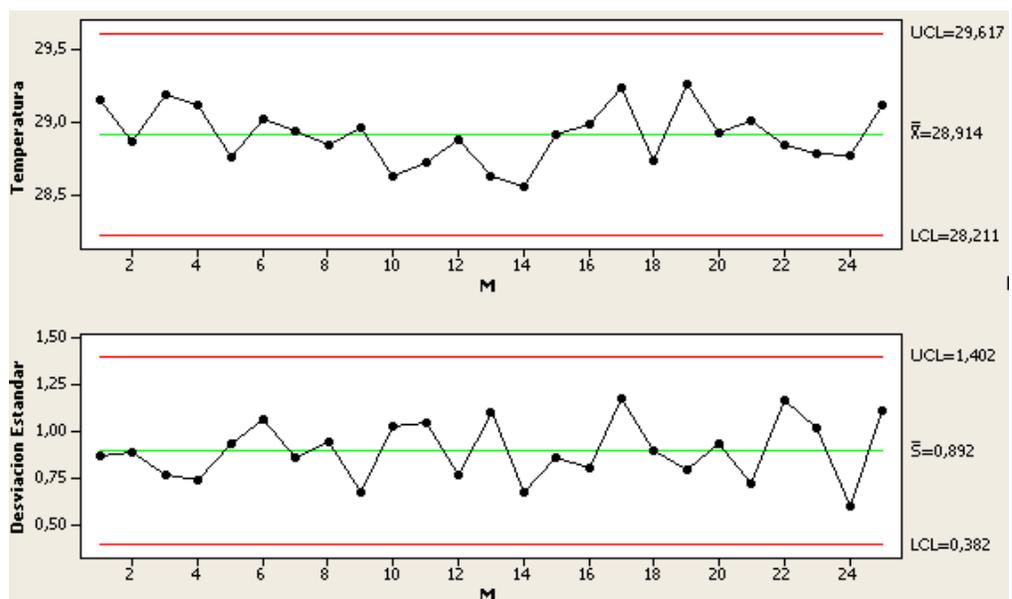


FIGURA 5.1 GRÁFICO DE CONTROL PARA TEMPERATURAS EN CÁMARA DE LEUDO DURANTE MEJORAS

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Temperatura de molde recién salido del horno

Básicamente en este punto no se realizó cambio significativo alguno, ya que este parámetro estaba controlado bastante bien desde el inicio de las mejoras. Se dictaron charlas para los operadores del área de horneado, en las que se aclararon las operaciones a cumplir por cada uno de ellos, resaltando la importancia de no dejar sus áreas de trabajo asignadas. En la tabla a continuación se presentan los datos observados en este periodo de prueba:

TABLA 27

OBSERVACIONES DE TEMPERATURAS DENTRO DE CÁMARA DE LEUDO DURANTE MEJORAS

N	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	70,27	71,84	70,20	70,85	70,90	70,87	71,26	70,52	71,04	71,30	70,55	70,79	70,81	70,69	71,17	71,07	70,66	71,12	70,69	70,97	70,88	71,14	70,63	71,04	71,17
2	70,38	71,05	70,65	70,65	71,21	70,89	71,34	70,52	70,86	70,53	70,75	71,06	70,63	70,58	70,67	70,71	70,73	70,28	70,94	71,53	70,77	70,81	71,19	70,79	70,89
3	70,62	70,49	70,02	71,43	70,45	70,86	71,02	70,82	70,72	70,65	70,07	70,71	70,68	71,12	71,37	71,07	70,51	71,01	71,04	70,51	71,43	70,54	70,87	71,47	70,69
4	70,63	70,90	71,01	71,54	70,94	70,60	70,92	70,15	71,43	71,30	70,18	71,19	70,52	71,06	70,55	70,91	70,92	71,09	71,36	71,04	70,46	70,53	70,51	71,14	71,03
5	70,77	71,18	70,59	71,01	70,54	71,14	70,62	71,17	70,64	71,19	71,24	71,13	70,83	71,00	70,99	70,48	70,75	71,38	70,57	71,01	71,22	70,57	70,98	70,83	71,35
6	71,36	71,19	70,96	71,00	71,16	71,02	70,48	70,82	70,73	71,23	70,10	70,83	70,88	71,16	71,08	70,57	70,69	70,90	70,57	70,30	70,37	70,53	71,27	70,85	71,04
7	70,91	70,88	71,06	71,11	69,73	71,04	70,73	70,54	70,82	71,23	71,04	71,28	70,78	70,61	70,50	70,67	70,86	71,29	70,07	71,04	70,44	70,95	70,55	71,01	70,52
8	70,86	71,10	70,81	70,61	70,91	70,49	70,72	70,71	70,74	70,90	71,07	70,61	70,49	70,63	70,55	71,35	70,71	70,68	70,86	71,06	71,26	70,98	70,82	70,97	71,13
9	71,08	71,74	71,01	70,81	70,77	71,16	70,82	70,76	70,85	70,77	71,04	71,13	70,55	70,74	70,94	71,05	70,92	70,88	70,67	70,47	71,22	71,52	71,27	70,97	70,91
10	70,52	70,71	70,82	70,92	70,64	71,08	70,67	70,91	70,60	70,62	70,80	70,91	70,49	70,75	71,12	70,62	70,73	70,83	70,70	70,31	70,56	71,05	70,73	71,07	70,55
11	71,28	70,45	70,83	70,94	70,94	70,96	70,46	70,91	71,12	70,53	71,20	70,89	70,52	70,38	70,26	71,15	71,08	70,61	70,45	71,48	70,74	71,07	71,08	70,28	70,41
12	71,38	70,84	70,91	71,27	71,04	71,37	70,48	70,87	70,96	70,79	70,61	70,94	70,79	70,68	70,77	70,84	70,33	71,26	71,21	70,90	71,04	70,88	70,63	70,77	71,40
13	70,84	70,84	70,16	71,13	71,04	71,17	70,90	70,82	70,71	71,30	70,96	70,97	71,03	71,22	70,70	70,94	71,20	71,18	71,23	70,19	71,11	71,05	71,25	71,17	70,96
14	70,61	71,02	71,14	70,63	70,99	71,17	70,50	70,83	70,99	70,79	70,49	70,27	71,13	70,57	70,75	71,25	71,05	70,93	71,09	71,21	70,52	70,76	71,32	70,39	71,48
15	70,70	71,09	71,22	70,87	71,27	70,35	71,35	70,79	70,79	70,79	71,22	70,96	70,54	70,68	70,66	70,85	70,75	71,04	70,60	70,59	70,62	71,15	71,09	70,79	70,71
\bar{x}	70,81	71,02	70,77	70,98	70,83	70,84	70,82	70,74	70,87	70,93	70,75	70,91	70,71	70,79	70,80	70,90	70,79	70,96	70,80	70,84	70,84	70,89	70,84	70,90	70,95
s	0,34	0,38	0,37	0,28	0,38	0,28	0,31	0,23	0,21	0,30	0,41	0,25	0,20	0,25	0,30	0,26	0,22	0,29	0,35	0,42	0,35	0,29	0,29	0,30	0,33

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Una vez que se conocen los datos con respecto a las temperaturas de los moldes luego del horneado, se visualiza en la gráfica que el proceso en si continua variable, sin puntos extremadamente alarmantes. Se destaca la importancia de continuar con capacitaciones para los operadores, ya que esto colaborará en el entendimiento de cada uno de los procedimientos planteados.

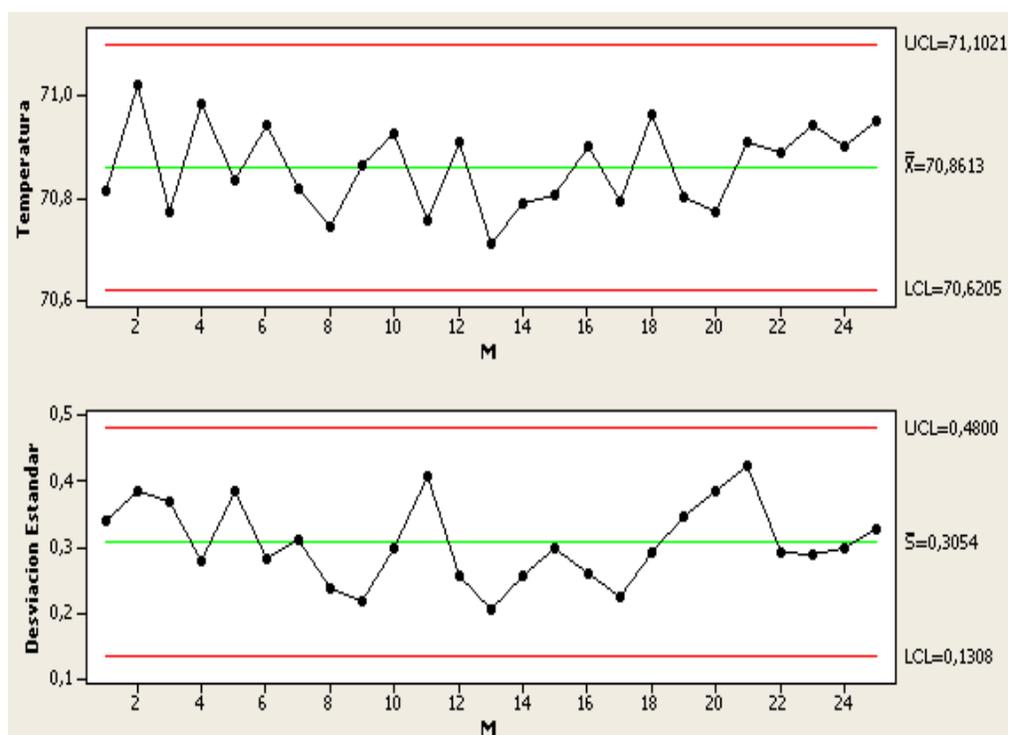


FIGURA 5.2 GRÁFICO DE CONTROL PARA TEMPERATURAS DE MOLDES LUEGO DE HORNEADO

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Peso final del molde

Para regularizar este parámetro, se trabajó directamente con el personal del sistema continuo, evitando la rotación de ellos y estableciendo encargados para cada operación. En la Tabla 28 se demuestran los datos obtenidos en los diferentes muestreos y se constata valores poco variables, lo que refleja que los ajustes realizados a la fórmula en conjunto con las capacitaciones brindadas al personal, promueven mejoras.

**TABLA 28
OBSERVACIONES DE PESOS FINALES DURANTE LA MEJORA**

N	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	791.97	820.81	793.94	817.24	775.20	801.44	804.16	806.75	783.28	771.65	796.03	796.90	812.58	814.89	790.72	814.47	802.35	786.89	798.27	802.62	795.18	800.57	793.83	800.40	794.41
2	785.51	811.48	802.96	810.96	808.55	789.80	800.30	801.53	811.93	790.37	816.85	783.66	801.47	809.05	780.78	779.65	802.41	824.13	800.27	797.09	819.53	813.24	810.16	800.11	774.87
3	789.11	809.09	816.47	799.79	796.24	798.55	781.68	795.00	811.25	801.22	806.63	790.16	799.10	798.60	809.10	776.00	792.83	810.95	769.34	791.48	798.39	804.64	796.72	784.24	793.55
4	804.94	805.51	777.93	813.44	809.82	798.39	791.62	799.59	787.42	803.54	775.10	797.56	822.48	793.47	798.18	792.09	792.53	796.73	797.44	798.08	811.97	827.35	790.47	785.99	799.36
5	810.51	784.98	793.69	814.07	802.82	806.87	800.29	801.27	757.99	792.91	826.88	807.43	815.14	818.95	791.06	801.93	800.61	795.25	794.97	799.10	803.66	801.06	794.27	816.62	805.77
6	794.19	788.34	791.10	810.12	775.16	792.97	796.66	805.74	781.45	809.07	801.17	781.51	782.37	798.82	784.90	784.34	806.54	810.53	789.73	812.52	799.36	795.15	814.92	791.47	823.11
7	793.66	793.58	778.81	810.96	802.94	812.58	787.07	796.45	804.02	800.15	800.28	799.95	813.58	807.53	805.41	801.01	826.87	803.15	815.17	787.57	812.25	808.11	806.03	787.79	807.50
8	788.66	788.70	819.07	799.90	796.88	807.77	807.72	821.10	796.63	792.16	822.63	802.81	795.91	787.83	783.27	823.85	788.07	818.35	791.86	816.88	782.71	809.87	796.05	812.55	809.89
9	775.76	782.91	795.94	803.38	794.50	788.00	776.32	802.11	784.99	780.25	792.94	805.39	822.25	812.22	793.13	822.73	805.76	829.59	790.17	784.12	785.47	825.79	817.90	795.54	791.81
10	799.84	780.89	817.54	814.15	796.11	788.14	827.54	789.19	817.30	809.81	807.39	808.57	791.67	807.85	779.49	805.79	819.56	795.49	784.53	802.18	801.67	801.02	778.55	828.88	803.64
11	810.09	797.67	797.78	804.93	802.26	820.35	812.49	801.57	797.79	800.57	785.23	797.63	788.12	789.33	776.07	793.99	791.74	797.53	788.37	781.46	796.50	801.80	805.39	792.05	808.37
12	795.21	822.05	803.97	770.04	796.86	813.05	810.18	794.92	777.92	788.41	809.49	805.21	807.81	791.31	798.23	798.77	785.56	816.24	802.06	817.91	806.04	803.60	796.30	799.50	798.23
13	796.66	831.19	820.12	820.23	813.63	793.93	776.43	811.66	791.61	805.25	801.94	811.66	801.65	815.67	806.10	787.68	823.31	804.73	796.02	801.75	787.89	792.79	768.64	797.48	782.88
14	814.71	809.70	785.67	798.21	807.96	791.06	805.40	799.87	809.79	804.30	808.26	789.63	804.27	811.82	821.95	788.11	775.15	812.85	767.74	804.87	795.66	814.14	804.20	805.12	779.82
15	813.91	810.64	794.92	798.99	797.89	808.26	788.70	800.26	803.44	796.32	822.28	799.53	795.15	799.85	787.72	814.84	810.00	794.89	805.12	810.42	792.35	783.09	782.98	803.09	788.47
\bar{X}	797.50	802.22	799.12	805.58	798.31	800.62	796.14	801.73	794.15	796.26	804.64	798.55	803.40	803.69	793.55	798.75	801.31	806.31	792.55	800.39	799.12	805.32	796.88	799.89	797.24
s	11.28	15.68	13.90	12.15	11.09	10.25	16.07	7.57	15.98	10.66	14.21	8.97	12.04	10.29	12.77	15.04	14.50	12.29	12.38	11.15	10.32	11.66	13.46	12.13	12.87

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

A su vez se realizaron ajustes dentro del sistema continuo, para de esta manera obtener pesos más cercanos a lo establecido. La Figura 5.2 presenta los límites establecidos y la variabilidad del proceso que se obtuvo luego de los avances realizados. Los puntos obtenidos están dentro de los límites pero aun así faltan mejoras que implementar, todo esto dependerá de la aceptación de la nueva cultura de trabajo y la revisión continua de la tecnología utilizada. Cabe destacar que los límites se van cerrando y la desviación estándar es más pequeña, lo que resalta un mejor manejo el proceso.

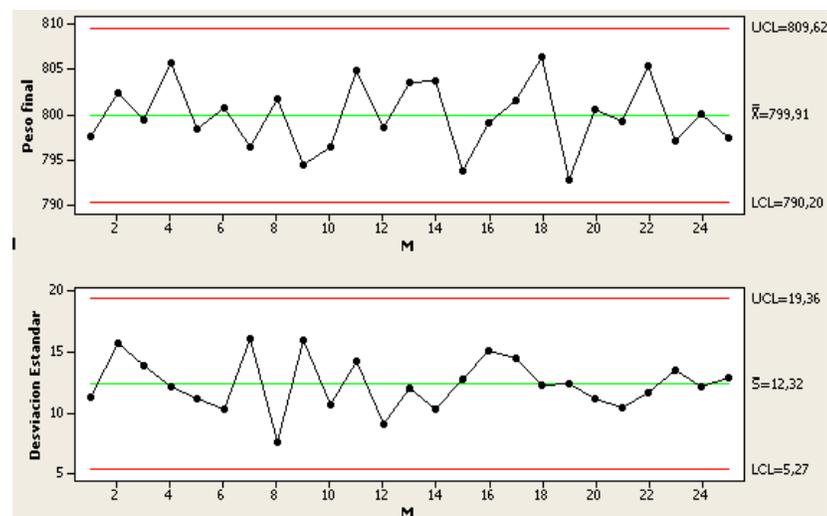


FIGURA 5.3 GRÁFICO DE CONTROL PARA PESOS FINALES DE MOLDES MIENTRAS SE REALIZAN MEJORAS

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

pH final de pan de molde

Uno de los parámetros más importantes de seguimiento es el de pH, ya que al obtener valores que sobrepasen el de 5,7 se facilita la proliferación microbiana no solo de mohos sino de otros agentes presentes en el ambiente. Con la reformulación del producto se obtuvieron tiempos más cortos de fermentación, lo que de cierto modo hizo alargar los tiempos de conservación y mejora de la calidad organoléptica del pan y que se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 29
OBSERVACIONES DE PH FINAL DURANTE LA MEJORA

N	M																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	4,91	5,05	4,90	5,06	5,03	4,91	5,15	4,95	5,11	4,94	4,86	5,06	4,96	4,92	4,90	5,01	4,89	5,08	5,00	5,23	5,00	4,98	4,91	4,93	4,82
2	4,96	4,98	4,92	5,06	5,03	4,93	5,05	4,94	4,96	4,99	5,04	5,12	4,93	5,03	5,02	5,00	5,01	4,95	5,06	4,97	4,96	4,92	5,04	4,83	4,94
3	4,91	4,99	4,95	5,00	4,88	4,87	5,07	4,97	5,07	4,97	4,99	5,00	5,10	4,90	5,01	4,98	4,95	4,89	4,92	4,89	5,05	5,07	5,13	4,98	4,93
4	4,94	5,01	5,09	4,84	5,04	5,06	5,00	5,08	5,04	5,09	4,97	5,01	4,85	5,08	4,92	4,96	5,12	5,07	5,09	4,97	4,95	5,05	5,15	4,93	4,98
5	4,92	5,11	5,01	4,90	5,04	5,13	5,03	4,92	4,97	5,06	4,99	5,01	5,04	5,00	5,07	5,06	5,01	5,02	4,94	5,06	5,13	5,07	5,02	5,05	4,94
6	5,07	4,98	5,00	4,89	4,94	5,03	5,01	4,98	5,03	4,98	5,01	4,93	4,86	4,97	5,04	4,94	4,89	4,93	5,02	5,02	5,00	5,00	5,04	5,09	5,12
7	4,94	5,01	4,91	5,04	5,00	5,05	5,01	4,86	5,01	5,10	5,15	4,94	5,02	4,98	4,98	4,92	5,09	4,94	5,07	5,05	4,94	5,09	5,00	4,94	5,00
8	5,04	5,08	4,98	4,88	5,03	4,97	4,94	4,97	5,00	5,04	5,02	5,04	4,84	4,94	5,05	4,92	5,02	4,90	4,95	5,04	5,05	5,13	4,98	4,90	5,10
9	4,86	5,18	5,19	4,90	5,02	4,95	4,86	5,09	5,07	4,97	5,05	5,04	5,07	5,05	5,06	5,03	4,96	5,09	5,15	4,98	5,09	5,00	4,86	5,05	5,14
10	4,91	5,00	4,86	5,17	4,98	4,93	5,02	5,21	4,98	5,12	4,97	5,12	4,89	5,18	4,92	4,95	5,20	4,97	4,97	4,90	4,90	4,94	4,92	5,09	5,04
11	5,08	4,88	5,09	5,10	5,01	4,97	5,09	4,95	4,94	4,96	5,09	4,93	4,95	4,91	4,99	5,06	5,05	4,96	4,84	5,05	5,00	5,02	5,00	5,02	5,03
12	4,87	4,93	4,96	5,05	4,93	4,90	5,03	5,06	5,00	4,98	5,00	4,96	4,90	5,04	4,92	5,02	4,90	5,01	5,03	4,99	4,83	5,13	5,01	5,13	4,96
13	5,08	5,00	5,07	4,98	5,00	5,05	5,05	5,03	5,11	5,00	5,10	4,96	4,93	4,95	5,02	5,04	5,11	4,94	5,11	5,04	5,04	4,97	4,91	4,97	5,05
14	5,01	4,96	4,98	4,92	5,04	5,06	4,98	5,04	5,08	4,98	4,99	5,02	5,12	5,08	5,03	5,07	5,01	4,90	5,12	5,01	4,98	4,93	5,01	4,93	5,00
15	5,08	4,96	4,91	4,93	4,97	5,05	4,97	4,92	5,02	4,99	4,90	4,95	5,11	5,08	4,96	5,02	5,03	5,01	5,10	5,06	4,98	4,99	4,95	5,01	5,24
\bar{x}	4,97	5,01	4,99	4,98	4,99	4,99	5,02	5,00	5,03	5,01	5,01	5,00	4,97	5,01	4,99	5,00	5,01	4,98	5,02	5,02	4,99	5,02	4,99	4,99	5,02
s	0,08	0,07	0,09	0,10	0,05	0,08	0,07	0,09	0,05	0,06	0,07	0,06	0,10	0,08	0,06	0,05	0,09	0,07	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10

Fuente: Wendy Yumbla, 2010.

Con el planteamiento de límites de control se genera la siguiente gráfica, en donde se demuestra la variabilidad de las observaciones, la que se presenta dentro lo de esperado, al implementar mejoras antes mencionadas.

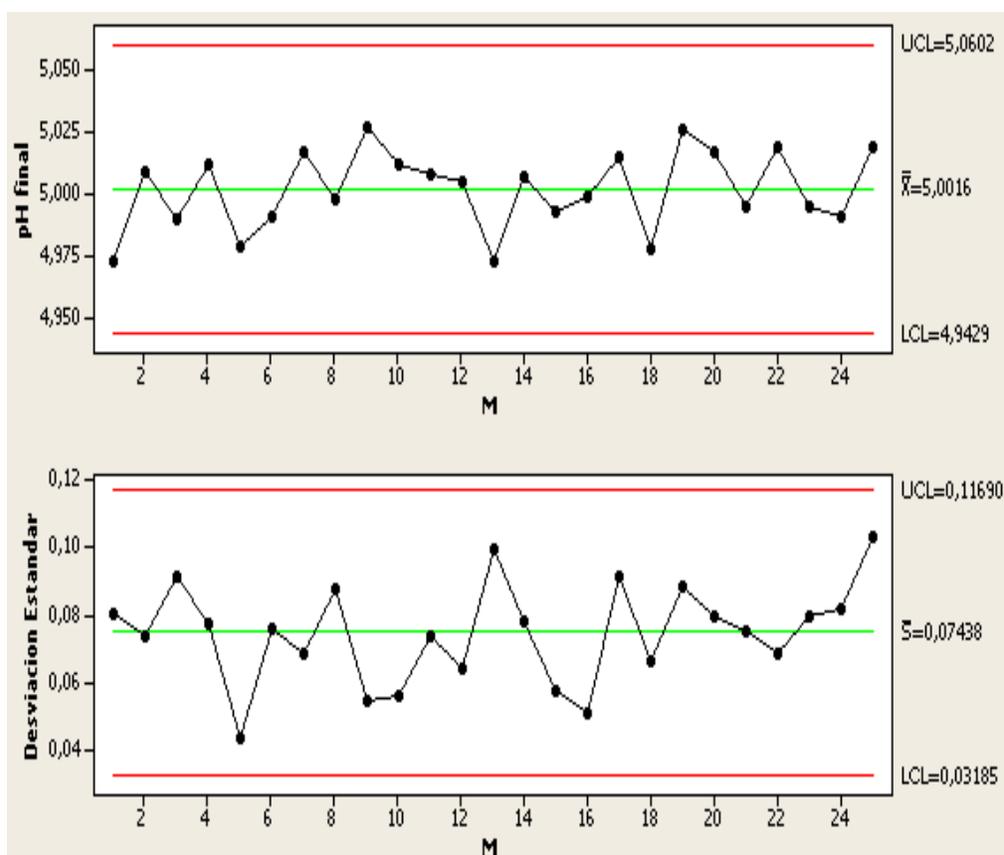


FIGURA 5.4 GRÁFICO DE CONTROL PARA PH FINAL DE LOS MOLDES DURANTE LA MEJORA

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Correlación entre variables

El propósito principal del análisis de la correlación lineal es medir la exactitud de una relación lineal entre dos variables.

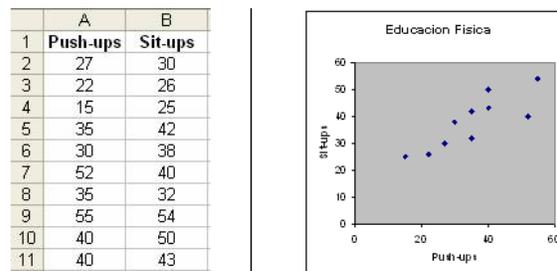


FIGURA 5.5 EJEMPLO DE CORRELACIÓN

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

No existe correlación cuando la configuración de los puntos está esparcida.

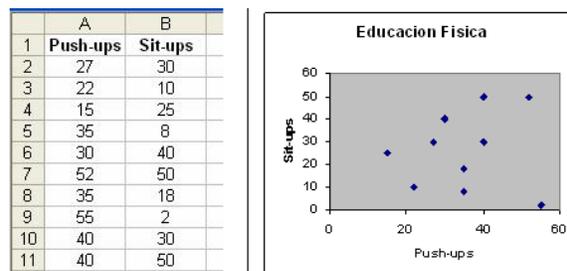


FIGURA 5.6 EJEMPLO DE UNA NO CORRELACIÓN

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Para el desarrollo de gráficas de correlación se tomarán en cuenta dos casos como ejemplo:

Caso 1: Peso final vs. Unidades rechazadas

Se utilizaron 30 datos que se obtuvieron de las pruebas experimentales, los que se ingresaron en Minitab en donde se generó la siguiente gráfica:

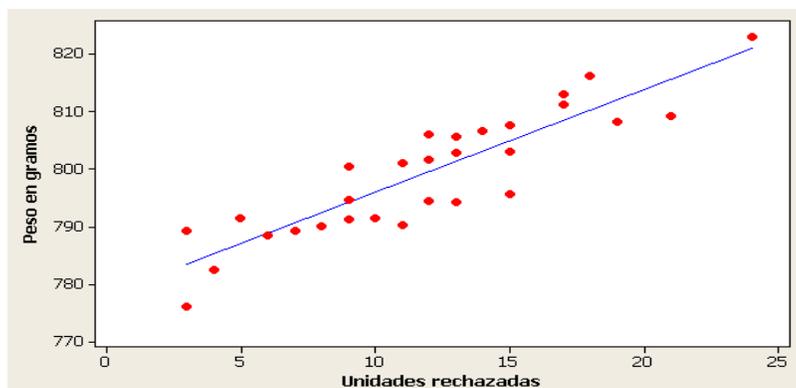


FIGURA 5.7 CORRELACIÓN CASO 1

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

La gráfica corresponde a una correlación lineal positiva, ya que la variable del eje vertical tiende a crecer, resaltando el hecho de que para obtener unidades rechazadas se necesita una variabilidad del peso final del molde, debido a que existen anomalías en cuanto al uso de materia

prima, utilización de equipos o poca habilidad del personal encargado del proceso, generando no solo menos recursos de materia prima y gastos mayores sino un aumento de los tiempos de ciclo por paras no programadas Como se observa, la figura refleja la consistencia del efecto que tiene al cambiar una variable sobre la otra,

Caso 2: Temperatura de fermentación vs. pH final

Manejando 30 datos de las pruebas experimentales se genera una gráfica de correlación en Minitab, obteniendo lo siguiente:

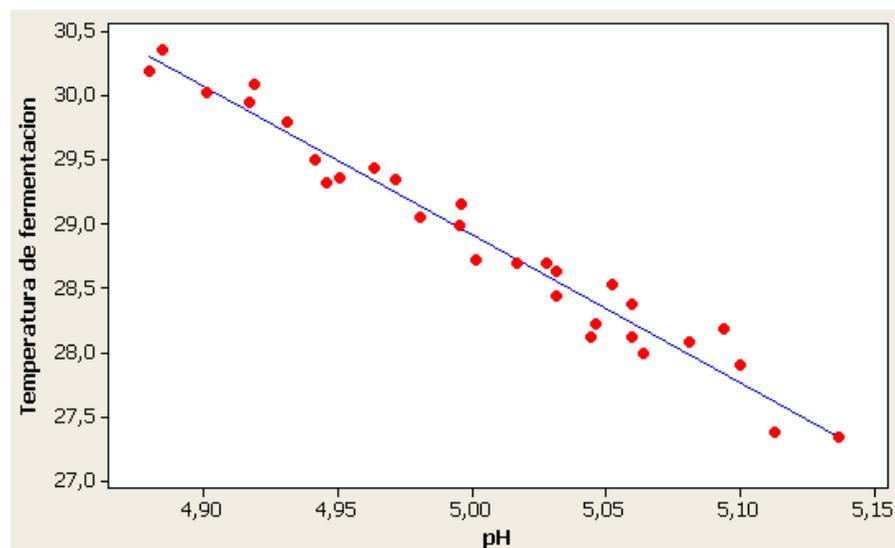


FIGURA 5.8 CORRELACIÓN CASO 2

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

La gráfica corresponde a una correlación lineal negativa, ya que la variable del eje vertical y tiende a decrecer. Se destaca que los valores de pH en producto final se relacionan a los datos de temperatura de fermentación debido a la variabilidad de los mismos.

A medida que la temperatura en cámara disminuye los valores de pH también, por lo que se denota el efecto de relación que tienen las observaciones al cambiar una variable sobre la otra. Si la temperatura aumenta es por falta de cumplimiento de estándares de operación, por parte de los trabajadores, lo que generará un producto con pH alto, acortando el tiempo de vida útil del mismo.

5.2 Validaciones Estadísticas de resultados

Para la validación de los resultados de una manera estadística utilizamos el ANOVA o Análisis de Varianza, el cual permite medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes variables nominales. La prueba permitió distinguir sí existe

diferencia en los promedios para los diferentes valores de las variables nominales.

Con el análisis de varianza se compara los valores de un conjunto de datos numéricos para saber si son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar.

Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones. Para el desarrollo de este análisis se utilizan un número de observaciones y de poblaciones cualquiera, para probar diferencia o no entre medias:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_n$$

H_1 : al menos dos de las medias no son iguales.

Se seleccionan muestras aleatorias de tamaño a de cada una de las n poblaciones. Las n poblaciones diferentes se clasifican sobre la base de un solo criterio, como tratamientos o grupos diferentes. Se supone que las n poblaciones son diferentes y normalmente distribuidas con medias $\mu_1, \mu_2, \mu_3 \dots \mu_n$ y varianza común S^2 . Se denota a y_{ij} como la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento y acomodemos los datos de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 30
TRATAMIENTOS Y OBSERVACIONES PARA EL ANOVA

<i>tratamiento</i>	1	2	...	i	...	n	
	y_{11}	y_{21}	...	y_{i1}	...	y_{n1}	
	y_{12}	y_{22}	...	y_{i2}	...	y_{n2}	
	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots	
	y_{1n}	y_{2n}	...	y_{in}	...	y_{kn}	
Total	$T_{1.}$	$T_{2.}$	...	$T_{i.}$	...	$T_{k.}$	$T_{.}$
Media	$\bar{y}_{1.}$	$\bar{y}_{2.}$	...	$\bar{y}_{i.}$	...	$\bar{y}_{k.}$	$\bar{y}_{.}$

Fuente: William Mendevall, "Introducción a la Probabilidad y Estadística", 2006.

Aquí T_i es el total de todas las observaciones del i -ésimo tratamiento, $\bar{y}_{i.}$ es la media de todas las observaciones del i -ésimo tratamiento, $T_{.}$ es el

total de las an observaciones y $\bar{y}_{..}$ es la media de todas las observaciones. Cada observación se puede escribir en la forma:

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$$

donde ε_{ij} mide la desviación de la j -ésima observación de la i -ésima muestra de la correspondiente media del tratamiento. El término ε_{ij} representa el error aleatorio y juega el mismo papel que los términos de error en los modelos de regresión. Una forma alternativa de esta misma ecuación y que se prefiere se obtiene al sustituir:

$$\mu_i = \mu + \alpha_i$$

sujeta a la restricción $\sum_{i=1}^k \alpha_i = 0$, de aquí podemos escribir:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

donde μ es la media general de todas las observaciones es decir:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^k \mu_i}{k}$$

y a_i se denomina el efecto de i -ésimo tratamiento.

La hipótesis nula de que las n medias poblacionales son iguales contra la alternativa de que al menos de de las medias son diferentes se puede reemplazar ahora por la hipótesis equivalente,

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha = 0$$

H_1 : al menos una es diferente de cero

Nuestra prueba se basará en una comparación de dos estimaciones independientes de la varianza poblacional común s^2 . Estas estimaciones se obtendrán al dividir la variabilidad total de nuestros datos, que se presentan en la doble sumatoria

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$$

en dos componentes.

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 = n \sum_{i=1}^k (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

Esta ecuación es llamada la “*identidad de la suma de cuadrados*”. Será conveniente identificar los términos de la identidad de suma de cuadrados mediante la siguiente notación:

$$SST = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^a (y_{ij} - \bar{y}_{.})^2$$

$$SSA = k \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y}_{.})^2$$

$$SSE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^a (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

Donde:

SST = suma total de cuadrados

SSA = suma de cuadrados de tratamiento

SSE = suma de cuadrados de error.

La identidad de la suma de cuadrados se puede presentar de manera simbólica con la ecuación: $SST = SSA + SSE$.

Si H_0 es verdadera, una estimación de s^2 , que se basa en $n-1$ grados de libertad, la proporciona la expresión:

$$s_1^2 = \frac{SSA}{n-1}$$

la cual se denomina cuadrado medio del tratamiento.

Un segundo e independiente estimados de s^2 , que se basa en $n(a-1)$ grados de libertad, es la fórmula:

$$s^2 = \frac{SSE}{n(k-1)}$$

la cual se denomina cuadrado del error.

Cuando H_0 es verdadero, la razón $f = \frac{s_1^2}{s^2}$ es un valor de la variable aleatoria F con $n-1$ y $n(a-1)$ grados de libertad. Como s_1^2 sobrestima s^2 cuando H_0 es falsa, tenemos una prueba de una sola cola con la región crítica completamente en la cola derecha de la distribución.

La hipótesis nula H_0 se rechaza en el nivel de significancia α cuando:

$$f > f_{\alpha} [k-1, k(n-1)]$$

En la tabla a continuación se presenta un resumen de las fórmulas explicadas con anterioridad:

TABLA 31
FÓRMULAS PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de variancia para probar $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_r$				
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	f calculada
Regresión	SSA	k-1	$s_1 = SSA/(k-1)$	s_1/s_2
Error	SSE	k(n-1)	$s_2 = SSE/(k(n-1))$	
Total	SST	nk-1		
rechazamos H_0 , al nivel de significancia α cuando $f > f_{\alpha}(n, a-(n+1))$				

Fuente: William Mendevall, "Introducción a la Probabilidad y Estadística", 2006.

Al saber que es un ANOVA, se utilizan las fórmulas expuestas para verificar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Primer ANOVA:

Se comparan los valores de temperaturas dentro de la cámara de fermentación con el pH final de los panes de molde para ver si existe o no una diferencia de medias entre los tratamientos. Las variaciones dentro de las muestras se generan por diversas causas; quizá las condiciones de humedad y temperatura de la cámara no se conservaron

completamente constantes a lo largo del proceso. Se considera que la variación dentro de las muestras es una variación aleatoria o al azar, y parte del objetivo del análisis de varianza es determinar si las diferencias entre las medias muestrales son las que se esperarían debido sólo a la variación aleatoria o si en realidad también hay una contribución de la variación sistemática que se atribuye directamente a la temperatura de cámara.

TABLA 32
DATOS PARA PRIMER ANOVA

a	Temperaturas de cámara de fermentación (°C)	n						Suma	Y.
n	Muestras de pH final	1	2	3	4	5	6		
1	27	4,95	4,93	4,95	4,95	4,96	4,95	29,69	4,95
2	28	5,19	5,29	5,09	5,07	5,18	5,19	31,01	5,17
3	29	5,21	5,25	5,23	5,21	5,26	5,23	31,39	5,23
4	30	5,37	5,49	5,26	5,39	5,32	5,43	32,26	5,38
5	31	5,55	5,78	5,63	5,68	5,71	5,67	34,02	5,67
	Y..								5,279

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Se calculan las sumas totales de los tratamientos para obtener sus cuadrados, generando SS y SSTRAT total. Revisar Apéndice M.

TABLA 33
PRIMER ANOVA: SS Y SSTRAT TOTAL

SS						
a	n					
	1	2	3	4	5	6
1	-0,329	-0,349	-0,329	-0,329	-0,319	-0,329
2	-0,089	0,011	-0,189	-0,209	-0,099	-0,089
3	-0,069	-0,029	-0,049	-0,069	-0,019	-0,049
4	0,091	0,211	-0,019	0,111	0,041	0,151
5	0,271	0,501	0,351	0,401	0,431	0,391
(SS) ²						
1	0,108	0,1218	0,1082	0,10824	0,1018	0,1082
2	0,007921	0,00012	0,0357	0,04368	0,0098	0,0079
3	0,004761	0,001	0,0024	0,00476	0,0004	0,0024
4	0,008281	0,04452	0,0004	0,01232	0,0017	0,0228
5	0,073441	0,251	0,1232	0,1608	0,1858	0,1529
Σ	0,202645	0,41829	0,2699	0,32981	0,2994	0,2942
SS TOTAL				1,81427		

SSTRAT						
a	n					
	1	2	3	4	5	6
1	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33	-0,33
2	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11
3	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
5	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
(SSTRAT) ²						
1	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
2	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
4	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
5	0,1521	0,1521	0,1521	0,1521	0,1521	0,1521
Σ	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286
SS TOTAL				1,7164		

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Para finalizar se calcula el valor de F, y se lo contrasta con el obtenido en el Apéndice K.

TABLA 34
RESULTADOS DEL PRIMER ANOVA

ORIGEN	DF	SS	MS	F calculado	F tabla
Tratamiento	4	1,7164	0,429	110	2,76
Error	25	0,0978	0,0039		
TOTAL	29	1,81427			

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Como se aprecia en la tabla, el F calculado es mayor al obtenido en tabla, lo que permite concluir que la temperatura dentro de cámara de fermentación, influye en el pH final del pan de molde, lo que produce esta diferencia de medias encontrada por la aplicación del análisis, todo esto para un intervalo de confianza del 95 %, siendo aceptada la hipótesis alternativa, en donde se plantea una diferencia de medias.

Los datos de *a* y *n* presentados se ingresaron en Minitab, alcanzando iguales resultados, confirmando de esta manera que los valores conseguidos están correctos.

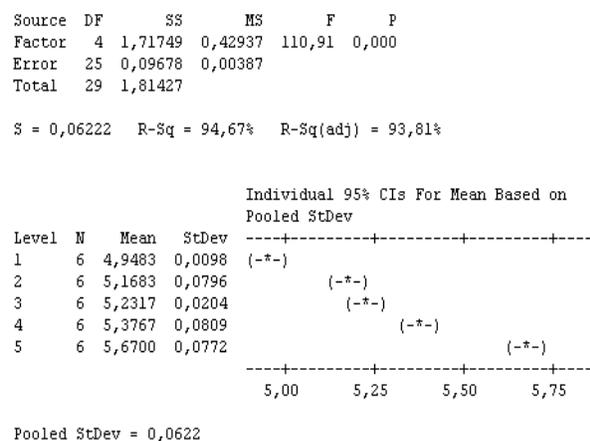


FIGURA 5.9 ANOVA GENERADO EN MINITAB PARA CASO 1

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Segundo ANOVA:

Se compara el tiempo que toma rebajar los moldes y las unidades defectuosas o llamadas también desperdicios que se generan a lo largo de la operación para identificar diferencia de medias entre los tratamientos expuestos.

La variación dentro de las muestras es una variación aleatoria, por lo que se busca determinar si las diferencias entre las medias muestrales son las que se esperarían debido sólo a la variación aleatoria o si en realidad también hay una contribución de la variación sistemática del tiempo de proceso.

TABLA 35
DATOS PARA SEGUNDO ANOVA

a	Tiempo del proceso de	n						Suma	Y.
	proceso de	1	2	3	4	5	6		
1	4	1	0	2	2	4	0	9,00	1,50
2	8	6	2	8	11	7	3	37,00	6,17
3	12	5	14	14	12	5	6	56,00	9,33
4	16	15	11	18	12	6	5	67,00	11,17
5	20	10	9	3	11	8	3	44,00	7,33
								Y..	7,100

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Se calculan las sumas totales de los tratamientos para generar valores de SS y SSTRAT total.

TABLA 36
SEGUNDO ANOVA: SS Y SSTRAT TOTAL

SS						
a	n					
	1	2	3	4	5	6
1	-6,100	-7,100	-5,100	-5,100	-3,100	-7,100
2	-1,100	-5,100	0,900	3,900	-0,100	-4,100
3	-2,100	6,900	6,900	4,900	-2,100	-1,100
4	7,900	3,900	10,900	4,900	-1,100	-2,100
5	2,900	1,900	-4,100	3,900	0,900	-4,100
(SS) ²						
1	37,210	50,41	26,01	26,01	9,61	50,41
2	1,21	26,010	0,81	15,21	0,01	16,81
3	4,41	47,610	47,61	24,010	4,41	1,21
4	62,41	15,21	118,81	24,01	1,21	4,41
5	8,41	3,61	16,81	15,21	0,810	16,81
Σ	113,65	142,85	210,05	104,45	16,05	89,65
SS TOTAL				676,7		

SSTRAT						
a	n					
	1	2	3	4	5	6
1	-5,60	-5,60	-5,60	-5,60	-5,60	-5,60
2	-0,93	-0,93	-0,93	-0,93	-0,93	-0,93
3	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23
4	4,07	4,07	4,07	4,07	4,07	4,07
5	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
(SSTRAT) ²						
1	31,360	31,360	31,360	31,360	31,360	31,360
2	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865
3	4,973	4,973	4,973	4,973	4,973	4,973
4	16,565	16,565	16,565	16,565	16,565	16,565
5	0,5290	0,5290	0,5290	0,5290	0,5290	0,5290
Σ	54,292	54,292	54,292	54,292	54,292	54,292
SS TOTAL				325,7502		

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Si tomamos en criterio un intervalo de confianza del 95 %, se obtiene que el valor de F calculado es mayor que el F de tabla, lo que permite concluir que la diferencia de medias entre los tratamientos planteados

existe, y que dentro del proceso de rebanado hay momentos en que se generan variaciones significativas en cuanto al número de desperdicios obtenidos, teniendo varianza poblacional en los tratamientos revisados.

TABLA 37
RESULTADOS DEL SEGUNDO ANOVA

ORIGEN	DF	SS	MS	F calculado	F tabla
Tratamiento	4	325,75	81,44	5,80	2,76
Error	25	350,95	14,04		
TOTAL	29	676,70			

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Los datos a y n se ingresaron en Minitab, alcanzando resultados que corroboran lo antes concluido.

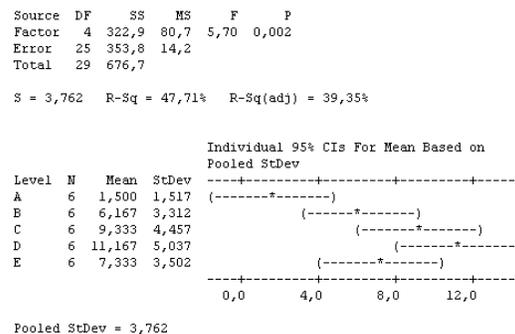


FIGURA 5.10 ANOVA GENERADO EN MINITAB PARA CASO 2

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

5.3 Análisis de costos directos antes y después

El tiempo de ciclo para la obtención de pan de molde disminuye significativamente en aproximadamente 45 minutos por parada de producción, tomando como referencia los valores promedios obtenidos antes y después de la implementación de mejoras, por lo que representa un ahorro sustancial de tiempo, y por ende de dinero. En total se tiene un ahorro de 0,75 horas, lo que significa \$21,56 en ahorro mensual.

Luego de aplicar las mejoras y ciertos cambios dentro del proceso, la producción se incrementa en un 37,72 %, al corregir algunos defectos de operación. Este aumento se convierte en ahorro para la empresa, ya que se relaciona directamente con costos de mano de obra, ya que antes de la implementación se obtenían 11 paradas, y actualmente 15 paradas por día, obteniendo 834 unidades producidas de más en un día de trabajo, contando con una ganancia de \$ 433,68, teniendo en cuenta que el costo de producción por unidad es de \$ 0,52. El porcentaje de desperdicios disminuyó de 3,54% a 1,77%, logrando un ahorro de 1,77%. Conociendo el promedio de pan de molde producido al mes (3045 unidades al día) y el costo de la fórmula para una parada (\$

133,33) podemos determinar que la mejora en el porcentaje de desperdicio ahorra \$ 434,79 mensuales. En la siguiente tabla se resume el ahorro en dólares, que se obtuvo luego de la mejora:

TABLA 38
AHORROS LUEGO DE LAS MEJORAS DE 5 S

Mejora	Cantidad	Ahorro por mes
Disminución del tiempo de ciclo	0,75 horas	\$ 21,56
Disminución del porcentaje de desperdicios	1,77%	\$ 434,79
TOTAL		\$ 456,35

Fuente: Wendy Yumbra, 2010.

Dentro de las mejoras implementadas, se estableció algo importante, que fue el cambio de fórmula, dejando a un lado la producción de esponja, para elaborar levadura líquida. Este cambio generó una alza de los costos de producción, elevándose de \$ 0,513 a \$ 0,527, Este aumento se justifica con una mejora sustancial de la calidad del producto y de sus características las cuales fueron expuestas con anterioridad.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con la toma de tiempos antes y después se determinó cuáles de ellos se encontraban con distribución estadística normal, en cada una de las áreas de operación, obteniendo los tiempos de ciclo, que es el tiempo utilizado para elaborar cada una de las paradas por turno de trabajo. Luego de la mejora, estos tiempos de ciclo se redujeron en un 7,57%, optimizando el proceso y reduciendo costos de producción.
- El uso de la metodología 5 S como herramienta de mejora dentro de este estudio, permitió cumplir con los cambios propuestos presentados en el análisis inicial de la situación de la empresa, teniendo en cuenta la mejora que se obtendría en cuanto a costos directos y tiempos de operación.

- Con las mejoras propuestas, el personal fue reorganizado y distribuido de manera tal que se abastecen de materias primas y herramientas de trabajo rápidamente, eliminando la acumulación de producto en proceso o producto terminado dentro de las diferentes áreas.
- En las Gráficas de Control obtenidas luego de las mejoras, se verifica un mejor manejo de las operaciones dentro de Panadería, con los valores reducidos de los límites tanto superior como inferior así como los de desviación estándar y con la ausencia de valores fuera de lo establecido.
- Con el análisis de varianza (ANOVA) se encuentra que las variables manipuladas inciden significativamente en las unidades medidas como son pH y unidades defectuosas. Se establece que las variaciones no son causa del azar.

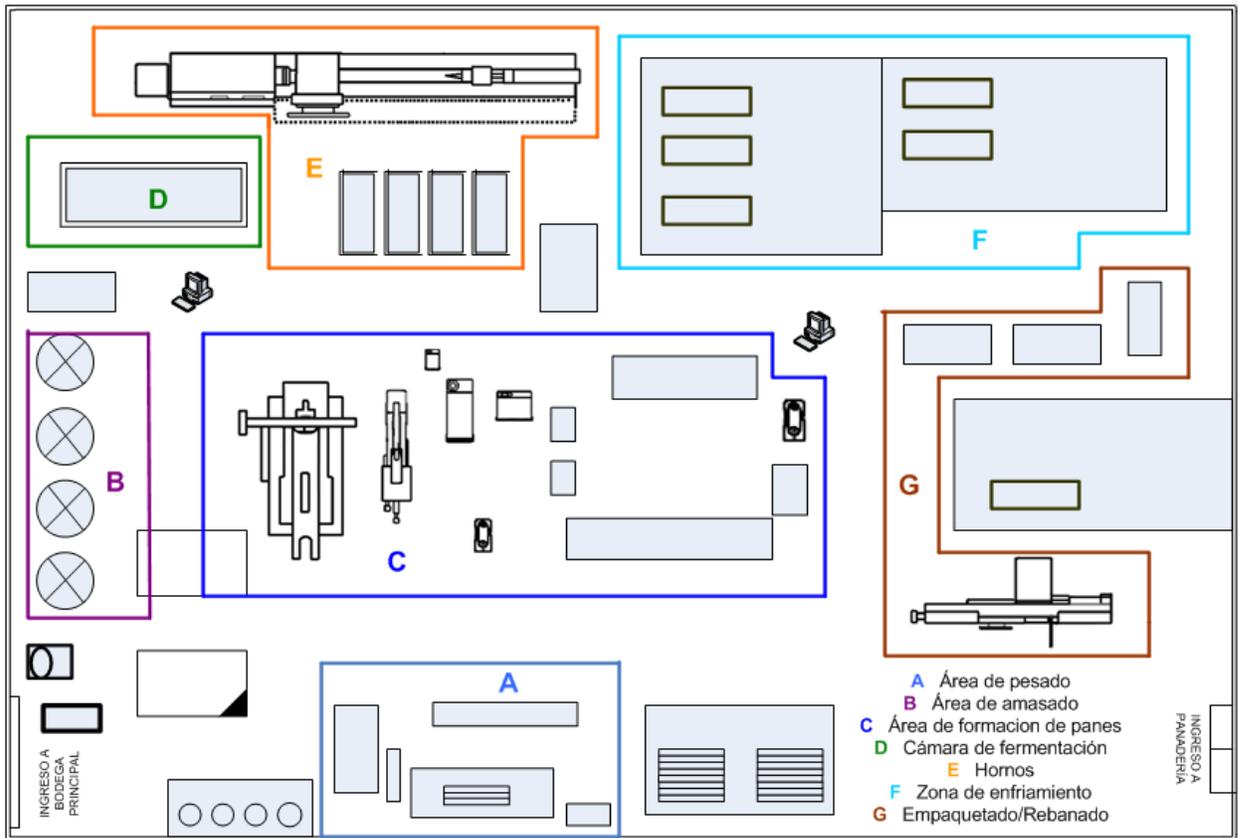
Recomendaciones

- El uso de herramientas estadísticas en el control del proceso le permite a una empresa crecer y mantenerse, disminuyendo sus debilidades, apuntalando siempre a las fortalezas.

- Capacitar al personal directivo y gerencial acerca del programa 5 S, explicando los beneficios que se obtienen y los pasos a seguir para la implementación. De esta manera se involucran no solo con la asignación de recursos sino también con el seguimiento de la metodología en la fase de implementación.
- Se sugiere capacitar y motivar constantemente al personal, para que de esta manera no pierdan el interés en cuanto a la técnica, mediante charlas, en donde puedan interactuar entre ellos, generando así una serie de ideas y mejoras.
- Una vez que se implemente la metodología, realizar auditorías permanentes, no solo para darle el seguimiento apropiado sino para planificar mejoras en cuanto a la medición de indicadores.
- Se recomienda continuar con la técnica de las 5 S para así mejorar la calidad y productividad de la empresa de manera continua y constante.

PLANOS

APÉNDICES

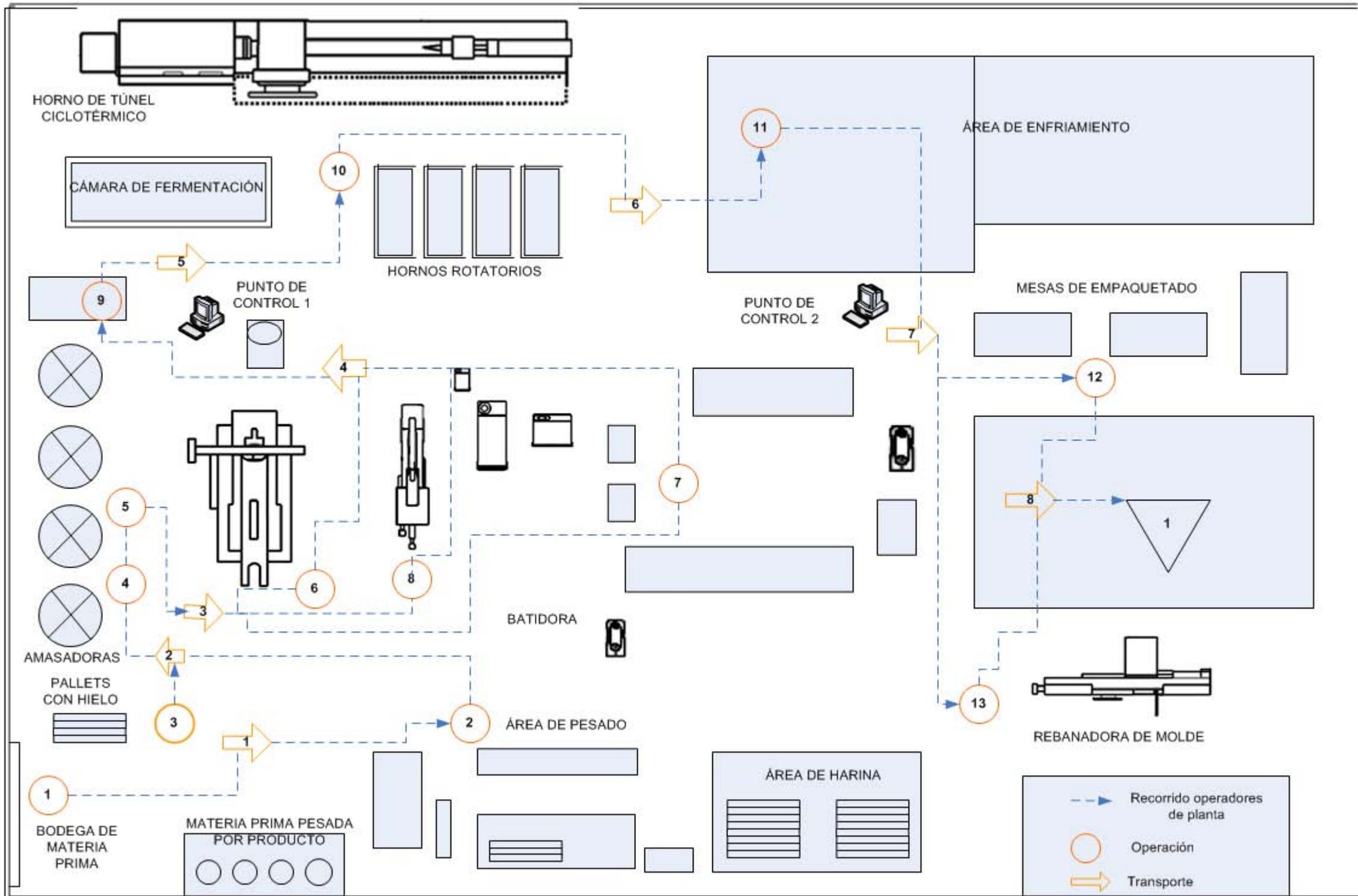


PLANO 1 MACRO MAPA ÁREA DE PANADERÍA

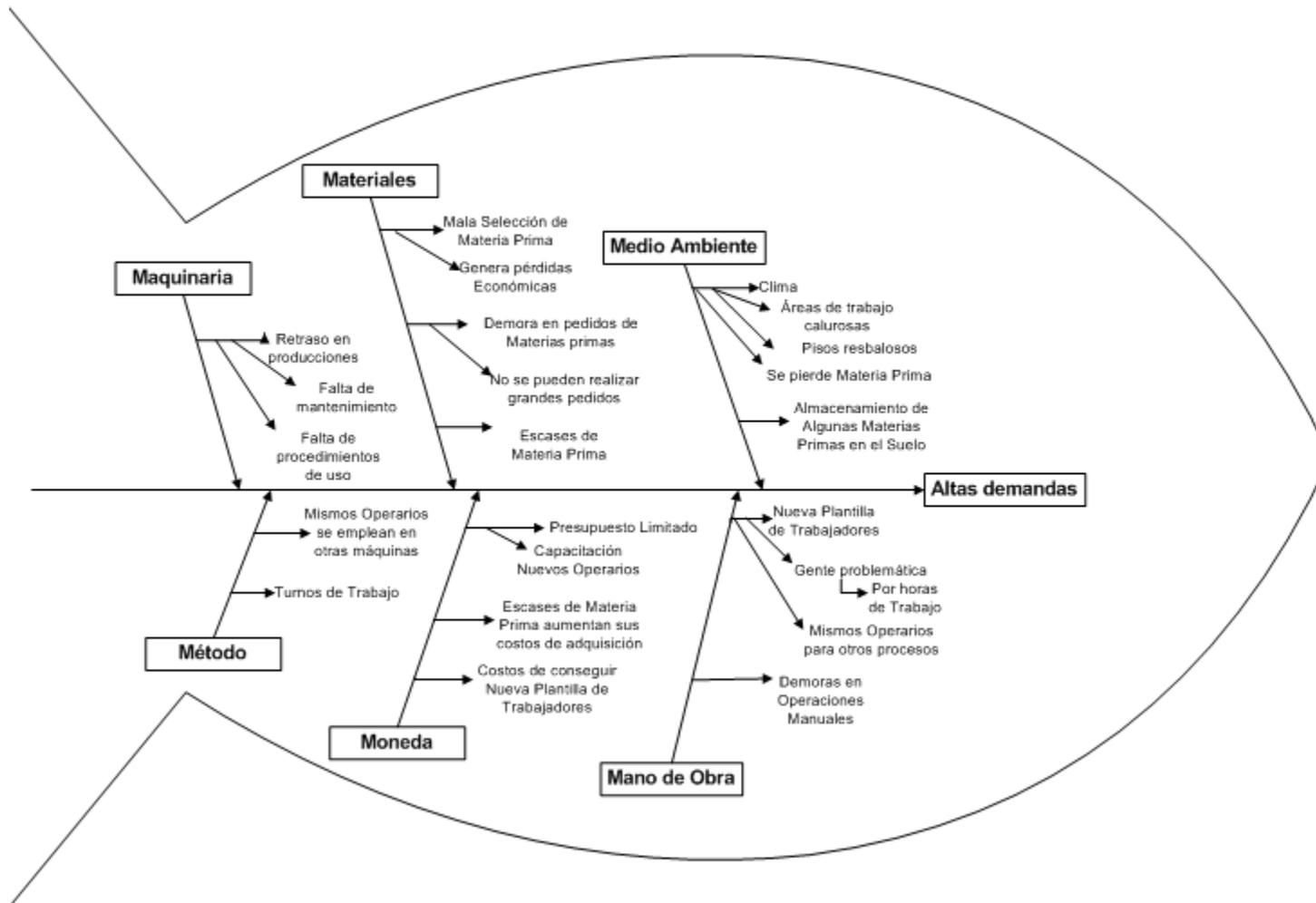
PLANOS

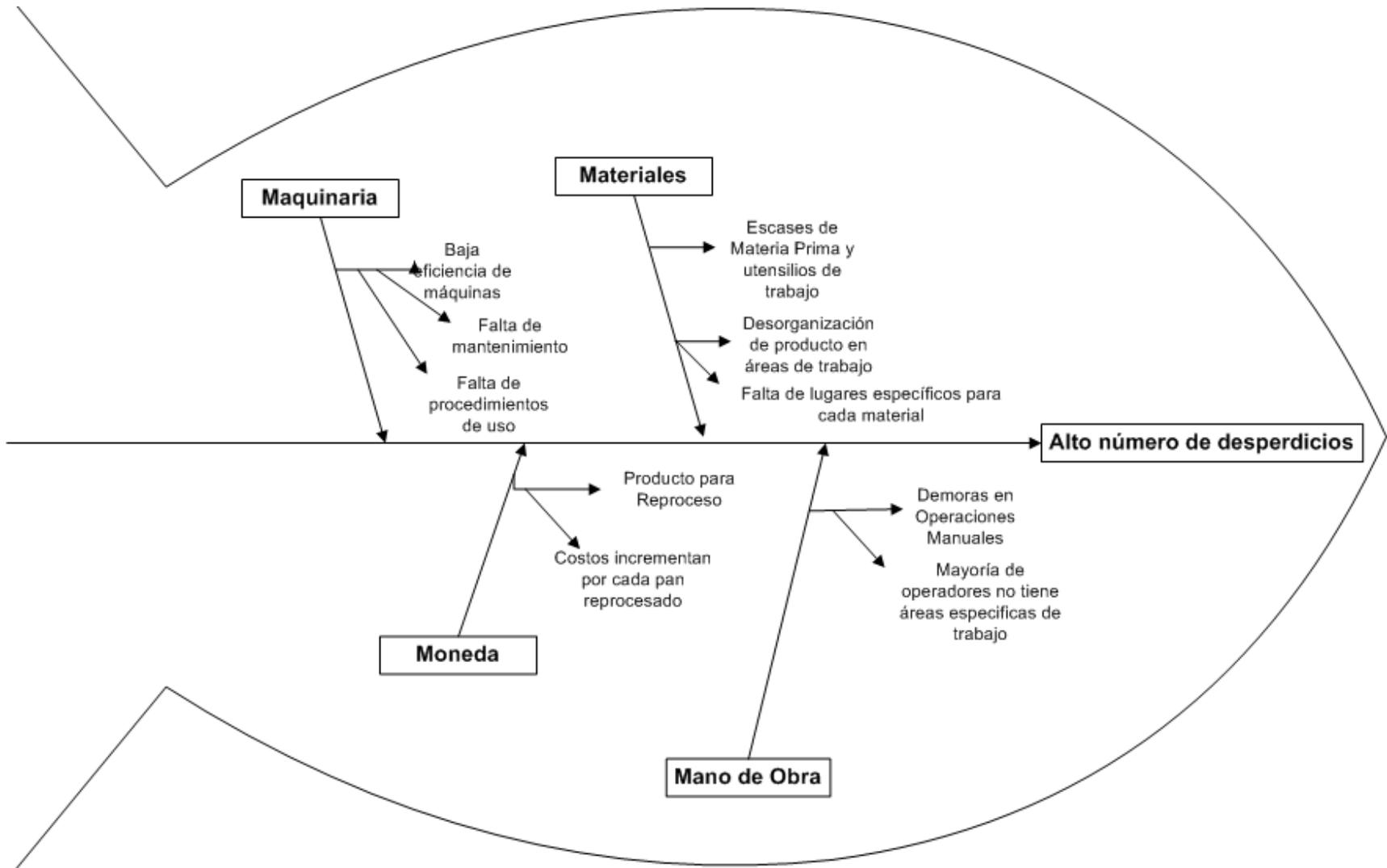
APÉNDICES

A: DIAGRAMA DE RECORRIDO PRODUCTOS DENTRO DE PANADERÍA

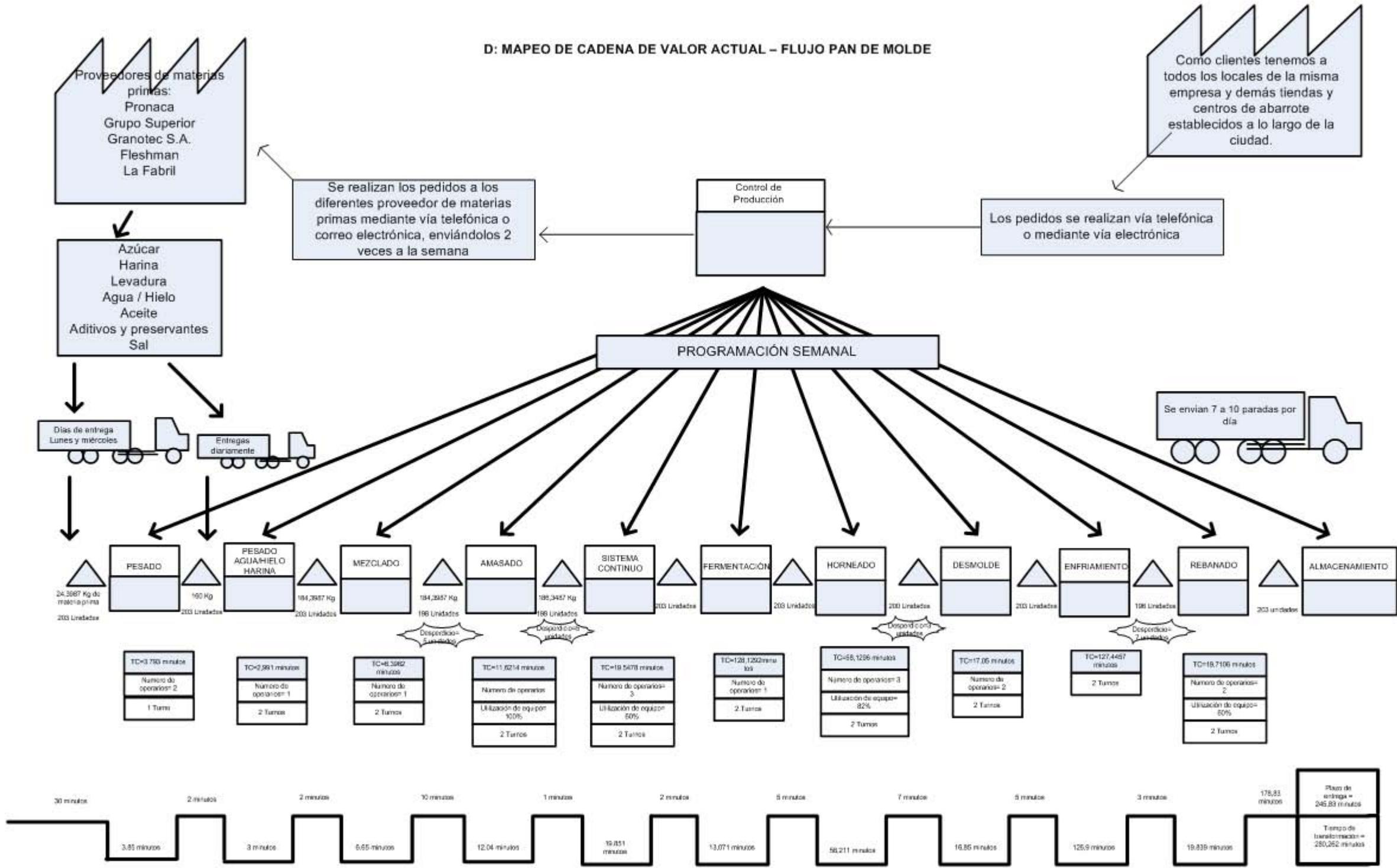


C: DIAGRAMAS DE ISHIKAWA PARA ALTAS DEMANDAS Y NIVELES ALTOS DE DESPERDICIOS





D: MAPEO DE CADENA DE VALOR ACTUAL – FLUJO PAN DE MOLDE



E: OBSERVACIONES PILOTO PARA LA DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE OPERACIÓN

	Recepción MP	Pesado	Pesado Hielo/Harina	Mezclado	Amasado	Sistema Continuo	Fermentación	Horneado	Desmolde	Enfriamiento	Rebanado	Almacenamiento	Tiempo ciclo (min)	Tiempo ciclo (horas)
1	20,71	4,83	3,02	7,57	12,35	19,15	118,55	58,97	20,21	123,68	20,32	178,49	587,85	9,80
2	20,97	3,35	2,9	6,85	12,30	19,23	115,45	58,20	17,18	125,07	18,52	203,82	603,84	10,06
3	20,74	3,63	2,98	6,62	12,27	21,12	123,68	56,86	17,59	128,45	22,07	207,16	623,17	10,39
4	20,80	4,17	3,01	7,40	12,07	20,16	137,87	57,36	19,18	129,52	28,47	152,50	592,49	9,87
5	21,67	3,29	2,98	5,78	12,55	21,29	135,62	57,67	17,33	139,47	15,53	199,63	632,80	10,55
6	21,61	3,45	3,05	7,69	12,02	19,52	129,78	58,09	17,21	125,72	21,80	181,66	601,59	10,03
7	19,91	3,67	2,99	5,78	12,15	18,58	130,47	56,51	19,29	151,65	23,85	173,60	618,45	10,31
8	20,49	3,85	3,03	5,15	12,40	20,04	121,63	58,17	19,10	141,43	18,57	200,25	624,11	10,40
9	19,83	3,28	3,08	5,43	12,53	20,31	125,63	59,60	15,49	122,30	15,62	133,94	537,04	8,95
10	20,81	4,25	3,01	6,57	11,75	21,42	132,87	58,20	14,00	124,60	13,68	202,41	613,58	10,23
11	19,15	4,63	2,99	5,78	19,45	23,51	114,63	58,94	15,62	124,57	15,85	175,13	580,25	9,67
12	20,12	3,29	3,1	5,65	16,53	23,28	121,28	58,25	18,28	131,85	17,43	155,51	574,59	9,58
13	20,09	4,8	3,03	6,48	13,82	23,51	132,87	58,80	13,22	124,68	23,45	217,83	642,58	10,71
14	20,12	3,47	2,97	5,65	9,07	18,41	137,47	58,59	17,22	122,58	19,25	188,67	603,47	10,06
15	21,42	3,17	2,97	6,68	10,27	18,32	127,68	58,27	15,94	123,25	20,57	182,97	591,51	9,86
16	20,07	3,85	2,99	6,67	10,53	21,17	116,42	57,37	16,93	122,47	20,48	203,87	602,81	10,05
17	21,02	3,97	2,91	7,88	11,08	19,20	124,68	59,28	16,93	129,68	20,68	156,90	574,23	9,57
18	21,05	3,48	2,97	7,80	10,43	19,03	126,55	58,21	18,68	125,52	20,75	175,99	590,46	9,84
19	20,81	3,7	3,04	5,45	9,37	21,17	146,85	58,59	17,98	127,68	17,47	162,63	594,74	9,91
20	20,55	3,93	2,95	6,68	10,25	21,39	142,80	57,48	16,27	125,55	19,65	200,51	628,02	10,47
21	20,79	3,28	3,08	6,80	12,52	16,46	143,40	58,40	20,40	117,85	25,68	164,05	592,72	9,88
22	20,99	3,78	3,04	5,62	12,70	18,33	129,30	58,34	14,35	125,77	22,93	135,81	550,95	9,18
23	20,61	4,85	2,89	9,78	11,57	19,31	130,88	58,53	14,62	124,55	19,58	184,06	601,23	10,02
24	20,49	4,47	2,94	9,50	12,07	19,52	131,08	57,81	15,78	126,95	22,28	200,28	623,17	10,39
25	20,45	4,62	2,98	8,72	13,95	19,33	131,32	58,35	16,96	125,68	19,78	169,31	591,45	9,86
26	20,07	4,85	3,07	7,08	12,75	19,46	131,77	59,15	18,71	128,27	17,47	195,52	618,17	10,30
27	20,79	3,43	3,02	8,90	12,85	19,21	139,45	59,24	14,11	125,65	22,60	178,26	607,50	10,13
28	19,94	3,68	2,99	8,07	12,58	20,06	144,22	57,56	16,46	126,53	21,93	197,04	631,07	10,52
29	20,72	4,48	3,03	5,60	12,32	19,33	146,30	58,45	19,49	123,15	21,65	184,55	619,07	10,32
30	20,85	4,17	3,01	5,82	12,52	18,40	129,70	57,37	17,31	121,88	21,80	173,75	586,57	9,78
Varianza	0,301	0,304	0,003	1,587	3,847	2,621	81,311	0,528	3,563	43,495	9,928	441,658	562,995	0,156
Desviación estandar	0,5489	0,5514	0,0518	1,2598	1,9614	1,6189	9,0173	0,7268	1,8877	6,5951	3,1508	21,0157	23,7275	0,3955
Promedio	20,5746	3,8506	2,9998	6,6441	12,0426	19,8513	130,0706	58,2113	16,8522	126,9011	19,8389	178,6497	600,3844	10,0064
S	0,5489	0,5514	0,0518	1,2598	1,9614	1,6189	9,0173	0,7268	1,8877	6,5951	3,1508	21,0157		
MC	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600		
Z	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600	1,9600		
e	0,8230	0,1540	0,1200	0,2658	0,4817	0,7941	5,2028	2,3285	0,6741	5,0760	0,7936	7,1460		
N	1,7089	49,2398	0,7157	86,3190	63,6948	15,9681	11,5395	0,3743	30,1267	6,4849	60,5635	33,2257		

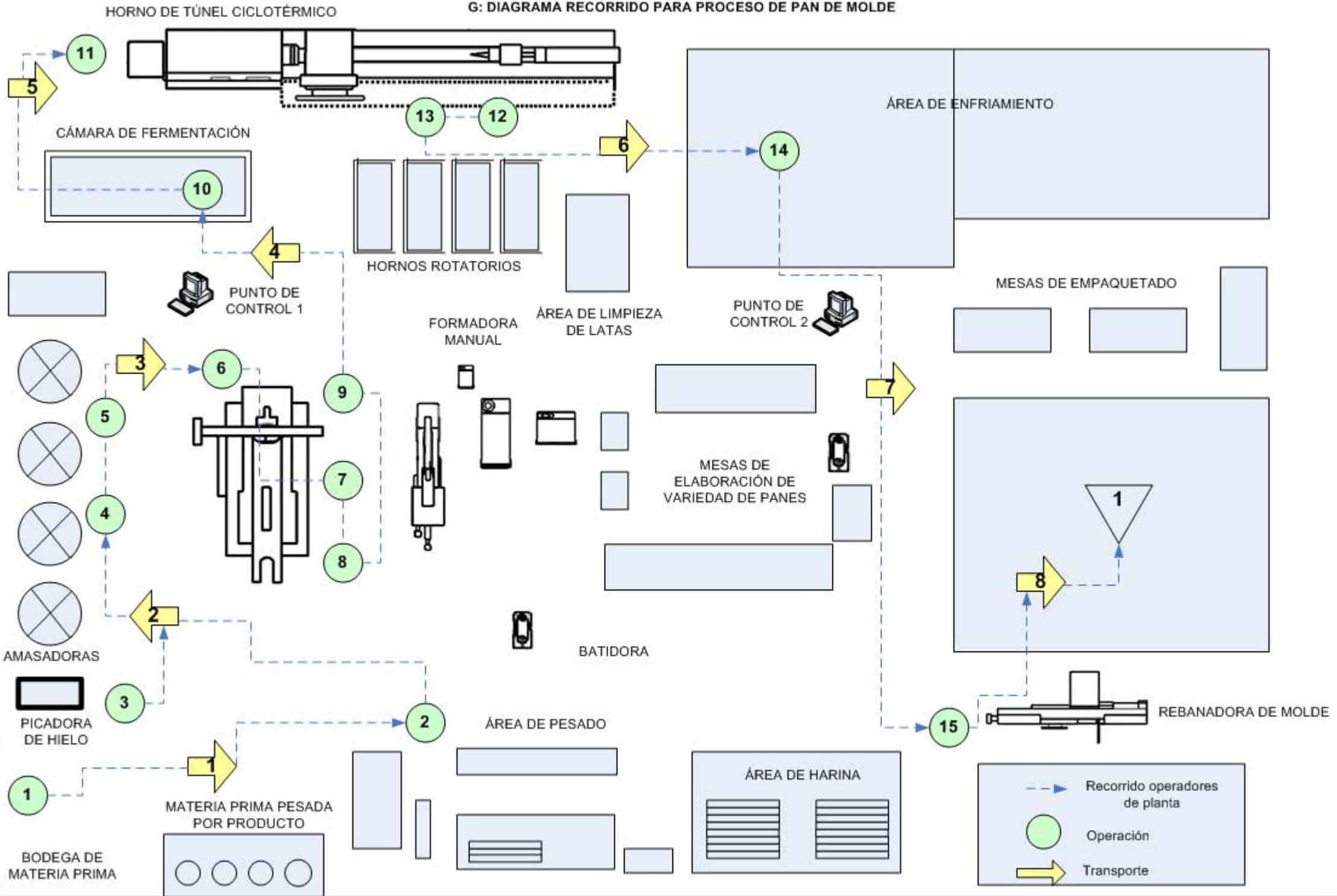
F: TIEMPOS PROMEDIO POR OPERACIÓN PARA ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE

	Recepción MP	Pesado	Pesado Hielo/Harina	Mezclado	Amasado	Sistema Continuo	Fermentación	Horneado	Desmolde	Enfriamiento	Rebanado	Almacenamiento	Tiempo Ciclo (horas)
1	20,6844	3,81972	3,04267	7,507	10,4419	18,269	124,717	57,8213	17,5589	125,203	24,8175	155,01	9,48
2	20,0992	3,75575	2,98722	6,6338	15,0087	19,8444	127,478	58,8392	16,5213	135,348	21,7342	172,55	10,01
3	20,5831	3,76887	2,95484	6,134	11,0528	20,9577	141,207	57,9623	16,9417	124,128	20,0341	164,61	9,84
4	21,2023	3,13292	3,03669	6,9209	13,558	22,6173	116,707	57,9503	18,6318	141,234	19,6668	172,22	9,95
5	20,5138	3,99914	2,98103	5,9349	9,9811	17,9769	123,656	59,0964	17,4545	125,406	23,267	171,37	9,69
6	19,6816	5,01369	3,03314	7,4376	11,2408	18,8871	117,775	57,629	14,8546	134,461	17,7845	207,87	10,26
7	20,2637	3,73378	3,03641	5,0097	16,3963	19,2903	121,901	58,7881	16,609	139,796	23,3654	199,50	10,46
8	20,0436	4,04435	2,86678	5,2063	12,3347	17,925	148,63	58,0966	14,9902	118,251	24,0356	160,31	9,78
9	20,3215	3,59804	3,1013	7,0711	11,7384	18,4253	122,789	57,7623	14,6715	132,297	17,6572	164,16	9,56
10	20,8549	3,59794	3,02514	4,8188	10,1277	20,6236	111,065	58,574	15,0294	130,47	24,772	202,06	10,08
11	21,1116	4,20392	3,01084	7,2881	15,1812	18,8199	124,968	58,803	18,044	139,339	14,5433	142,53	9,46
12	20,5334	3,9161	2,97763	7,5678	10,6973	20,0591	139,892	58,9097	18,9428	125,94	18,2477	220,37	10,80
13	19,1805	4,0613	3,03599	4,822	12,821	19,3816	120,989	58,4071	18,5084	118,966	23,4754	183,03	9,78
14	19,8746	4,07912	3,02577	9,4046	11,6208	21,8546	115,611	57,205	19,5362	115,996	22,1448	167,83	9,47
15	21,0243	3,73513	3,00196	3,8325	14,7782	17,3929	128,843	57,8233	16,752	134,038	19,5187	174,63	9,92
16	20,8375	4,51064	3,07138	8,8174	12,0591	17,7597	126,461	57,5886	15,003	141,431	17,3904	187,70	10,21
17	20,7592	4,18774	2,9344	7,6057	7,8811	15,4361	131,124	57,9828	15,8985	128,298	19,6987	159,38	9,52
18	21,0757	3,95883	3,00012	7,3359	13,3481	21,8695	134,592	58,1544	20,6713	112,909	17,1084	181,09	9,92
19	20,9964	4,23481	2,98771	5,9952	8,6722	17,7607	125,135	57,7795	18,3717	131,453	27,0318	163,82	9,74
20	21,2574	3,97825	2,98957	3,9003	15,3662	18,2824	124,951	58,5117	20,2472	120,29	21,9796	170,95	9,71
21	20,6473	3,86755	2,88848	5,1837	9,5654	21,4488	135,123	57,434	17,1661	137,523	22,9172	200,92	10,58
22	19,9421	4,53194	2,95602	8,4219	15,1145	17,1811	126,847	55,8087	18,2426	142,234	19,1002	190,30	10,34
23	19,8026	2,47952	2,95023	4,157	14,8647	19,5201	136,068	58,6965	19,5274	124,784	22,3892	222,32	10,79
24	20,3357	3,98679	3,06709	5,6676	11,4892	20,6816	135,734	59,0961	18,1337	129,942	14,0699	193,38	10,26
25	19,8761	3,15632	2,96607	8,8159	10,1402	21,2915	116,071	57,3602	17,3784	121,756	23,4938	185,12	9,79
26	20,502	3,44056	3,04826	7,6322	12,0593	20,9442	121,1	58,1331	18,6804	120,557	20,8941	170,78	9,63
27	20,3562	4,05185	2,90679	6,576	11,9298	21,0912	125,825	57,0501	16,6781	118,848	15,1102	153,04	9,22
28	19,8256	3,65825	2,93982	6,8427	9,9226	19,649	133,8	57,9599	18,9316	122,177	18,6217	163,39	9,63
29	20,0426	4,6489	2,96077	4,9735	13,5276	21,7583	116,478	57,4422	17,0207	136,645	17,104	193,41	10,10
30	21,1501	3,86354	3,04485	5,9185	10,2865	20,9717	124,731	56,7929	20,0785	109,77	19,0217	198,10	9,90

	Recepción MP	Pesado	Pesado Hielo/Harina	Mezclado	Amasado	Sistema Continuo	Fermentación	Horneado	Desmolde	Enfriamiento	Rebanado	Almacenamiento	Tiempo Ciclo (horas)
31	20,885	3,95269	2,96875	8,2283	8,7602	18,5835	121,56	58,4037	17,4591	125,709	20,2077	174,78	9,691649
32	20,9999	3,5732	3,03327	7,7265	9,9679	20,3362	124,374	59,0393	12,179	119,611	17,1058	119,01	8,615951167
33	21,1987	3,94455	3,1086	8,0172	9,6558	19,4383	122,585	57,7328	15,5319	128,894	18,0712	219,75	10,46545083
34	21,1755	4,1088	2,98244	4,4327	11,9055	18,1238	136,874	57,4949	16,8576	132,398	15,9346	175,42	9,961730667
35	20,6875	3,45989	2,98615	7,3825	13,0387	18,8884	116,722	57,6035	17,753	122,55	14,3398	164,54	9,332540667
36	20,2011	3,73422	2,97115	4,9787	11,0742	21,0008	141,049	59,1882	18,105	131,797	26,2151	234,50	11,24689117
37	20,315	4,24757	2,93142	6,6934	14,3278	19,5065	140,19	59,3307	18,1947	125,607	24,0455	162,93	9,972043167
38	19,9235	5,03944	3,02069	6,791	10,9122	18,7107	129,349	59,239	15,7564	130,105	18,9869	166,56	9,739947167
39	20,9249	3,73303	2,99587	8,2159	12,151	20,6332	130,561	58,7253	17,7885	135,084	24,2806	182,45	10,292305
40	21,4768	4,08331	2,9148	7,046	12,5572	16,9873	128,066	57,2977	19,6654	121,541	23,3558	166,30	9,6881885
41	19,8128	4,05028	3,00094	7,2674	12,5008	18,8373	134,898	58,0512	18,3756	123,272	16,681	176,86	9,893488667
42	20,0916	4,22929	3,01561	8,4202	12,3063	19,7425	125,558	59,8322	17,5601	137,089	15,1688	192,65	10,26099333
43	19,7344	3,05579	2,99644	6,2421	10,7895	19,602	138,976	56,9175	16,6995	115,356	15,3917	164,79	9,509098833
44	20,9955	4,05008	2,9747	7,183	10,9046	18,8111	119,472	57,7636	16,231	114,594	19,552	206,31	9,980709667
45	20,6907	2,69992	2,96718	7,0066	11,1941	19,8484	132,448	59,1936	18,2896	124,938	27,009	159,05	9,755535
46	20,1334	4,94409	2,93934	7,9212	12,1597	23,0109	138,267	58,6503	15,4347	121,4	21,768	189,02	10,26087717
47	20,6798	4,52918	2,98938	8,8761	9,201	19,8252	118,032	57,9894	18,703	137,456	18,1443	222,04	10,641056
48	20,9899	4,10183	3,02952	5,5341	11,8728	20,188	130,088	56,9122	19,1661	133,859	23,9973	170,14	9,997895833
49	20,4845	3,01415	3,02187	5,6074	9,8665	17,4011	137,361	58,0853	16,9635	126,629	19,8454	160,38	9,644328667
50	20,7031	4,27101	3,01971	8,351	12,4501	18,7147	115,785	59,107	18,1973	122,555	22,8326	207,62	10,22677533
51	20,3351	4,71601	3,01371	6,6478	11,9532	20,9027	138,92	57,5506	17,6127	123,84	19,3093	171,27	9,934452
52	21,2133	3,68106	3,05014	6,4766	12,4173	19,1388	123,644	58,9297	15,3434	119,754	24,0357	174,88	9,709366667
53	20,9578	3,82767	3,02201	7,4215	12,191	19,2272	129,964	57,5283	15,2502	120,713	17,0141	151,63	9,312463
54	21,5255	4,46781	3,01497	3,8615	12,2378	17,8597	123,575	58,6544	17,6733	133,432	22,0055	205,39	10,39489133
55	20,8965	3,05428	2,95816	6,4165	11,1844	22,0374	131,002	58,6351	18,5445	129,875	26,196	132,73	9,392147333
56	20,498	3,52137	3,02764	3,0666	13,4651	22,2883	130,204	58,7279	15,2781	134,296	22,8424	180,20	10,1236235
57	20,365	3,59426	2,95975	6,8071	9,9584	18,8742	128,654	59,2476	18,0091	120,679	19,3029	183,89	9,872355167
58	19,7718	4,24396	3,02795	6,3925	12,2936	19,7093	131,512	57,7931	18,0822	122,107	18,3842	180,10	9,8903435
59	20,5479	4,79494	3,01342	5,0347	15,1112	17,4867	134,541	57,6646	17,7898	128,234	18,0022	187,08	10,15507433
60	20,9511	4,11605	3,03527	7,6174	15,8276	19,0303	137,895	59,7325	15,117	121,284	18,2033	160,71	9,725342

	Recepción MP	Pesado	Pesado Hielo/Harina	Mezclado	Amasado	Sistema Continuo	Fermentación	Horneado	Desmolde	Enfriamiento	Rebanado	Almacenamiento	Tiempo Ciclo (horas)
61	20,8983	3,55949	3,07473	6,2633	11,3247	22,6984	122,845	59,07	17,0997	130,544	26,2837	145,96	9,493688667
62	20,6583	3,21757	2,94996	9,7683	11,5677	19,0088	136,287	58,815	14,7539	135,229	20,727	179,99	10,21614217
63	20,9274	4,02743	2,97189	8,3418	14,8101	18,4767	138,26	57,8437	15,0661	139,219	25,7419	197,71	10,723267
64	21,1703	3,25732	2,95931	6,5971	11,7369	20,2002	147,692	56,6887	15,611	122,457	23,9981	179,83	10,2033155
65	20,5383	3,37352	3,04619	9,4325	13,2897	20,4297	122,4	57,375	18,2897	122,753	17,5533	183,26	9,862381833
66	20,6001	3,85535	3,01105	7,74	11,0075	22,8367	138,598	57,4739	15,5866	120,511	25,236	230,05	10,94180333
67	20,7687	3,90801	2,99893	7,7189	14,7668	18,9319	130,804	59,3883	16,593	119,501	27,509	204,11	10,44992567
68	21,4741	3,18905	2,96206	4,5488	14,4102	18,7744	131,507	57,7885	15,7791	130,216	16,5516	173,77	9,849580167
69	21,0803	3,47401	2,92585	6,97	16,3656	20,3207	121,823	58,952	19,6217	135,143	22,2347	158,66	9,792864333
70	19,7421	4,21095	2,87177	5,7892	11,9978	19,4729	129,446	58,7337	13,4432	132,476	17,0187	183,51	9,978605333
71	20,805	4,37846	2,93826	5,6926	10,8256	20,855	139,653	58,172	19,3432	139,01	19,2969	201,07	10,70073367
72	19,5007	4,3672	3,04514	8,3976	11,6149	18,5055	111,735	57,5486	16,8985	123,367	16,4891	172,32	9,396404
73	20,2126	2,95856	3,01345	8,9568	10,6413	19,1852	125,417	57,6342	20,5042	125,933	19,2189	209,13	10,3800035
74	20,5063	3,03647	2,95967	6,5144	12,5163	18,6979	148,415	58,2628	15,5677	136,855	27,2409	212,67	11,05395733
75	21,29	3,6867	2,91534	7,5687	15,1071	21,1152	126,437	57,693	16,6249	136,993	15,0475	131,47	9,265857333
76	20,6318	3,25444	2,94684	7,68	11,5611	20,0779	139,521	58,6161	16,4704	123,497	16,6756	162,66	9,726569667
77	20,1184	3,95066	3,08689	7,2165	8,3838	18,6699	128,817	58,5249	17,9161	125,852	21,4259	195,24	10,1533175
78	20,4698	3,97498	3,04119	10,4985	9,7724	18,1703	132,352	57,8885	18,8589	131,186	16,1394	190,52	10,21451617
79	20,454	2,9204	2,96555	5,5922	8,8509	21,1764	126,752	57,3841	18,7518	127,928	25,4152	172,98	9,852859167
80	20,7519	4,88226	3,03473	5,1178	12,2309	20,5056	130,144	58,9569	19,548	126,489	23,0468	230,75	10,92436483
81	20,4423	3,20469	2,95156	5,4653	12,2794	21,5435	108,137	59,1334	17,058	137,546	20,7397	189,39	9,964764167
82	20,4844	4,09663	2,98813	4,4799	10,2519	19,2862	124,106	57,5311	19,204	128,775	14,4275	128,02	8,894146
83	21,1386	4,29114	2,95974	7,8811	11,9182	17,7673	128,369	56,3368	20,3829	128,033	20,4734	164,55	9,734969667
84	21,182	4,0166	2,95461	6,3704	7,8739	19,1878	118,563	57,8833	14,2323	136,95	15,4356	158,05	9,378275167
85	20,3697	4,44428	2,99468	7,8816	12,8294	18,9194	135,377	58,064	13,2351	133,277	15,6819	198,07	10,352401
86	19,6507	3,34678	2,91387	8,9904	11,2881	24,0696	131,234	57,8157	15,962	122,717	20,6487	185,30	10,0656475
Varianza	0,258	0,283	0,002	2,290	3,817	2,456	72,327	0,615	3,153	54,310	13,011	547,936	
Desviación estandar	0,508035	0,531712	0,049467	1,513439	1,953651	1,567022	8,504550	0,784038	1,775606	7,369505	3,607123	23,408040	
Promedio	20,55039	3,79273	2,99106	6,39628	11,62144	19,54784	128,12926	58,12968	17,05463	127,44579	19,71064	176,83070	

G: DIAGRAMA RECORRIDO PARA PROCESO DE PAN DE MOLDE



H: FORMATO PARA EVALUACIÓN DE LAS 5 S

Categoría	Elemento	10	7	4	1	Comentarios
Selección	Distinguir entre lo necesario y lo que no lo es.					
	Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?				x	
	Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?			x		
	Los corredores y áreas de trabajo son los suficientemente limpios y señalados?				x	
	Los artículos innecesarios están siendo almacenados en el almacén de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura			x		
	Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?				x	
Ordenamiento	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar					
	Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?		x			
	Esta todo en su lugar específico y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?			x		
	Son los estándares y límites fáciles de reconocer?			x		
	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?			x		
	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?				x	
Limpeza	Limpeza y buscando métodos para mantenerlo limpio					
	Son las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados?		x			
	El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?			x		
	Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados?			x		
	Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?				x	
	Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?		x			
Estandarización	Mantener y monitorear las primeras 3's					
	Esta toda la información necesaria en forma visible			x		
	Se respeta consistentemente todos los estándares?			x		
	Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?		x			
	Están los basureros y los compartimientos de desperdicio vacíos y limpios?			x		
	No están los contenedores de productos y/o ingredientes en contacto directo con el piso?				x	
Auto Disciplina	Apegarse a las reglas, escrupulosamente					
	Los trabajadores observan los procedimientos estándar de BPM y Seguridad?				x	
	Esta siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?			x		
	Todo el personal se involucra en el nitido almacenamiento?				x	
	Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?				x	
	Se respetan las áreas de no fumar y no comer?				x	
	La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?			x		

0 Problemas	Equivalente a	10
1 - 2 Problemas	Equivalente a	7
3 - 5 Problemas	Equivalente a	4
Más de 5 problemas	Equivalente a	1

I: FACTORES PARA CONSTRUIR DIAGRAMAS DE CONTROL

Tabla VI Factores para construir diagramas de control de variables

Observaciones en la muestra, n	Diagrama para medias			Diagrama para desviaciones estándares						Diagrama para amplitudes						
	Factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control				
	A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₂	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.680	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.068	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.04230	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.306	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.606
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

J: OBSERVACIONES DE TIEMPOS DE OPERACIÓN LUEGO DE LAS MEJORAS ESTABLECIDAS

	Recepción MP	Pesado	Elaboración Levadura líquida	Pesado de Hielo y harina	Amasado	Sistema Continuo	Fermentación	Horneado	Desmolde	Enfriamiento	Rebanado/ Enfundado	Almacenamiento final	Tiempo Ciclo MIN	Tiempo Ciclo HORAS
1	19,47	3,70	40,58	3,02	16,00	21,30	89,43	58,67	18,76	86,59	18,16	173,90	549,58	9,16
2	19,26	3,33	44,57	2,99	16,00	21,26	87,21	59,11	16,45	88,16	20,14	195,84	574,32	9,57
3	18,99	4,09	44,70	3,06	16,00	20,58	89,69	57,85	19,32	98,82	20,47	188,81	582,38	9,71
4	18,92	3,40	42,21	3,00	16,00	21,07	92,81	58,09	16,58	86,14	19,72	154,67	532,60	8,88
5	19,03	3,74	43,27	3,03	16,00	21,16	88,09	59,21	16,67	98,79	18,28	183,00	570,27	9,50
6	19,32	4,35	42,55	2,98	16,00	22,34	78,39	59,01	19,67	99,87	22,01	170,28	556,77	9,28
7	19,61	3,19	41,16	3,03	16,00	21,26	91,18	59,34	16,15	99,66	16,90	148,25	535,73	8,93
8	19,62	3,92	42,47	2,97	16,00	21,37	99,32	59,15	19,62	87,77	17,83	168,39	558,43	9,31
9	19,69	4,37	41,89	3,02	16,00	21,33	81,16	57,66	18,32	88,63	20,39	177,73	550,19	9,17
10	20,32	3,76	36,57	2,99	16,00	21,10	84,25	58,11	18,01	92,45	20,50	196,79	570,85	9,51
11	18,66	3,29	44,86	2,99	16,00	22,41	84,12	57,32	17,83	89,18	17,67	162,52	536,86	8,95
12	19,45	3,83	45,68	2,97	16,00	19,57	83,01	57,49	15,48	90,64	19,02	172,86	546,00	9,10
13	19,15	3,45	43,50	3,04	16,00	21,36	86,38	57,82	15,37	92,54	17,45	173,18	549,24	9,15
14	18,81	4,23	41,86	2,99	16,00	22,18	98,63	59,15	19,83	88,62	18,18	184,20	574,69	9,58
15	19,71	4,24	45,37	3,03	16,00	22,31	90,04	59,37	15,69	95,68	16,72	187,45	575,61	9,59
16	18,65	4,71	43,33	3,04	16,00	19,33	81,31	58,12	15,86	97,86	19,41	163,05	540,67	9,01
17	19,28	3,78	39,52	2,99	16,00	18,21	83,28	58,32	16,87	94,32	17,33	129,48	499,39	8,32
18	19,67	3,42	44,83	3,03	16,00	20,45	94,15	58,04	18,75	86,43	17,88	186,06	568,72	9,48
19	18,81	4,66	47,65	2,90	16,00	20,31	95,29	57,83	17,48	84,21	18,43	156,54	540,11	9,00
20	19,62	4,09	42,45	3,04	16,00	20,18	96,32	58,07	19,37	84,54	19,66	148,92	532,25	8,87
21	19,33	3,72	44,33	2,99	16,00	18,17	97,42	58,15	16,25	97,75	18,76	198,66	591,53	9,86
22	18,51	4,11	40,52	2,94	16,00	18,34	97,30	59,10	16,41	97,63	19,38	153,91	544,16	9,07
23	18,75	3,82	40,60	2,98	16,00	17,19	80,56	57,06	18,50	93,81	17,54	162,90	529,70	8,83
24	19,03	4,61	39,22	3,08	16,00	17,21	89,30	58,74	19,56	86,36	18,38	152,27	523,77	8,73
25	19,14	4,88	45,31	2,97	16,00	18,02	96,44	57,33	19,53	91,16	17,64	149,98	538,39	8,97
26	20,36	4,05	44,58	2,99	16,00	17,32	90,31	59,02	15,35	98,76	17,58	168,12	554,44	9,24
27	19,05	5,36	40,60	2,98	16,00	17,03	87,49	58,82	15,27	97,53	17,34	176,61	554,08	9,23
28	18,91	3,91	41,38	3,05	16,00	19,14	90,37	59,24	15,02	96,18	16,79	176,25	556,23	9,27
29	18,85	5,21	37,66	3,02	16,00	21,26	93,26	59,41	17,41	96,61	18,66	171,13	558,48	9,31
30	19,26	3,22	32,86	3,07	16,00	17,19	87,43	58,61	15,95	98,78	16,78	180,20	549,35	9,16
Varianza	0,2056	0,3251	9,3139	0,0015	0,0000	3,1679	33,9806	0,4984	2,5826	27,0026	1,7588	271,7460		
Desviación Estándar	0,4534	0,5702	3,0519	0,0382	0,0000	1,7799	5,8293	0,7060	1,6071	5,1964	1,3262	16,4847		
Promedio	19,2405	4,0147	42,2027	3,0072	16,0000	19,9983	89,4647	58,4403	17,3777	92,8490	18,5000	170,3974		

K: TABLA DE VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F, CON NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 0,05 %



		Grados de libertad para el numerador															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40
Grados de libertad para el denominador	1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251
	2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5
	3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59
	4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72
	5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46
	6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77
	7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34
	8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04
	9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83
	10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66
	11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53
	12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43
	13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34
	14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27
	15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20
	16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15
	17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10
	18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06
	19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03
	20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99
	21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96
	22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94
	23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91
	24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89
	25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	

L: CÁLCULO DE VARIABLES PARA ELABORAR GRÁFICOS DE CONTROL PARA TEMPERATURAS DENTRO DE CÁMARA DE FERMENTACIÓN

Datos:

Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	40,51	35,71	39,13	37,70	38,97	37,98	36,51	39,34	35,36	38,37	36,70	36,32	38,33	36,22	37,02	38,33	39,48	36,20	36,51	38,37	39,90	40,30	35,85	41,71	38,74
2	37,77	36,15	36,63	38,23	38,13	39,87	40,77	36,18	35,41	38,84	36,97	35,01	39,63	37,65	34,10	37,77	37,53	37,26	36,97	38,19	39,40	40,82	36,26	40,45	38,57
3	35,69	37,16	38,22	37,43	38,97	37,22	41,20	36,93	37,27	38,86	39,39	39,32	38,75	38,23	37,00	35,54	36,88	34,51	38,19	34,66	39,69	37,83	38,71	38,44	38,94
4	37,46	37,92	38,87	38,30	40,42	37,77	36,71	39,22	38,56	40,87	38,06	36,35	36,45	40,97	37,34	40,07	37,66	39,10	39,24	40,54	39,33	37,45	40,10	38,42	38,11
5	35,34	36,15	37,42	36,50	40,92	36,73	37,93	38,02	39,52	38,57	37,98	38,49	35,53	37,88	37,41	38,35	36,51	37,31	37,90	38,22	39,81	37,01	39,05	37,21	38,80
6	38,46	39,99	36,18	36,82	37,95	36,22	40,89	39,77	37,05	37,42	36,93	36,67	36,53	37,60	36,21	38,11	38,10	39,78	37,25	39,82	38,23	39,01	38,64	39,32	36,62
7	33,91	36,18	39,84	40,84	36,29	38,50	37,42	39,90	40,38	35,90	39,35	37,61	41,27	36,13	37,85	34,76	37,58	37,57	38,58	36,16	37,12	39,49	38,49	37,66	37,13
8	37,06	38,75	41,05	34,95	39,23	37,33	37,31	37,49	39,37	38,01	39,89	37,35	38,99	39,94	37,43	36,64	38,93	36,31	38,31	37,64	39,75	37,33	38,84	36,48	34,75
9	36,52	38,06	38,49	38,03	39,26	39,57	35,53	37,08	39,28	39,74	38,39	39,47	38,00	40,91	38,39	37,88	39,69	39,32	38,94	36,67	34,27	38,29	39,91	36,60	40,69
10	38,98	37,29	41,32	37,62	35,89	38,44	38,90	41,57	39,67	39,30	37,52	37,87	37,33	37,47	38,18	39,30	40,72	38,79	36,37	39,02	38,06	35,11	38,98	39,33	34,89
11	37,88	37,65	40,91	34,48	39,75	35,33	41,03	36,90	38,05	37,03	36,95	36,13	37,58	38,32	38,38	37,48	38,03	36,99	39,33	39,81	36,86	35,94	37,81	38,37	38,47
12	39,15	37,14	38,07	38,96	37,20	36,72	37,77	37,90	38,72	34,49	38,28	38,21	38,87	38,02	38,23	37,67	39,59	40,57	38,39	35,58	40,29	35,85	39,67	38,59	38,03
13	37,35	37,32	37,77	35,70	37,61	36,81	37,83	37,82	38,58	36,28	38,60	38,23	39,25	39,26	20,08	36,99	37,97	39,18	35,94	38,00	37,15	40,77	38,56	38,76	37,26
14	39,71	37,56	37,21	30,61	37,21	37,38	35,37	38,07	36,84	39,64	41,76	38,50	37,34	40,19	36,33	38,29	37,81	36,66	36,22	38,02	37,36	38,90	35,63	38,76	37,11
15	36,79	39,20	38,18	37,49	38,16	34,78	37,66	37,77	38,81	38,62	36,65	38,41	36,11	34,86	37,51	37,97	38,31	41,00	38,84	35,62	35,55	36,96	38,64	38,34	35,63

Ejemplo para el cálculo de Promedio y Desviación estándar en EXCEL:

Muestras	1
1	40,51
2	37,77
3	35,69
4	37,46
5	35,34
6	38,46
7	33,91
8	37,06
9	36,52
10	38,98
11	37,88
12	39,15
13	37,35
14	39,71
15	36,79

Promedio = $x = \text{HARMEAN}(B2:B16) = 37,43$

Desviación Estándar = $s = \text{STDEV}(B2:B16) = 1,74$

Desviación Estándar del proceso = $S = \text{HARMEAN}(\text{STDEV}(B2:B16)) = 1,55$

Gráfico de variabilidad

Promedio de x obtenido anteriormente = $X = \text{HARMEAN}(B17:Z17) = 37,79$

Límite superior = $\text{LSC} = X + (0,775*S) = 37,79+(0,775*1,55) = 39,00$

Límite inferior = $\text{LIC} = X - (0,775*S) = 37,79-(0,775*1,55) = 36,59$

Gráfico de control

Desviación Estándar del proceso = $S = 1,55$

$\text{LSCS} = 1,572*S = 1,572*1,55 = 2,44$

$\text{LISC} = 0,428*S = 0,428*1,55 = 0,66$

M : CÁLCULO DE VARIABLES PARA EL PRIMER ANOVA

Datos:

a	Temperaturas de cámara de fermentación (°C)	5
n	Muestras de pH final	6

a	Temperatura de cámara de	n					
		1	2	3	4	5	6
1	27	4,95	4,93	4,95	4,95	4,96	4,95
2	28	5,19	5,29	5,09	5,07	5,18	5,19
3	29	5,21	5,25	5,23	5,21	5,26	5,23
4	30	5,37	5,49	5,26	5,39	5,32	5,43
5	31	5,55	5,78	5,63	5,68	5,71	5,67

Ejemplo de Cálculo de Sumatoria y Media en EXCEL:

a	Temperatura de cámara de	n					
		1	2	3	4	5	6
1	27	4,95	4,93	4,95	4,95	4,96	4,95

Suma = 4,95+4,93+4,95+4,96+4,95 = 29,69

Media = $\bar{Y}_.$ = AVERAGE(H4:M4) = 4,95

Media de valor de Y. = $\bar{Y}_{..}$ = AVERAGE(O3:O7) = 5,279

Cálculo de valore SS y SS²:

Valor SS para a=1 y n= 1

$$4,95 - \bar{Y}_{..} = 4,95 - 5,279 = -0,329$$

Valor SS²

$$(-0,329)^2 = 0,108$$

Cálculo de valore SSTRAT y SSTRAT²:

Valor SS para a=1 y n= 1

$$Y. - \bar{Y}_{..} = 4,95 - 5,279 = -0,329$$

Valor SS²

$$(-0,329)^2 = 0,108$$

Cálculo valor DF:

Para tratamiento = a -1 = 5-1 = 4

Para Error = a*(n-1) = 5*(6-1) = 25

Cálculo valor MS:

Para tratamiento = SS/DF = 1,7164 / 4 = 0,429

Para Error = SS/DF = 0,0978 / 25 = 0,0039

Valor de F

Valor MS Tratamiento / Valor MS Error = 0,429 / 0,0039 = 110

BIBLIOGRAFÍA

1. CHARLEY HELEN, "Tecnología de los Alimentos, Procesos químicos y físicos en la preparación de los alimentos", Editorial LIMUSA, 2001.
2. LEZCANO ELIZABETH, "Guía de BPM en Panificados y Productos de Confitería", Primera Edición, 2002.
3. EDUTEKA, Diagramas Visuales, <
[http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761586312/Descubrimiento_
de_América.html#s2](http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761586312/Descubrimiento_de_América.html#s2) >, [21 de enero de 2006].
4. ROVIRA CESÁR, "Los cinco pasos del Housekeeping", <
<http://www.op-group.net/> >, [1 de diciembre de 2004].