



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

**REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA  
PANIFICADORA**

**Jennifer Carolina Barrientos Hernández**  
Asesorado por Inga. Rosanna Margarita Castillo Rodríguez

Guatemala, mayo de 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA  
PANIFICADORA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**JENNIFER CAROLINA BARRIENTOS HERNÁNDEZ**

**ASESORADO POR: INGA ROSSANA MARGARITA CASTILLO RODRÍGUEZ**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, MAYO DE 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
EXAMINADOR	Ing. Luis Gerardo González Castañeda
EXAMINADOR	Inga. Mayra Saadeth Areeaza Martínez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en mayo de 2008.

**Jennifer Carolina Barrientos Hernández**


Guatemala 24 de febrero de 2009

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director de Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Gómez

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para manifestarle que he asesorado el trabajo de graduación titulado **“REDISEÑO DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA PANIFICADORA”** elaborado por la estudiante universitaria Jennifer Carolina Barrientos Hernández con número de carné **2001-12727**, el cual considero cumple con los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo,



Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez  
Asesor de ~~trabajo~~ de graduación



Como Catedrática Revisora del Trabajo de Graduación titulado **REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA PANIFICADORA** presentado por la estudiante Jennifer Carolina Barrientos Hernández, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga Karla Lisbeth Martínez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

INGA. KARLA MARTÍNEZ  
Colegiada 5.706

Guatemala, Octubre de 2009.

/agrm



REF.DIR.EMI.044.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por la estudiante universitaria **Jennifer Carolina Barrientos Hernández**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2011.

/mgp



DTG. 117.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA INDUSTRIA PANIFICADORA**, presentado por la estudiante universitaria **Jennifer Carolina Barrientos Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 27 de abril de 2011.



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Porque sin él nada existe.
<b>Mi esposo</b>	Porque desde el inicio estuvimos juntos y fue el impulso para seguir adelante, hoy, mañana y siempre.
<b>Mis padres</b>	Porque ellos permitieron con su esfuerzo brindarme la posibilidad del estudio.
<b>Mis hermanas</b>	Por ser parte de mi vida y su apoyo incondicional.
<b>Mi asesor</b>	Por su confianza e impulso a este objetivo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XV</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	
1.1 Descripción de la empresa	1
1.1.1 Historia de la empresa	1
1.1.1 Procesos	2
1.2 Aspectos importantes a tomar en cuenta en el rediseño de la distribución en planta	2
1.2.1 Definición	2
1.2.2 Objetivos básicos	3
1.2.2.1 Unidad	3
1.2.2.2 Circulación mínima	3
1.2.2.3 Seguridad	4
1.2.2.4 Flexibilidad	4
1.2.3 Principios	4
1.2.3.1 Principio de la mínima distancia	4
1.2.3.2 Principio de flujo de materiales	4
1.2.3.3 Principio del espacio cúbico	5
1.2.3.4 Principio de satisfacción	5
1.2.3.5 Principio de la flexibilidad	5
1.2.4 Factores que afectan la distribución en planta	5
1.2.4.1 Materiales	6

1.2.4.2	Maquinaria	6
1.2.4.3	Hombre	6
1.2.4.4	Factor movimiento	7
1.2.4.5	Factor espera	7
1.2.4.6	Factor servicio	8
1.2.4.7	Factor edificio	8
1.2.4.8	Factor cambio	9
1.2.5	Tipos de distribución	9
1.2.5.1	Por posición fija de los materiales	9
1.2.5.2	Por proceso	10
1.2.5.3	Por producto	10
<b>2.</b>	<b>DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN PLANTA</b>	
2.1	Tipo de distribución actual en planta	11
2.2	Diagramas y descripción del proceso	11
2.2.1	Descripción del proceso	11
2.2.2	Diagrama de operaciones del proceso	17
2.2.3	Diagrama de flujo del proceso	19
2.2.4	Diagrama de recorrido	22
2.2.5	Diagrama de distribución actual de maquinaria	23
2.3	Aspectos que influyeron en la redistribución de planta	24
2.3.1	Producción	24
2.3.2	Ritmo de producción actual	26
2.3.3	Demanda del pan baguette	27
2.4	Maquinaria	29
2.4.1	Amasadoras	29
2.4.2	Refinadora	30
2.4.3	Divisora	30
2.4.4	Formadora	31
2.4.5	Cámara de fermentación	32

2.4.6	Corte	32
2.4.7	Horno	33
2.4.8	Túnel de congelación	33
2.5	Mano de obra	34
2.5.1	Costo de mano de obra actual	35
2.6	Relación hombre-máquina	36
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN PROPUESTA PARA EL REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA</b>	
3.1	Tipo de distribución propuesto	39
3.2	Diagrama y descripción del proceso propuesto	39
3.2.1	Descripción del proceso	39
3.2.2	Diagrama de operaciones del proceso mejorado	41
3.2.3	Diagrama de flujo del proceso mejorado	43
3.2.4	Diagrama de recorrido mejorado	46
3.2.5	Distribución de maquinaria mejorado	48
3.3	Cumplimiento de aspectos importantes en el rediseño de la distribución en planta	49
3.3.1	Cumplimiento de producción	49
3.3.2	Cumplimiento de demanda futura del pan baguette	51
3.4	Maquinaria propuesta	51
3.4.1	Inversiones y beneficios anuales	51
3.4.2	Análisis de rentabilidad	53
3.5	Diagrama hombre-máquina propuesto	55
3.6	Cumplimiento de principios de distribución	56
3.6.1	Principio de la mínima distancia recorrida	56
3.6.2	Principio de flujo de materiales	56
3.6.3	Principio del espacio cúbico	57
3.6.4	Principio de satisfacción	57
3.6.5	Principio de flexibilidad	57

3.7	Análisis de factores que afectan la distribución en planta	58
3.7.1	Materiales	58
3.7.2	Maquinaria	58
3.7.3	Hombre	58
3.7.4	Movimiento	59
3.7.5	Espera	59
3.7.6	Servicio	59
3.7.7	Edificio	60
3.8	Producción propuesta, maquinaria y mano de obra	60
<b>4.</b>	<b>PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN</b>	
4.1	Montaje de maquinaria nueva	63
4.1.1	Logística de adquisición de maquinaria nueva	63
4.2	Tiempos de montaje y desmontaje	65
4.2.1	Montaje línea baguetera	65
4.2.2	Montaje de amasadora y ampliación de cámara	65
4.3	Costos de montaje y desmontaje	66
4.4	Esquema de secuencia de montaje y desmontaje	66
4.5	Capacitación	68
4.6	Procedimiento adquisición y montaje de nueva maquinaria	69
<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO Y CONTROL</b>	
5.1	Medición de la productividad	81
5.2	Parámetros y hojas de registro para el funcionamiento de baguetera	83
5.2.1	Parámetros de temperaturas de masa por dividir	83
5.2.2	Hojas de control estándar de barras formadas	85
5.2.3	Hojas de control de mojas	87
5.3	Control de mantenimientos línea baguetera	88
5.3.1	Hoja de control de mantenimientos	88
5.3.2	Mantenimientos preventivos	90

<b>CONCLUSIONES</b>	91
<b>RECOMENDACIONES</b>	93
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	95
<b>ANEXOS</b>	97



## TABLAS

I	Esquema de operaciones en estaciones	26
II	Demanda de pan baguette	27
III	Proyección de la demanda baguette	28
IV	Distribución de mano de obra por estación	34
V	Costo de mano de obra	35
VI	Cálculo de tiempos muertos y ocio	38
VII	Comparación de eficiencia de recorrido	46
VIII	Comparación de eficiencias de ciclo	46
IX	Esquema de operaciones en estaciones mejorado	50
X	Inversiones de maquinaria	51
XI	Costos operacionales de maquinaria	52
XII	Cálculo de beneficio inicial anual	52
XIII	Beneficios anuales	53
XIV	Valor actual neto	53
XV	Costos y beneficios presente dado un futuro	54
XVI	Beneficio costo	54



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Diagrama de operaciones actual	18
2	Diagrama de flujo actual	20
3	Diagrama de recorrido actual	22
4	Distribución de maquinaria actual	23
5	Amasadora utilizada actualmente	29
6	Esquema de divisora de masa	30
7	Alimentación de formadora	31
8	Cámara de fermentación	32
9	Vista externa horno de precocido	33
10	Túnel de congelación	34
11	Diagrama hombre-máquina actual	37
12	Diagrama de operaciones mejorado	42
13	Diagrama de flujo mejorado	44
14	Diagrama de recorrido mejorado	47
15	Distribución de maquinaria propuesta	48
16	Diagrama hombre-máquina mejorado	56
17	Interacción de elementos de redistribución	67
18	Plantilla de control de productividades	82
19	Plantilla de control temperaturas de divisado	84
20	Control de tamaño de barra formada	86
21	Hoja de control de mojadas	87
22	Control de mantenimientos	89

## GLOSARIO

<b>Fermentación</b>	Cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de encimas.
<b>Hombre-máquina</b>	Método de la ingeniería industrial para el estudio de la relación existente entre el hombre y la máquina para procesos semiautomatizados y mejorar la productividad.
<b>Inherente</b>	Que por su naturaleza se considera unido, de manera que no se pueden separar la característica de lo que se dice.
<b>Proceso</b>	Sistema por el cual un conjunto de recursos y actividades interrelacionadas transforman elementos de entrada en elementos de salida.
<b>Rentabilidad</b>	Aspecto económico que dice si un proyecto es conveniente financieramente para la puesta en marcha del mismo.
<b>VAN</b>	Herramienta utilizada para realizar una evaluación económica, generalmente ligada a proyectos nuevos a través del tiempo.



## RESUMEN

Los estudios de mejora en la industria panificadora se hacen necesarios para satisfacer la demanda existente, para ello se presenta una estructura de antecedentes generales, una evaluación actual para proponer una mejora y el procedimiento para llevarla a cabo y por último, la evaluación proyectiva de la mejora y corrección.

Los antecedentes generales comprenden una breve historia de la industria panificadora y la descripción de conceptos centrales del proyecto que será evaluado.

El trabajo tiene una razón de ser, en este caso la evaluación de una posible redistribución de planta y maquinaria, la cual debe ser estudiada desde los puntos de vista y principios dados, en ésta se ve el proceso productivo, diagramas de proceso, así como la disposición de la maquinaria existente para evaluar posibles cambios en ambos casos.

La propuesta sintetiza los conceptos antes evaluados, valiéndose de estudios y diagramas nuevos, visualiza nuevas formas en la distribución de maquinaria y funcionamiento de las mismas, propone nuevas metas alcanzables para poder ser comparadas.

Se presenta un procedimiento general para llevar a cabo los cambios propuestos, con el proyecto en marcha se retroalimenta la propuesta midiendo productividades, hojas de control de estándares, entre otros.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Rediseñar la distribución en planta de una industria panificadora.

### **ESPECÍFICOS**

1. Establecer los aspectos básicos que se deben tomar en cuenta para realizar una distribución en planta y hacer una descripción general de los procesos involucrados en el rediseño de la planta.
2. Determinar la situación actual, en cuanto al tipo de distribución de la maquinaria que será involucrada en el rediseño de la planta, para poder tomar en cuenta aspectos importantes de los procesos que se trabajan actualmente.
3. Analizar la capacidad, eficiencia y calidad del proceso actual de producción como un aspecto que justifique el rediseño de distribución de la maquinaria adquirida.
4. Analizar la capacidad de la nueva maquinaria y utilización de personal para su funcionamiento como un aspecto que justifique el rediseño de la distribución de la maquinaria.
5. Describir el tipo de distribución propuesto y el cumplimiento de los principales aspectos con que debe cumplir una distribución en planta.

6. Determinar los procedimientos necesarios para la aplicación de esta propuesta, considerando a su vez el tiempo y los gastos en que se incurrirá.
  
7. Analizar el alcance de los objetivos de una distribución, por medio del cálculo de la productividad con relación a quintales producidos mensualmente.

## INTRODUCCIÓN

La distribución en planta implica el ordenamiento de espacios necesarios para movimiento de material, servicios para el personal, almacenamiento, equipo y maquinaria.

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar un ordenamiento de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo, la más segura y satisfactoria para los empleados.

Con una óptima distribución de planta se logra mejorar la comodidad en el trabajo, incrementar la producción y facilidad de ajustes a cambios de condiciones.

Definidos los beneficios y objetivos del tema y cumpliendo con los principios básicos de toda distribución, lo que se persigue al aplicar el concepto y práctica de la distribución de planta, es encontrar el tipo de distribución que se adecue más al rediseño de la misma para la compra de nueva maquinaria para el proceso baguetero en una industria panificadora.

Con la adquisición de nueva maquinaria, es necesario rediseñar las instalaciones actuales de la planta para industrializar la elaboración de pan baguette, obteniendo beneficios muy claros: incremento de la producción, reducción de mano de obra, productos de mejor calidad y mejor utilización de los recursos disponibles en la empresa.





# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 Descripción de la empresa**

La Industria Panificadora es una de las más importantes empresas guatemaltecas especializadas en la producción y comercialización de productos precocidos y congelados de panadería, bollería y pastelería.

Es una empresa de primera línea gracias a sus dos plantas de producción con tecnología de vanguardia, y sus 26 puntos de venta, que ofrecen panes frescos y recién horneados a cualquier hora del día.

Es una empresa formada por más de 140 colaboradores, comprometidos a cumplir una única meta: Que cada cliente siga siendo único. El contacto estrecho con sus clientes los ha llevado a un mejor conocimiento de sus necesidades, exigencias y a trabajar para lograr un alto grado de satisfacción entre ellos.

### **1.1.1 Historia de la empresa**

La Industria Panificadora nace en el año 2000 como una alternativa a la creciente demanda de productos de panificación de calidad, ubicados en puntos estratégicos de fácil acceso, y con precios al alcance de los consumidores.

La Industria Panificadora tiene más de 50 años de experiencia en el mercado guatemalteco, antiguamente conocido con otra razón social.

### **1.1.2 Procesos**

Actualmente, la empresa cuenta con dos plantas de producción, la planta 1, que se dedica a la elaboración de pastelería, pan de molde, galletas, pan tostado y la variedad de productos en presentaciones especiales.

La planta 2 se dedica a la elaboración de pan precocido ultra-congelado, aquí se elaboran todos los panes tradicionales desabridos (francés, baguettes, bollería) y la elaboración de pastelitos congelados. Se entiende por pan precocido a la cocción en dos tiempos; en la primera fase se hornea aproximadamente un tercio del tiempo de cocción, utilizando una de los dos técnicas existentes para ello (refrigerando el pan con una conservación de dos a tres días o de congelarlo manteniéndolo así hasta el horneado final); en la segunda fase se completa la cocción

## **1.2 Aspectos importantes a tomar en cuenta en el rediseño de la distribución en planta**

### **1.2.1 Definición**

Es el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y los operarios.

Por medio de la distribución en planta se consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones, se determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa, al mismo tiempo contribuye a la reducción del costo de fabricación o producción.

La redistribución en planta es necesaria cuando aparece cualquiera de los siguientes cambios en las empresas: en el volumen de la producción, en la tecnología, en los procesos y en el producto.

### **1.2.2 Objetivos básicos**

Se busca hallar una ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo, más segura y satisfactoria para los empleados. Los objetivos básicos de una buena distribución en planta son:

#### **1.2.2.1 Unidad**

Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una unidad de objetivos.

#### **1.2.2.2 Circulación mínima**

Procurar que los materiales y hombres efectúen el mínimo de distancias recorridas de operación a operación y entre departamentos con lo cual se requiere economía de movimientos, equipos y de espacios.

### **1.2.2.3 Seguridad**

Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.

### **1.2.2.4 Flexibilidad**

La distribución en planta necesita con mayor o menor frecuencia, adaptarse a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que hace aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.

## **1.2.3 Principios**

### **1.2.3.1 Principio de la mínima distancia recorrida**

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

### **1.2.3.2 Principio de la circulación o flujo de materiales**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso este en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.

### **1.2.3.3 Principio del espacio cúbico**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.

### **1.2.3.4 Principio de la satisfacción y de la seguridad**

La igualdad de condiciones será siempre más efectiva, la distribución que hará el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

### **1.2.3.5 Principio de la flexibilidad**

La igualdad de condiciones será siempre más efectiva, la distribución pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.

## **1.2.4 Factores que afectan la distribución en planta**

En la distribución en planta se necesita conocer la totalidad de los factores implicados en ella y las interrelaciones existentes entre los mismos. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta. Estos factores que influyen en la distribución en planta se dividen en ocho grupos: materiales, maquinaria, hombre, movimientos, espera, servicio, edificio y cambio, a los cuales se les analizarán diversas características y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo una distribución en planta.

#### **1.2.4.1 Materiales**

El factor mas importante en una distribución es el material, el cual incluye las materias primas, material en proceso, productos acabados, etc. El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características. Esto es lo que da el producto.

Por esta razón, la distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje.

Las consideraciones que afectan el factor material son: el proyecto y especificaciones del producto, características físicas y químicas (tamaño, forma y volumen, peso, condiciones), la cantidad y variedad de productos o materiales (número de artículos distintos, producción por artículo, variaciones en la cantidad de producción), materiales componentes y secuencia de operaciones.

#### **1.2.4.2 Maquinaria**

La información sobre la maquinaria, incluyendo las herramientas y equipo, es fundamental para una ordenación apropiada de la misma. Las consideraciones que afectan el factor maquinaria son: el proceso o método, tipo de maquinaria, utillaje y equipo, relación hombre-máquina, requerimientos relativos a la maquinaria (espacios forma y altura, peso, ventilación etc.).

#### **1.2.4.3 Hombre**

El hombre es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria, se puede trasladar, dividirle funciones, repartir su trabajo, entrenarle y, generalmente encajarle en cualquier distribución.

Las consideraciones a tomar en cuenta en el factor humano son: condiciones de trabajo y seguridad, necesidades de mano de obra (tipo o nivel de los trabajadores, número de ellos necesarios), utilización del hombre, consideraciones psicológicas o personales, y organización y supervisión.

#### **1.2.4.4 Factor movimiento**

El movimiento de uno o de cualquiera de los tres elementos básicos de la producción (material, hombre y maquinaria) es esencial, pero generalmente el que más se mueve es el material. El movimiento del material es una ayuda efectiva para conseguir rebajar los costos de producción, permite la especialización de los trabajadores, y que las operaciones se puedan dividir o fraccionar.

Las consideraciones sobre el factor movimiento son: patrón de circulación de flujo o de ruta, reducción del manejo innecesario y antieconómico, manejo combinado, guía para la distribución de pasillos, espacios para el movimiento, análisis de los métodos de manejo, equipo de manejo.

#### **1.2.4.5 Factor espera**

El material puede esperar en un área determinada para materiales en espera, a esto se le conoce como almacenamiento. El material también puede esperar en un área de producción, esperando a ser trasladados a la operación siguiente, a esto se le conoce con el nombre de demora o espera.



Las consideraciones del factor espera son: situación de los puntos de almacenaje en espera, espacio para cada punto de espera, método de almacenaje, precauciones y equipo para el material en espera.

#### **1.2.4.6 Factor servicio**

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Estos conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria. Estos servicios comprenden: servicios relativos al personal, accesos, instalaciones para uso del personal, protección contra el fuego, iluminación, calefacción y ventilación, oficinas, servicios relativos a los materiales, control de calidad, control de producción, control de rechazos, mermas desperdicios, servicios relativos a la maquinaria, mantenimiento, distribución de líneas de servicios auxiliares.

#### **1.2.4.7 Factor edificio**

Algunas industrias pueden operar en casi cualquier edificio industrial que tenga el número usual de paredes, techos, pisos y líneas de utilización. Otras en cambio requieren estructuras diseñadas para albergar sus operaciones específicas. El edificio es el caparazón que cubre a los operación, materiales, maquinaria y actividades auxiliares.

Los elementos o consideraciones en el factor edificio son: edificio especial o de uso general, edificio de uno o varios pisos, forma del edificio, sótanos o altillos, ventanas, suelos, cubiertas y techos, paredes y columnas, elementos o particularidades del emplazamiento.

#### **1.2.4.8 Factor cambio**

El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Los cambios envuelven modificaciones en los elementos básicos de la producción (hombre, maquinaria y materiales), en las actividades auxiliares y en las condiciones externas. Uno de los cambios mas serios es el de la demanda del producto, con esto se requiere un ajuste de la producción, por lo tanto de un modo indudable de la distribución.

Las consideraciones para el factor cambio son: flexibilidad de distribución, adaptabilidad y versatilidad de la distribución, expansión, cambios externos, instalaciones ya existentes que limitan la nueva distribución.

#### **1.2.5 Tipos de distribución**

##### **1.2.5.1 Por posición fija de los materiales**

En este tipo de distribución el material permanece en situación fija y son los hombres y la maquinaria los que se mueven hacia el. Dentro de este tipo de distribución se puede mencionar los montajes de calderas, torres de tendido eléctrico, construcción de carreteras y puentes.

Todos los puestos de trabajo se instalan con carácter provisional y junto al material que se fabrica, se adapta con facilidad a los cambios, no son estables ni los tiempos de trabajo ni las cargas de trabajo, influyen las condiciones climatológicas, dependen del trabajo individual y la mano de obra no suele ser muy especializada.

### **1.2.5.2 Por proceso**

En este tipo de distribución se agrupan todas las operaciones del mismo proceso o tipo, por ejemplo: talleres de fabricación mecánica (tornos, fresadoras, taladradoras).

El material se desplaza entre puestos diferentes dentro de una misma sección o de una sección a otra, es muy versátil siendo posible fabricar en ella cualquier elemento con las limitaciones inherentes a la propia instalación, esta distribución es la más adecuada para procesos intermitente o bajo pedido, se requiere mano de obra calificada y se pueden alcanzar niveles altos de producción a través del incentivo al personal.

### **1.2.5.3 Por producto**

En este tipo de distribución, las máquinas o maquinaria se colocan en forma ordenada y consecutiva según el orden de los procesos que necesita un producto para su elaboración.

Con este tipo de distribución se consigue mejorar el aprovechamiento de la superficie requerida para la instalación, el material en curso de fabricación se desplaza de un puesto a otro, reduciendo las existencias de materiales en proceso, permite un mayor grado de automatización en la maquinaria, no permite la adaptación inmediata a otra fabricación distinta para la diseñada. Su principal problema es lograr la continuidad de sus operaciones, cualquier avería en las instalaciones ocasiona un paro total, el incentivo de la mano de obra depende del trabajo en conjunto y la maquinaria es de costo elevado, pero la mano de obra no es calificada, es más barata.

## **2. DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN PLANTA**

### **2.1 Tipo de distribución actual de la planta**

La Industria Panificadora actualmente cuenta con una distribución combinada, esto quiere decir que su distribución es por proceso y por producto, no se puede mencionar que sea una sola porque sus actividades no suceden de esa manera, por ejemplo, la distribución por proceso se maneja porque parte de la maquinaria está distribuida de acuerdo con el orden de elaboración del proceso pero además está ubicada de manera que se necesita movilizar el producto en proceso a la maquinaria que se necesita para su transformación.

### **2.2 Diagramas y descripción del proceso**

#### **2.2.1 Descripción del proceso**

El proceso que se describe a continuación corresponde a la planta de producción número dos, donde se realiza la elaboración de panes precocidos congelados. Este tipo de proceso comprende las operaciones de amasado, el reposo, el formado, la fermentación, la precocción, el enfriamiento, la congelación.

- Amasado

El amasado consiste en mezclar y homogenizar una serie de ingredientes, previamente pesados, y transformarlos en una sola masa con

características específicas de elasticidad, homogeneidad y consistencia. Se realiza en amasadoras.

El amasado se compone de dos fases:

El fresado tiene como objetivo mezclar todos los componentes de la masa a excepción de la levadura, que se incorpora cinco minutos antes de finalizar el amasado. El fresado se realiza a velocidad lenta. El agua incorporada es absorbida en gran medida por el almidón y las proteínas, que empiezan a formar el gluten de la masa.

El amasado se realiza a marcha rápida y es cuando se produce la máxima aireación de la masa. Ésta capta el oxígeno del aire que posteriormente se consume por la levadura. La aireación, debida al enérgico trabajo de la amasadora, posibilita los procesos de oxidación de las proteínas y, consecuentemente, afecta la formación de la red del gluten.

El oxígeno se aloja en forma de pequeñas burbujas de aire que posteriormente dan lugar a la alveolada, lugar donde se aloja el gas carbónico durante la fermentación.

A medida que avanza el amasado, la masa va adquiriendo elasticidad y se vuelve lisa, flexible y suave. Progresivamente la masa va despegándose de las paredes de la amasadora. Esto suele ser el inicio del fin del amasado. El tiempo de amasado varía en función del tipo de amasadora, la intensidad o velocidad del amasado y la harina utilizada.

La temperatura de la masa se incrementa progresivamente en el amasado, para lo cual es óptima una temperatura final de 22 °C, ya que facilita el formado de la barra.

- Refinado

El refinado tiene como finalidad el terminar de homogeneizar la masa la cual será procesada en porciones más pequeñas para la continuación del proceso.

- División

La división de la masa es necesaria para asegurar un peso del pan constante (340.2 g) equivalente a 12 onzas y garantizado en la venta.

Parte esencial del proceso: esta máquina actualmente tiene un ritmo de producción de 36 piezas de cuatro onzas por minuto, siendo necesarias para la formación de un pan de tres piezas lo que da un ritmo de producción real de 12 piezas de pan.

En el proceso la masa se divide por medio de pesadoras volumétricas que están formadas por una tolva donde se vuelca la masa, pistones dentro de un cilindro y una cinta transportadora.

La masa entra en el cilindro al ser absorbida por el pistón. El cilindro tiene una capacidad definida para obtener piezas de cuatro onzas.

- Reposado

En la división y el boleado la masa sufre una desgasificación y contracción que afecta a su estructura física, haciéndola más tenaz.

El reposo o periodo de recuperación permite la relajación de la masa, que recupera así parte de su extensibilidad para poder darle forma.

Esta operación se realiza en carros de reposo que están formados por estructuras metálicas. En su interior se encuentran unas latas en las que se depositan las piezas de masa después de su división y que serán guiadas hacia la formadora. El tiempo de permanencia de las bolas en dichos carros es de 60 minutos.

- Formado

El formado es la operación que consiste en dar forma a una porción de masa antes de la fermentación. Ésta será la forma que presentará el pan una vez cocido.

La temperatura óptima de la masa para el formado es de 21 a 23 °C. Durante el dividido y reposo la masa tiende a aumentar su temperatura. Temperaturas superiores a 21 – 23 °C incrementan la fuerza de la masa y dificultan el formado. Para evitarlo, la temperatura del obrador no deberá sobrepasar los 20°C.

A la salida de la formadora, las barras formadas se colocan en bandejas donde fermentarán, se precocerán y se congelarán.

- Fermentación

Se llama fermentación a la serie de reacciones bioquímicas llevadas a cabo por levaduras de género y por bacterias fermentativas, básicamente lácticas y acéticas, que conducen finalmente a la formación de etanol y gas carbónico, y a una serie de fermentaciones secundarias que serán las causantes del aroma y sabor final del pan.

El gas carbónico, en forma de pequeñas burbujas, contribuye al esponjamiento de la masa; la producción de este gas comienza lentamente para acelerarse al final de la fermentación.

Las barras fermentan en cámaras de fermentación que mantienen 26 °C de temperatura y 75% de humedad de manera constante, hasta que la masa ha alcanzado el punto óptimo de fermentación. Tendrá una duración de 1.36 minutos.

- Corte

El corte proporciona al pan la imagen definitiva del producto, haciéndolo más apetecible para el consumidor. El objetivo del corte es el de facilitar la salida del gas carbónico del interior de la masa durante los primeros minutos de el horneado.

Durante la expansión del gas carbónico por efecto de la presión y del trabajo acelerado de la levadura, dicho gas encuentra un punto débil por el que salir hacia el exterior.

En la *baguette* se realizan siete u ocho incisiones suaves y superficiales, inclinadas y simétricas al eje principal de la barra.

- Horneado

La precocción o primera cocción de la *baguette* se realiza generalmente en hornos rotativos. La transmisión del calor en este tipo de horno se realiza por convección (el aire se calienta y recircula aprovechando su temperatura para la cocción del pan).



Dentro de la cámara de cocción se introduce el carro portabandejas y, colocado sobre una plataforma giratoria, el pan va adaptando necesariamente diferentes posiciones relativas ante la corriente de aire caliente.

La temperatura inicial del horno es de 230 °C. El pan se introduce y durante 12 segundos se imprime vapor. Luego se deposita sobre la superficie de la masa y se condensa. El calor del horno debilita la masa, al mismo tiempo que el vapor se fija, retrasando por un corto periodo de tiempo la formación de la corteza. La temperatura de precocción es de 170 °C. Hasta que la masa adquiere una temperatura de 55 °C se acelera la acción fermentativa, y aumenta el volumen del pan. A partir de los 55 °C, las levaduras mueren y se paraliza la fermentación. Este hecho ocurre antes en las capas externas de la masa, de tal forma que cuando ya ha tomado estructura la corteza, aún sigue habiendo expansión en el interior del pan incrementando la presión. El tiempo de horneado es de 15 minutos.

- Enfriado

Una vez ha salido el pan del horno y antes de proceder a las siguientes manipulaciones (empaquetado en atmósfera modificada, aséptica, refrigeración o congelación), el pan debe enfriarse durante cuarenta minutos, tiempo necesario para que la temperatura interna descienda hasta 30 °C.

- Congelación

Una vez enfriado el pan, se conservará por medio de la congelación, el pan conservado por congelación pasa por el túnel de congelación a -40 °C hasta conseguir -12 °C en el interior de la barra.

- Empaquetado

Cuando el pan sale del túnel de congelación debe ser inmediatamente empaquetado en una bolsa de plástico bien cerrada e introducirlo en cajas de cartón especial para congelación. El empaquetado se realizará en salas que deberán estar a baja temperatura, entre 6 °C y 8 °C, para evitar condensaciones. Una vez empaquetado, se almacenará a temperatura constante, de -18 °C.

### **2.2.2 Diagrama de operaciones del proceso**

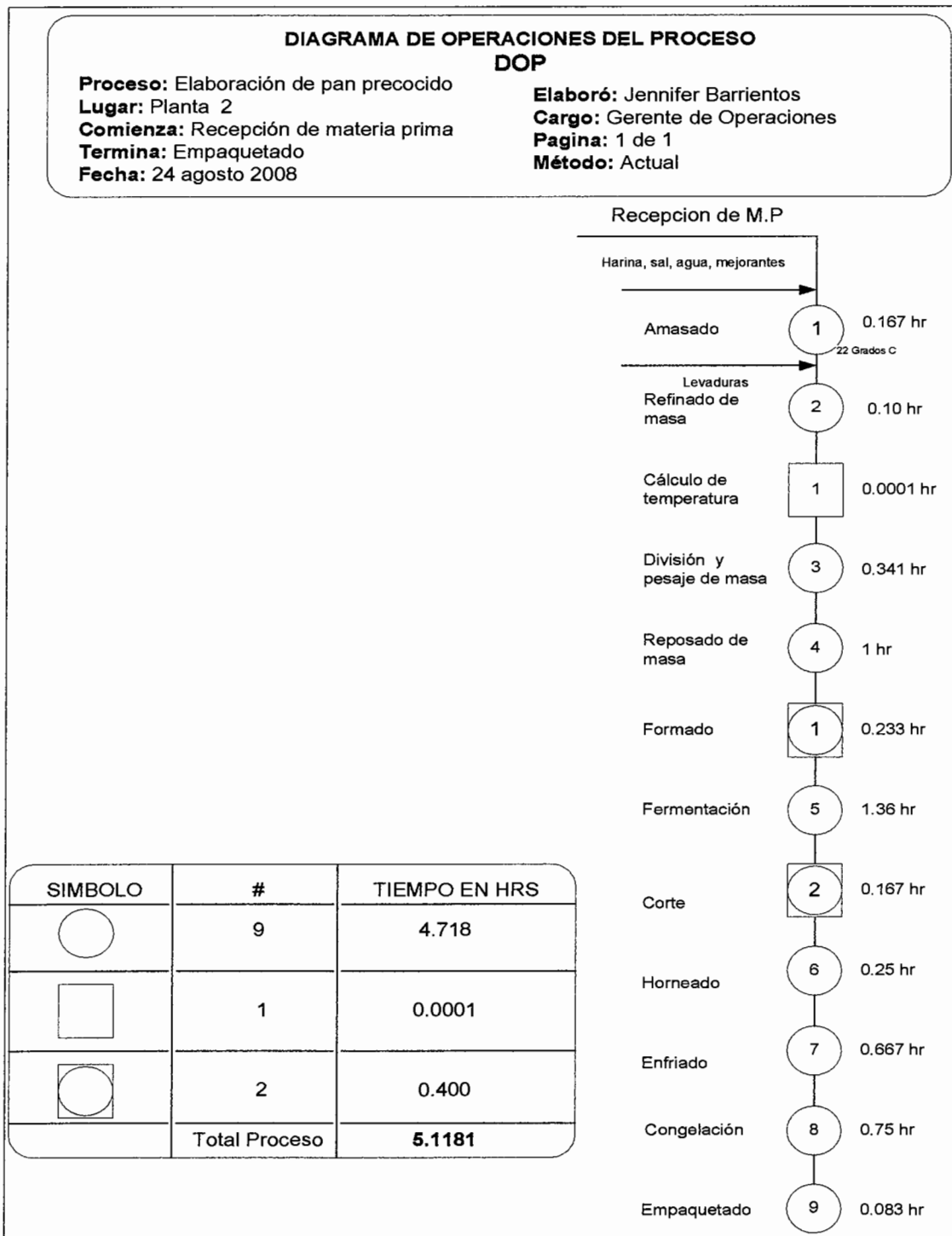
Parte de la comprensión de la necesidad de una redistribución de planta para la industria bajo estudio, se basa en el diagrama de operaciones del proceso de elaboración de pan precocido.

La representación gráfica del proceso de manera secuencial y ordenada del proceso permiten tener de manera esquemática y global la elaboración del pan, y esto dará como resultado el aprovechamiento o desperdicio de actividades comprendidas en este.

Con base en, y mediante los símbolos de la nomenclatura general, se pondrá a la vista la cadena de actividades para poder dar así un factor de redistribución conveniente para la planta 2.

Este diagrama permitirá comparar contra el diagrama de flujo de operaciones del proceso, ya que permite ver condiciones ideales del proceso, es decir cumplir con los principios de la distribución de planta conceptualizados en los puntos anteriores.

Figura 1. Diagrama de operaciones actual



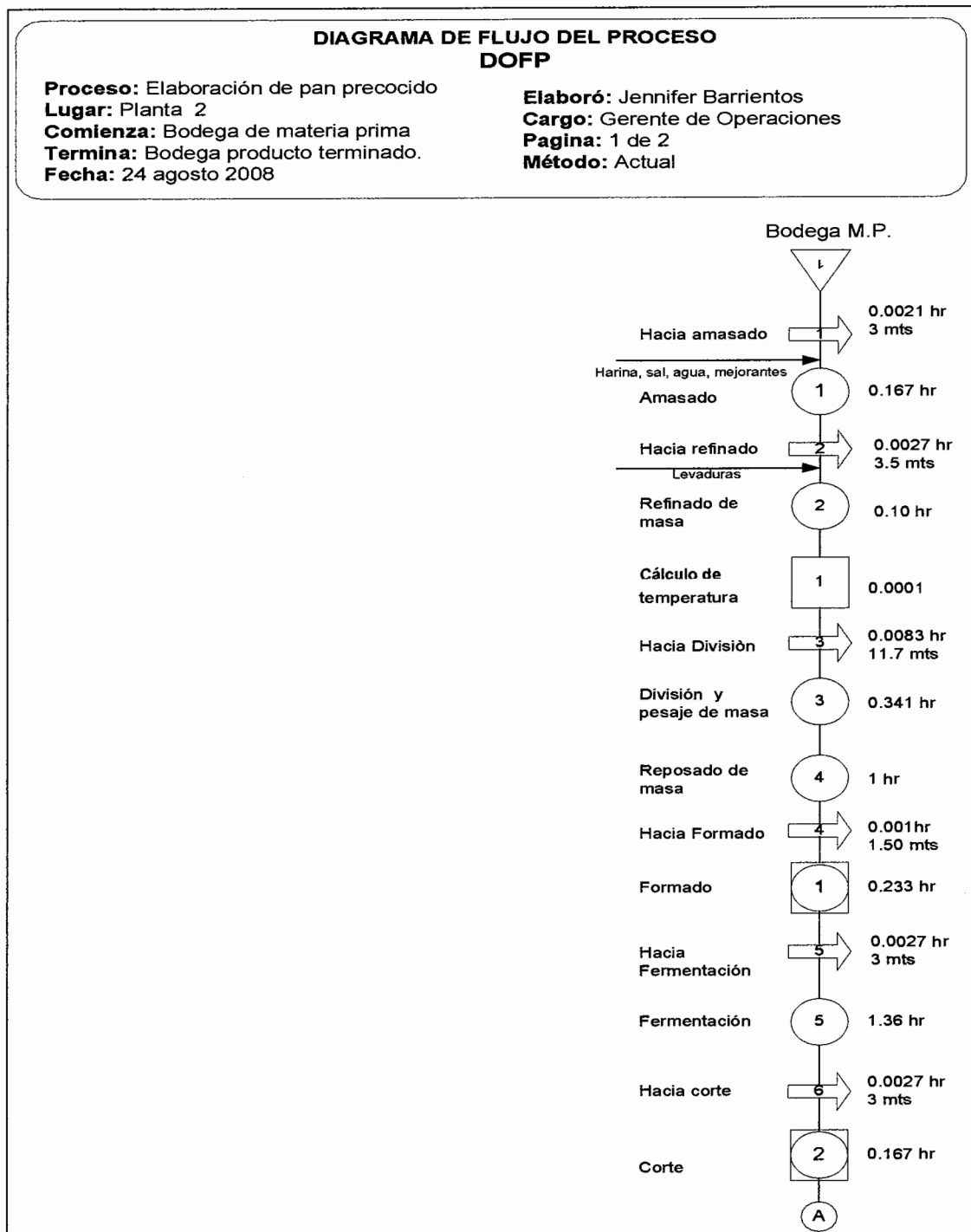
### **2.2.3 Diagrama de flujo del proceso**

El diagrama de flujo del proceso nos muestra los traslados y almacenamientos que el pan tiene dentro de la distribución de planta actual, en el se perciben aspectos de flujo de materiales, así como la participación de las máquinas. Es la principal herramienta para el diagrama de recorrido que permitirá analizar los factores de redistribución basados en los principios de una distribución de planta.

El diagrama también mostrará que distancias recorridas son susceptibles de reducirse con base en la redistribución de maquinaria, para que se proponga de manera que el proceso optimice su tiempo, mano de obra requerida directa.

El diagrama de flujo muestra el involucramiento de las bodegas de materia prima y de producto terminado y cómo interactúan con el departamento de producción, lo cual da un excelente parámetro de decisión para realizar movimientos dentro de la planta o su exterior contiguo con el fin de reducir los tiempos de producción.

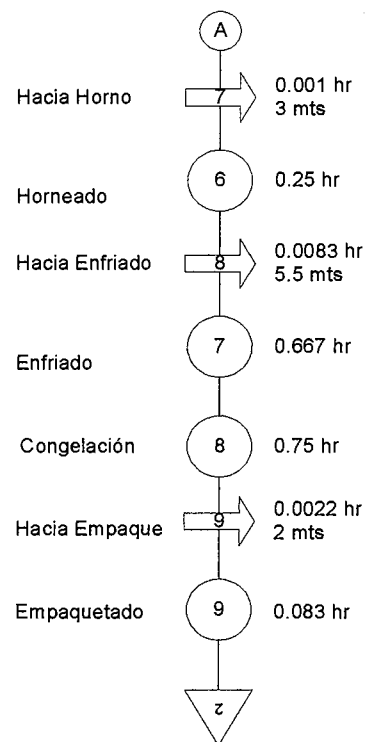
Figura 2. Diagrama de flujo actual



**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO  
DOFP**

**Proceso:** Elaboración de pan precocido  
**Lugar:** Planta 2  
**Comienza:** Bodega de materia prima  
**Termina:** Bodega de producto terminado  
**Fecha:** 24 agosto 2008

**Elaboró:** Jennifer Barrientos  
**Cargo:** Gerente de Operaciones  
**Página:** 2 de 2  
**Método:** Actual

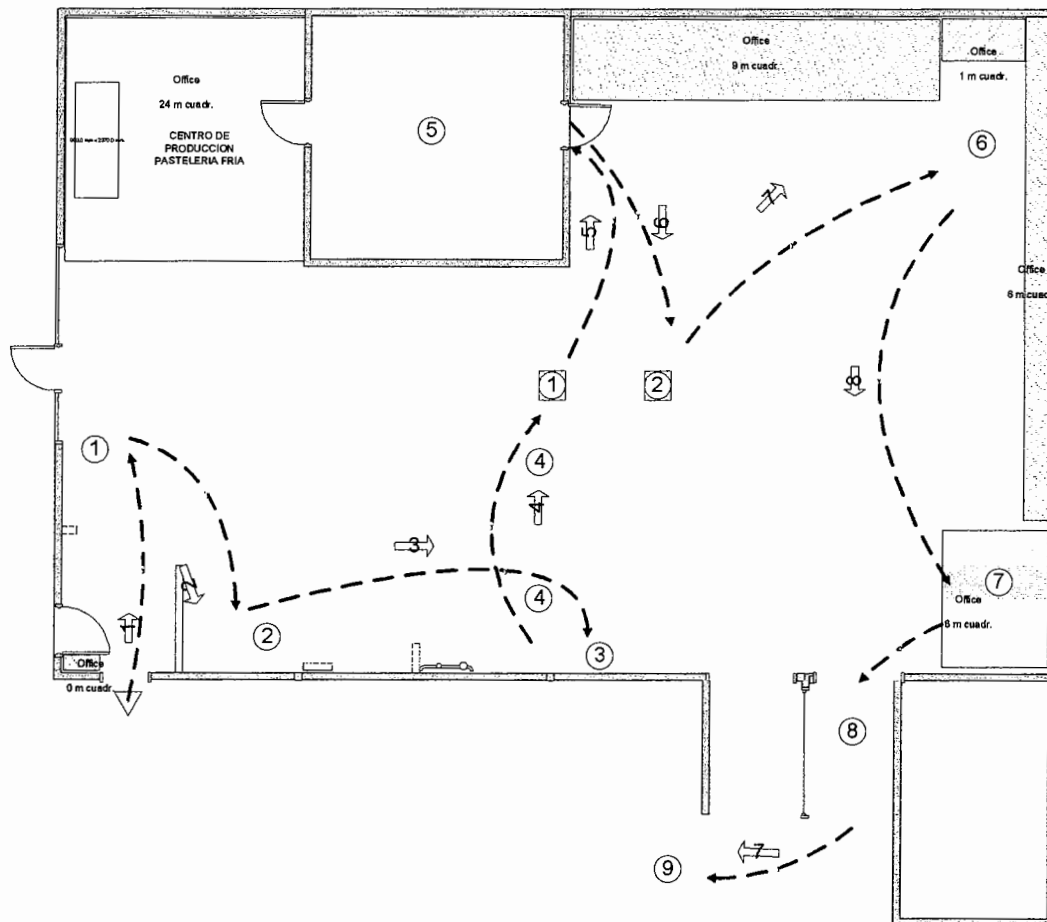


SIMBOLO	#	TIEMPO	METROS
	9	4.718	
	1	0.0001	
	2	0.400	
	9	0.031	36.2
	2		
<b>Total Proceso</b>		<b>5.1491</b>	<b>36.2</b>

## 2.2.4 Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido actual, el cual será analizado en los aspectos que influyen para la redistribución, ya que muestra a simple vista un desorden e incumplimiento a varios principios de una distribución eficiente y que cumpla con los objetivos de producción.

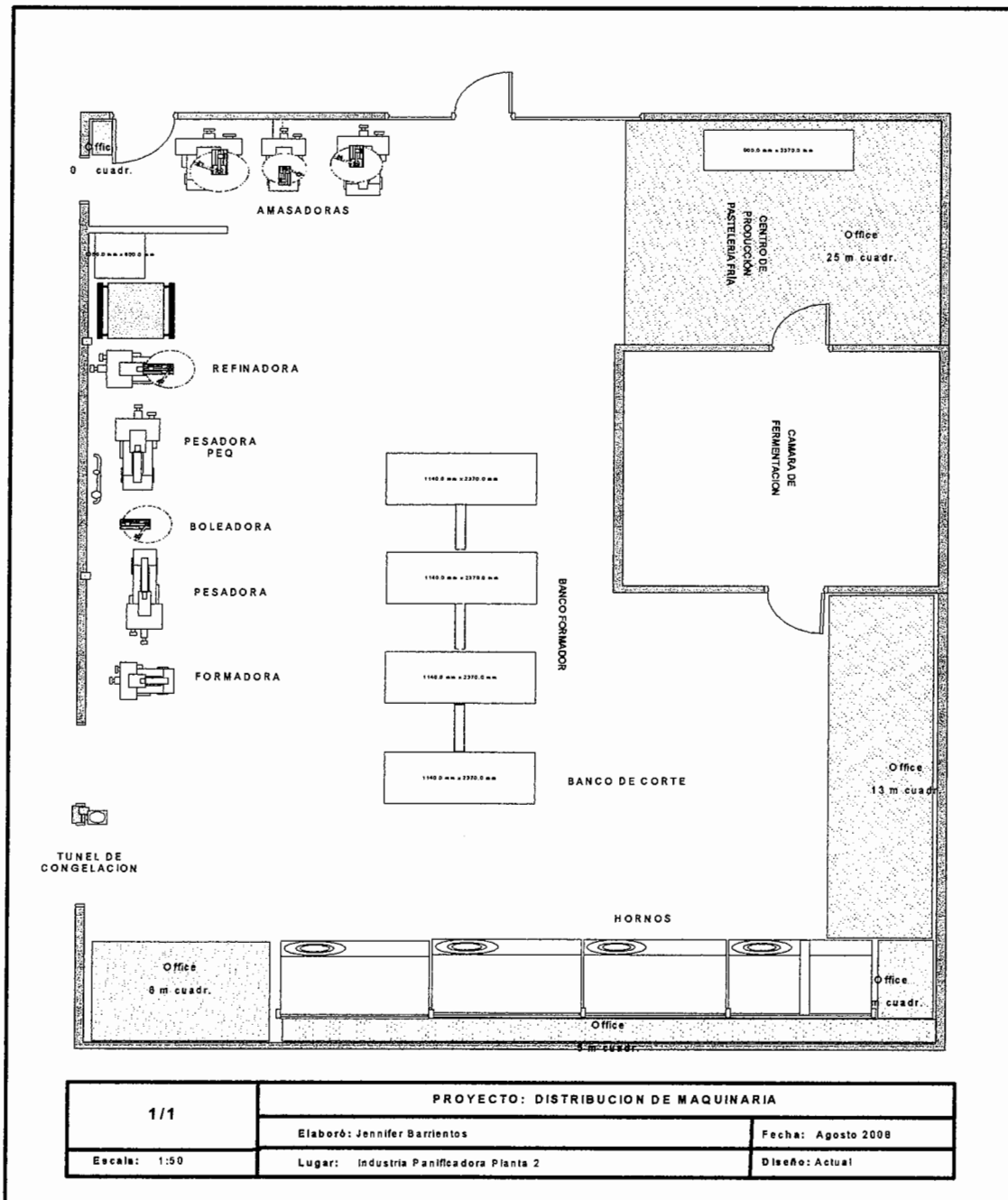
Figura 3. Diagrama de recorrido actual



Fuente: Diagramas de proceso en planta

## 2.2.5 Diagrama de distribución actual de maquinaria

Figura 4. Distribución de maquinaria actual



Fuente: Empresa bajo estudio



El punto crítico de la redistribución es la maquinaria, ya que se ha analizado el cambio de tres máquinas, a la adquisición de una sola que cumpla las funciones de éstas y reducir el tiempo en una de las operaciones del proceso.

También, la disposición se analizará para cumplir efectivamente con los principios de una planta en cuanto a su óptimo proceso.

### **2.3 Aspectos que influyeron para el rediseño de la distribución en planta**

Los aspectos más importantes que influyen en la redistribución de planta y maquinaria se reducen a dos muy importantes, como: la reducción de mano de obra directa y la reducción de los tiempos de fabricación a través del cambio de maquinaria y la disposición de la misma. Se tomarán los aspectos que son intangibles, como: el plan de producción y las estaciones en las cuales se divide el proceso, demanda diaria.

Los aspectos tangibles, la disponibilidad de maquinaria, y la disposición física, aumento de capacidad de producción a través de la misma, se evalúan para hacer la comparación de beneficios propuestos.

#### **2.3.1 Producción**

Esta comprende el máster de producción, el cual es dado al operario que retira y traslada las materias primas hacia el área de mezclado, además comprende cantidades previamente analizadas por el jefe de producción.

- **Demanda**

La demanda del *baguette* para una semana, según datos de la empresa bajo estudio, es de 40 quintales semanales para cubrir los puntos de venta propios, así como el de los requerimientos a pedido que puedan ingresar.

- **Ritmo de producción requerido**

Para cumplir con la demanda y satisfacer los inventarios es necesario tener un ritmo de producción de 1.00 quintales por hora, tomando en cuenta todos los factores de ambiente, maquinaria y mano de obra.

- **Jornada de producción**

La jornada establecida para la producción es diurna normal, ya que se trabaja en horario de siete de la mañana a cinco de la tarde de lunes a jueves y hasta las cuatro los días viernes, no se producen los días sábados utilizados para el mantenimiento de la maquinaria.

La jornada si fuese necesaria se puede extender en horas extras, entrando a horas previas, y cumplir con lo requerido por lo demanda, esto a su vez permite flexibilidad en la producción.

- **Ciclo de producción**

En el proceso del *baguette* pueden denotarse las actividades de manera que se establezcan estaciones de trabajo y trabajarlas por separado para analizar posibles cambios que optimicen los procesos.

Cada estación puede estar comprendida por varias operaciones, el objetivo es buscar alternativas para la reducción de tiempos y recursos en cada etapa.

Tabla I. **Esquema de operaciones en estaciones**

# Operación	Tiempo/qq	Tiempo requerido/qq	Estación
1	0.1667	1.36	1
2	0.100	1.36	1
3	0.341	1.36	2
4	1.000	1.36	2
5	0.233	1.36	3
6	1.360	1.36	4
7	0.167	1.36	5
8	0.250	1.36	5
9	0.667	1.36	5
10	0.750	1.36	6
11	0.083	1.36	6

Fuente: Diagrama de recorrido

### 2.3.2 Ritmo de producción actual

La planta de la empresa bajo estudio actualmente tiene un ritmo de producción de seis con cuarenta y siete quintales diarios, lo cual indica que no cumple con un margen de 28% por debajo de la producción requerida, pero la demanda del producto puede variar e incrementar, lo que incurriría en insatisfacción mayor, tanto al cliente interno como al externo.

### 2.3.3 Demanda del pan baguette

Este sigue siendo un factor a tomar en cuenta y analizarlo respecto a la información que se tiene actualmente, debido a que un incremento sensible puede hacernos caer en un faltante, el cual afectaría la calidad de servicio.

- **Demanda histórica**

A través de los años, la empresa bajo estudio ha tenido un sensible crecimiento de la demanda de esta línea de pan.

Tabla II. **Demanda de pan baguette**

<b>Año</b>	<b>Quintales demandados</b>
2004	1215
2005	1355
2006	1489
2007	1793
<b>2008</b>	<b>1584</b>

Fuente: Depto. de operaciones

El dato del año 2008 está dado al mes de agosto, por lo que se observa un incremento sostenido de la demanda de este producto, por políticas de la empresa bajo estudio solo se puede mencionar que esta línea de producto representa un segmento importante para la empresa, pero estos datos se utilizarán para cuantificar y proyectar una demanda, la cual justificará la redistribución de maquinaria y de planta.

- **Proyección de demanda pan baguette**

Se realizó una proyección independiente para la línea de pan *baguette* teniendo como base la información histórica proporcionada en la tabla II; se utilizan como herramienta de análisis, un gráfico de dispersión , obteniéndose la siguientes funciones: bases, la función lineal,  $Y=187X+996$  con un coeficiente de correlación de 0.976, la función potencial  $Y=1178*X^{0.259}$  con un coeficiente de correlación de 0.944, la función exponencial  $Y=1056*e^{0.126X}$  con un coeficiente de correlación de 0.987, se tomó la de mayor ajuste y coeficiente más cercano a la unidad, siendo esta la función exponencial.

Se tomó un horizonte de cinco años para la proyección de la demanda, la cual dará un factor mayor en la decisión de redistribuir la maquinaria y la disposición de la misma.

Tabla III. **Proyección de la demanda de *baguette***

<b>Año</b>	<b>Proyección en qq</b>
2009	1883
2010	2136
2011	2422
2012	2748
2013	3118

Fuente: Algoritmo propio

La demanda entonces es el primer factor a considerar para la redistribución y que influyen directamente en la producción, por lo que se analizará cómo reducir los tiempos de fabricación.

## 2.4 Maquinaria

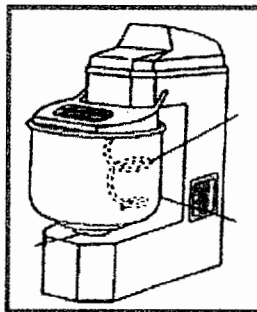
La maquinaria utilizada en el proceso se analizó por estación de trabajo, describiéndose cada una de las que participa, su capacidad de producción y la disponibilidad de las mismas.

### 2.4.1 Amasadoras

La función principal es la de homogeneización de las materias primas, actualmente el proceso se lleva a cabo en una amasadora, la cual tiene una capacidad de seis quintales por hora, pero no cumple la totalidad de la operación de amasado, ya que la masa necesita una segunda operación de refinado.

Sobre el proceso influye en las cargas y descargas a las amasadoras, con un transporte que obstruye el paso en determinadas ocasiones para el traslado de otros productos que se elaboran.

Figura 5. **Amasadora utilizada actualmente**



Fuente: Gráficas de máquinas de industria panificadora

Por políticas de la empresa sólo se mostrarán algunas ilustraciones del equipo, para dar una visión cercana de la funcionalidad del equipo; en este caso si se podrá observar la amasadora cotizada con anterioridad para la mejora del proceso.

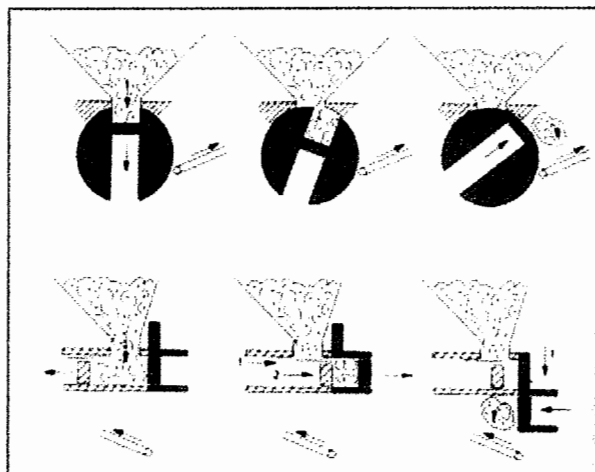
### 2.4.2 Refinadora

La refinadora es básicamente una amasadora como función principal, pero en este caso se le da la consistencia y temperatura necesaria antes del traslado a la divisora.

### 2.4.3 Divisora

Su función principal es hacer cortes homogéneos. Un *baguette* necesita de tres bolas de masa para conformar uno, y lo bolea, esta se alimenta a través de una tolva y es constante, necesita de alimentación manual.

Figura 6. Esquema de divisora de masa



Fuente: Gráficos de máquinas industria panificadora

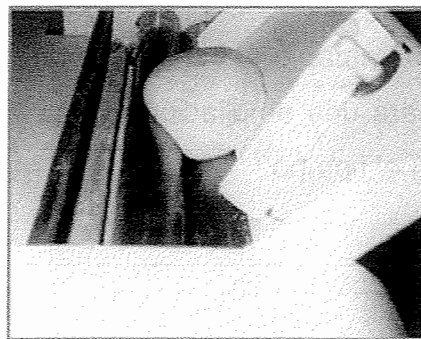
El reposo es una operación necesaria con la maquinaria actual, ya que esta al salir de la divisora cambia propiedades, no es mas que como se describió en el proceso, la colocación de las bolas ya pesadas y unidas en latas y carretillas, siendo estas las carretillas donde se trasladan las bandejas en todo el proceso.

Por tanto no se le toma en cuenta como un equipo realmente, sino un mecanismo de descanso de expansión, aquí esta entonces se relaja simplemente.

#### **2.4.4 Formadora**

Aquí se le da la forma que el pan debe llevar, esta es previa a la fermentación, se alimenta entonces y la masa pasa por un rodillo.

**Figura 7. Alimentación de formadora**



Fuente: Empresa bajo estudio

Estas internamente sufren la formación necesaria, pero la maquinaria no hace los arreglos en las bandejas lo cual hace necesaria la intervención de mano de obra, a la salida de la formadora.



#### 2.4.5 Cámara de fermentación

Esta es la más importante del proceso, en ella se llevan a cabo toda la fermentación, es decir que de ella depende los aromatizantes, sabor y demás condiciones que deberá llevar el pan.

Figura 8. Cámara de fermentación



Fuente: Empresa bajo estudio

La cámara es programable dependiendo de la línea de panificación que se desea obtener, se hará una ampliación de espacio para un quintal más, lo que reduciría en un 50% el tiempo.

#### 2.4.6 Corte

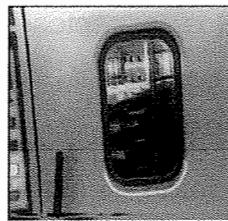
Son mecanismos instalados en bancos en el cual se realizan los cortes y forma final ya con los adornos necesarios, estos son dispositivos de corte que facilitan y estandarizan la operación de corte.

De estos dispositivos depende el escape de gases en el mismo en el horneado.

### 2.4.7 Horno

Los hornos son los que realizan la operación de precocido, estos están dispuestos de manera frontal a la cámara de fermentación.

Figura 9. **Vista externa de horno de precocido**



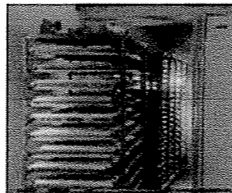
Fuente: Empresa bajo estudio

Sus dispositivos de rotación son circulares, para dar una uniformidad en el horneado, y así obtener los resultados esperados.

### 2.4.8 Túnel de congelación

Estos túneles están dispuestos perpendicularmente a las puertas de los hornos en la planta, su operación previa es la de enfriado que al igual que el reposo, permanecen en carretillas, y luego pasan a los túneles que le da el punto de congelación necesario, descrito en el proceso.

Figura 10. **Túnel de congelación**



Fuente: Empresa bajo estudio

## 2.5 Mano de obra

La mano de obra involucrada en los procesos de elaboración de pan baguette, tienen una intervención fundamental en el producto terminado, ya que participan en cada una de las operaciones, el traslado del producto y aspectos de control.

Como se definió en los aspectos de producción se establecieron estaciones en la planta para el proceso.

Tabla IV. **Distribución de mano de obra por estación**

<b>Estación</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Mano de obra</b>
1	Amasado y refinado	1
2	División y Reposo	2
3	Formado	8
4	Fermentado	1
5	Corte, horneado y enfriado	2
6	Congelado y empaque	2

En cada una de las operaciones participan alternativamente los operarios, en la operación de amasado y refinado una persona que es la misma puede realizar ambas operaciones.

En la división y reposo participan dos operarios, siendo los mismos para el formado, también se involucran aquí seis operarios en el formado, en el fermentado solo participa un operario.

En corte los mismos que en la división, estos a su vez hornean y colocan en enfriamiento las carretillas, el empaque y el control del túnel, está a cargo de dos operarios independientes al proceso dentro de la planta.

La supervisión del proceso es llevada a cabo por el jefe de control de calidad, quien verifica todas las líneas de pan elaboradas.

El jefe de producción elabora los másteres de producción, reportes de producción, carga y descarga de inventarios y la administración del personal.

### 2.5.1 Costo actual de mano de obra

El costo de mano de obra en la empresa bajo estudio es un costo fijo mensual, ya que esta es la política de pago, a sus colaboradores tanto en la mano de obra indirecta como la directa.

Tabla V. Costo de mano de obra

Rubro	Personal	Costo por hora	Total hora
Mano directa	11	Q. 6.89	Q. 75.85
Mano indirecta	2	Q. 22.91	Q. 45.83
Obligaciones patronales			Q. 15.41
Prestaciones			Q. 30.42
<b>TOTAL MANO OBRA</b>			<b>Q. 167.51</b>

## 2.6 Relación hombre-maquina

Después de analizar los factores de la producción, maquinaria y mano de obra por separado queda el análisis del proceso mediante la relación hombre-máquina.

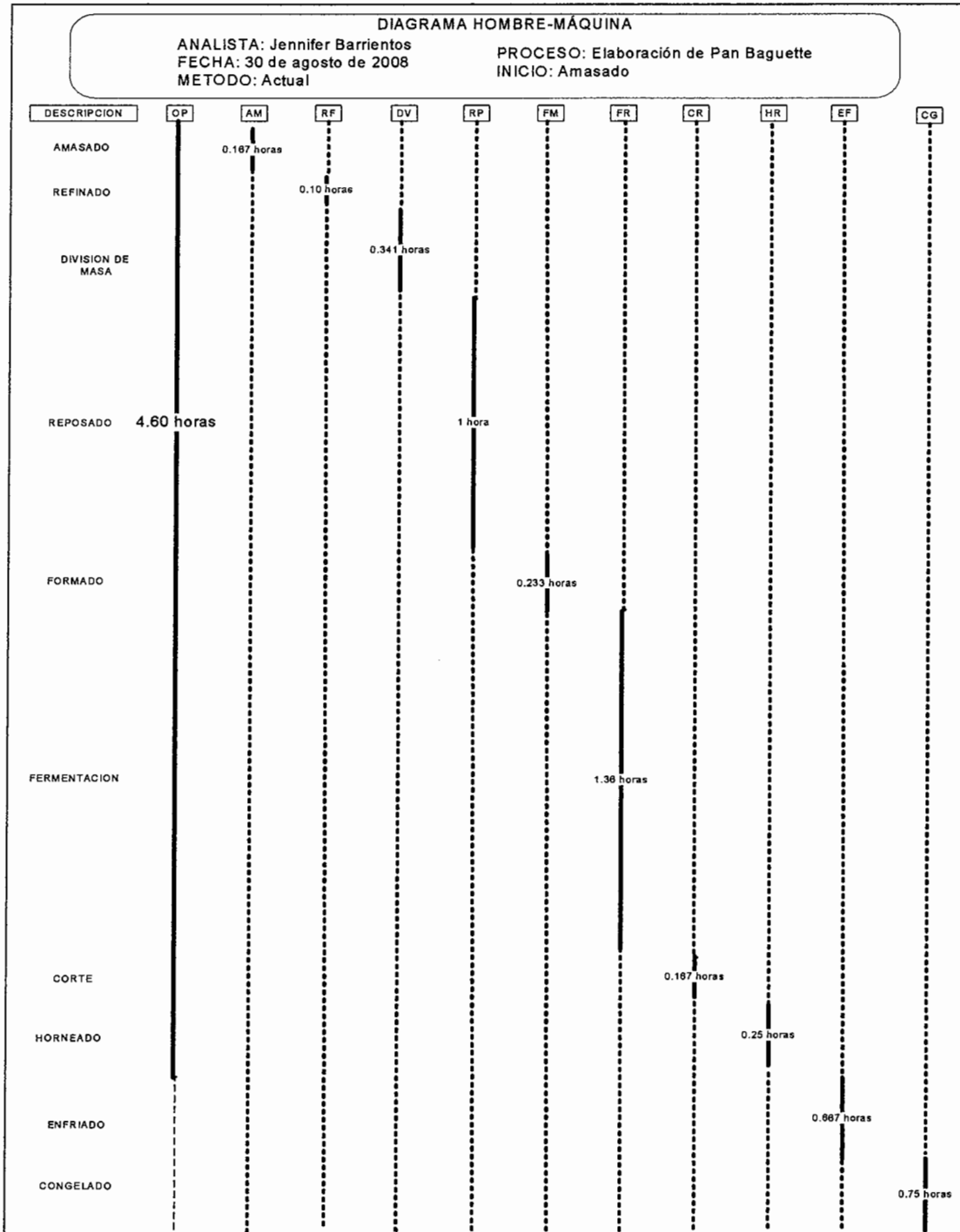
Este diagrama tiene como finalidad establecer los tiempos de participación y relación del operario, y la maquinaria utilizada en la elaboración de pan *baguette*.

Es importante que la escala del diagrama sea la correcta para poder diferenciar y establecer los tiempos muertos, relacionados estos con la maquinaria, y los tiempos de ocio de los operarios.

También ayuda a establecer la asignación de maquinas en el proceso para los operarios que la empresa bajo estudio tiene.

Este es un factor importante que permitirá en la propuesta comparar los beneficios obtenidos y el reordenamiento del personal asignado para la elaboración de pan *baguette*.

Figura 11. Diagrama hombre-máquina actual



El análisis del diagrama muestra el tiempo de ciclo descrito en la producción actual de la maquinaria, y también se encuentra que existen tiempos de ocio y muertos, entonces en la propuesta se hará énfasis en los aspectos evaluados.

**Tabla VI. Cálculo de tiempos muertos y ocio**

<b>Proceso</b>	<b>T OP</b>	<b>T AT</b>	<b>T OC</b>	<b>T MT</b>	<b>CICLO</b>
<b>Operarios</b>	4.600	N/A	<b>0.72</b>	N/A	5.32
<b>AM</b>	0.167	0.03	N/A	<b>5.123</b>	5.32
<b>RF</b>	0.100	0.03	N/A	<b>5.190</b>	5.32
<b>DV</b>	0.341	0.02	N/A	<b>4.959</b>	5.32
<b>RP</b>	1.000	0.02	N/A	<b>4.300</b>	5.32
<b>FM</b>	0.233	0.03	N/A	<b>5.057</b>	5.32
<b>FR</b>	1.360	0.03	N/A	<b>3.930</b>	5.32
<b>CR</b>	0.167	0.03	N/A	<b>5.123</b>	5.32
<b>HR</b>	0.250	0.03	N/A	<b>5.040</b>	5.32
<b>EF</b>	0.667	0.03	N/A	<b>4.623</b>	5.32
<b>CG</b>	0.750	0.03	N/A	<b>4.540</b>	5.32

Fuente: Diagrama hombre-máquina

Ya que el proceso es continuo, se comparará en la solución propuesta los resultados de los tiempos muertos, se establecerá los beneficios que se obtuvieron con los cambios en qué medida optimiza el proceso de elaboración de pan baguette.

### **3. SITUACIÓN PROPUESTA PARA EL REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

La situación propuesta se basa en los cambios que la empresa bajo estudio debe realizar y mejorar ostentablemente su proceso, en todos los principios y factores involucrados y que son susceptibles al cambio.

#### **3.1 Tipo de distribución propuesto**

Ya que los operarios actuales son altamente capacitados, la necesidad de un cambio de producto frecuente, de manejar menor cantidad de productos en proceso, y seguir con un estricto control del proceso, es lo que se busca. Por lo que el esquema no variara, se mantendrá una distribución combinada, por producto y proceso, con esto se garantiza cumplir con los aspectos mencionados.

#### **3.2 Diagrama y descripción del proceso propuesto**

##### **3.2.1 Descripción del proceso**

El proceso si variará notablemente, ya que se propone una máquina de línea baguetera que elimine a las de división, así como la de los operarios entonces el reposo se reduce considerablemente.

También se propone la adquisición de una amasadora que refina intrínsecamente la masa quedando lista para la operación de división y pesaje.



El centro de producción de pastelería fría será cambiado hacia otra parte de la planta, por lo que queda el espacio para el ingreso a la cámara fermentadora.

- **Amasado**

El amasado se reduce a una sola fase de operación, la cual hace que no se necesite la máquina refinadora, ya que la amasadora propuesta cuenta con la capacidad de homogeneizar la masa, le da la hidratación necesaria dejándola en el punto para ser trasladada hacia la nueva máquina. También la propuesta de división-reposo-formado, se describirá a continuación.

El costo de la amasadora es de Q.50,000.00 y su ubicación cambiará la distribución de planta.

La estación en el proceso anterior tenía un tiempo de 16 minutos, reduciéndolo ahora a un tiempo de nueve minutos por quintal procesado, dando un ahorro en tiempo de proceso de 56% en la estación.

- **División-reposo-formado**

Estas operaciones se reducen a una sola máquina, esta línea baguetera proporciona un reposo menor, ya que tiene propiedades que reducen su tiempo y la formación, ya no necesita de formación de mano de obra la realiza automáticamente y coloca bandeja tras bandeja a los niveles de altura de la carretilla, quedando también obsoleto el banco de formación de baguettes.

El costo de la línea baguetera es de Q.500,000.00 y es utilizada por la línea de pan.

El beneficio principal es la reducción de tiempo en el reposo, la mano de obra en la formación y el ritmo de producción que es de 30 panes: se programa el peso de 12 onzas, para que salga en la formación con ese peso, lo cual reduce el tiempo de fabricación, como se verá en los diagramas de procesos.

- **Fermentación**

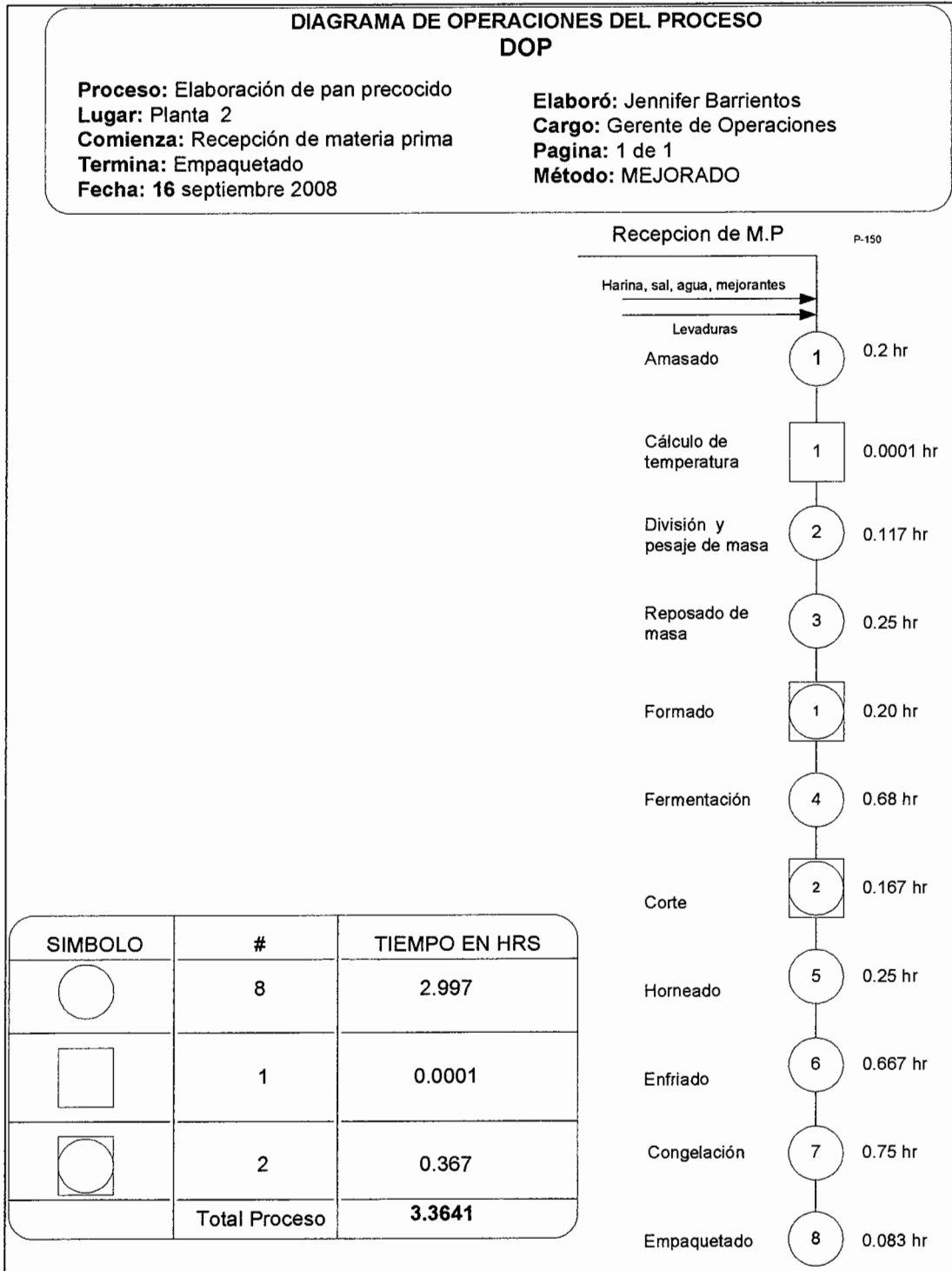
La fermentación cambia en la capacidad, ya que se propone una ampliación en la cámara; además se modifica la entrada hacia la cámara debido a que el centro de producción de pasteles fríos será trasladado a un costado del túnel de congelación, en un espacio libre que no se estaba utilizando.

Las operaciones siguientes a la de fermentación no sufren cambios, ya que se consideró que no afectan los principios de distribución de planta, por lo que los cambios serán de este proceso hacia atrás.

### **3.2.2 Diagrama de operaciones del proceso mejorado**

El diagrama como se observará, cambia radicalmente en sus operaciones, ya que la maquinaria propuesta erradica y minimiza los actuales tiempos de fabricación.

Figura 12. Diagrama de operaciones mejorado



Como se describió en el proceso, las operaciones sufrieron cambios radicales en puntos críticos, se reduce el proceso en un 40%, lo cual implicara que hay un cambio en los diagramas posteriores, ya que la maquinaria fue redistribuida con base en los principios fundamentales, y la adquisición de la nueva maquinaria impacta directamente en las operaciones, y también en las distancias recorridas por el material y los operarios.

Las operaciones modificadas son la del amasado, en la máquina y el proceso nuevo, ya no necesita del procedimiento de refinado. La nueva amasadora cuenta con la capacidad de homogeneizar la masa dando paso así a la división.

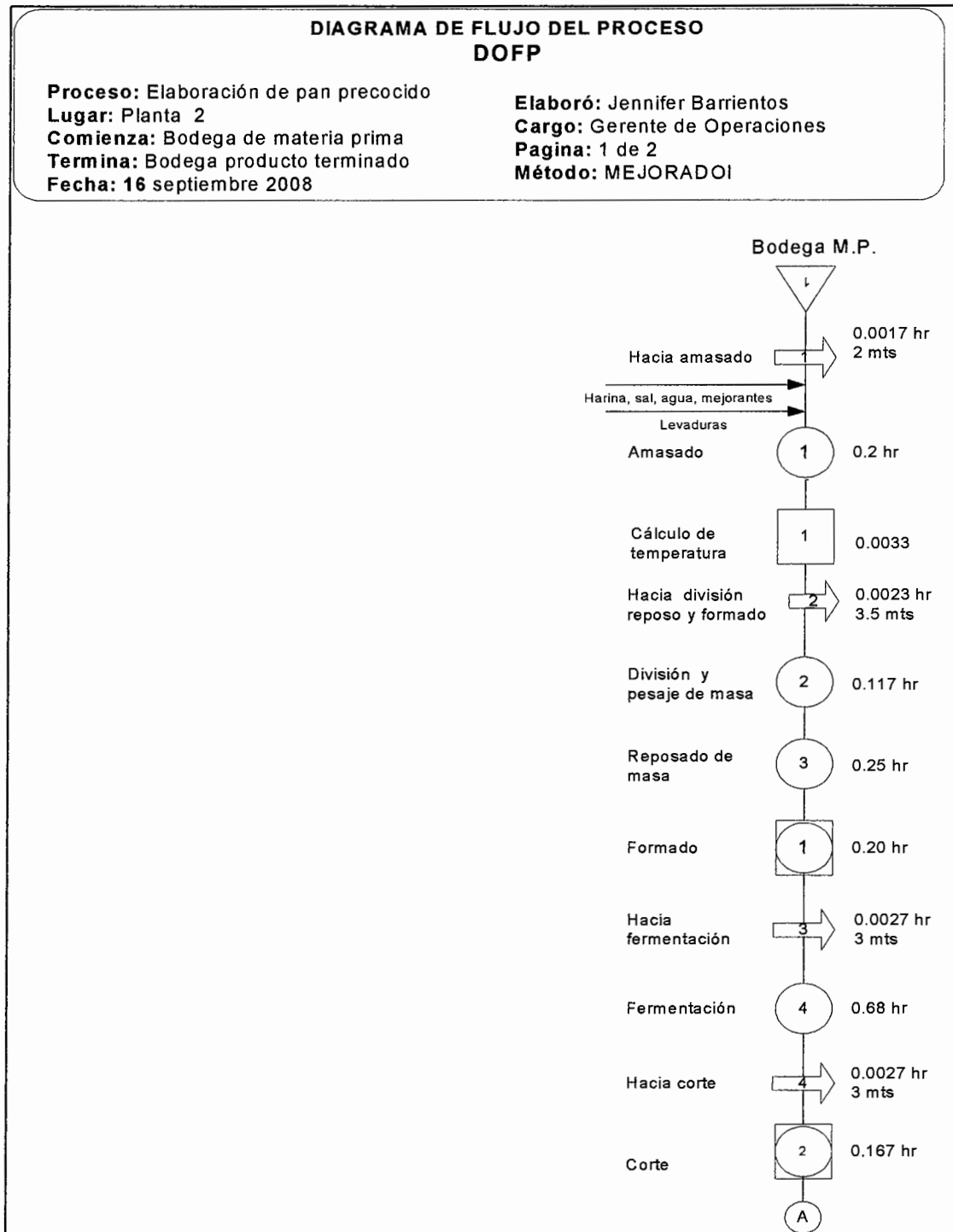
La división, reposo y formado, gracias a las características de la maquinaria propuesta, mantienen sus operaciones con el trabajo de una sola máquina en lugar de tres como era el proceso anterior.

La cámara de fermentación también tuvo una modificación en cuanto a su capacidad de fermentación en volumen, y permitió atacar el cuello de botella que es la fermentación con una reducción de 47% del tiempo actual.

### **3.2.3 Diagrama de flujo del proceso mejorado**

Debido a la redistribución de maquinaria y habilitación de un área nueva, las distancias recorridas se mejoraron, tanto como el flujo de materiales y operarios que participan en el proceso.

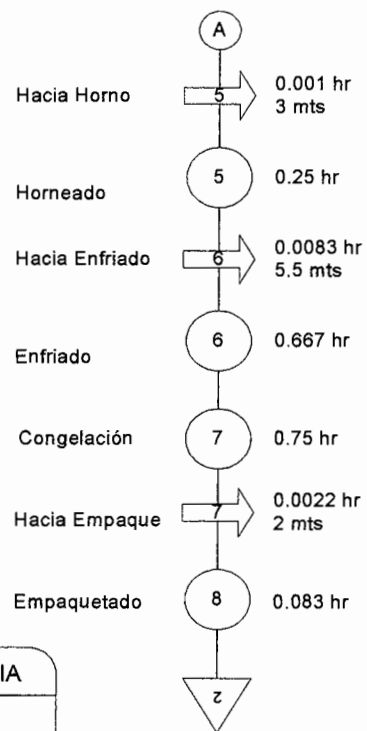
Figura 13. Diagrama de flujo mejorado



**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO  
DOFP**

**Proceso:** Elaboración de pan precocido  
**Lugar:** Planta 2  
**Comienza:** Bodega de materia prima  
**Termina:** Bodega de producto terminado  
**Fecha:** 16 septiembre 2008

**Elaboró:** Jennifer Barrientos  
**Cargo:** Gerente de Operaciones  
**Página:** 2 de 2  
**Método:** MEJORADO!



SIMBOLO	#	TIEMPO	DISTANCIA
	8	2.997	
	1	0.0001	
	2	0.367	
	7	0.0209	22
	2		
	<b>Total Proceso</b>	<b>3.385</b>	<b>22</b>

### 3.2.4 Diagrama de recorrido mejorado

El recorrido cambio radicalmente en cuanto a traslados, flujo de materiales y posicionamiento de la maquinaria nueva y la existente, con lo que se logra una mejor eficiencia del proceso.

Tabla VII. Comparación de eficiencia de recorrido

Diagrama	Tiempo	Diagrama	Tiempo	Eficiencia
DOP ACTUAL	5.118	DOFP ACTUAL	5.149	0.9939
DOP MEJORADO	3.364	DOFP MEJORADO	3.385	0.9937

Fuente: Diagramas de procesos

Se observa que la eficiencia de recorrido mejoró en un 0.02%, pero el beneficio más tangible y permisible se da en los tiempos de ciclo de producción.

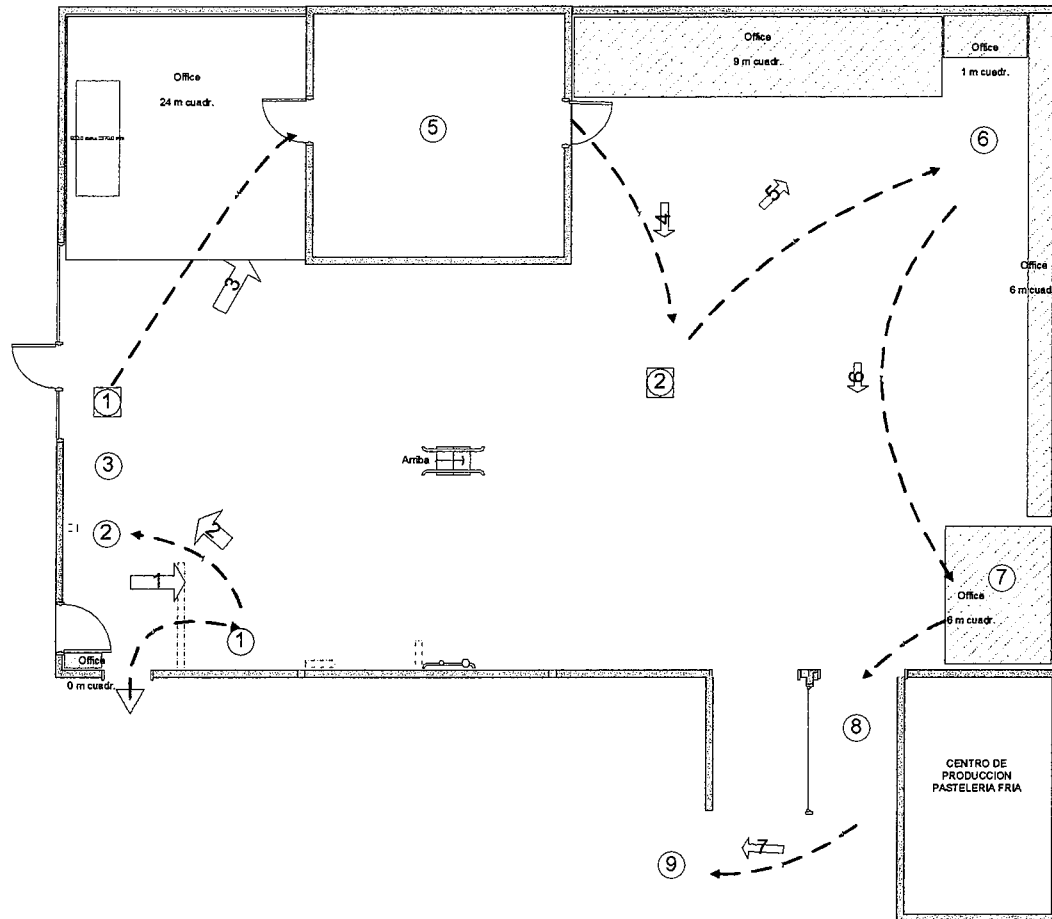
Tabla VIII. Comparación de eficiencias de ciclo

Diagrama	Tiempo de ciclo actual	Tiempo de ciclo mejorado	Reducción
DOP	5.118	3.364	34.3%
DOFP	5.149	3.385	34.2%

Fuente: Diagramas de proceso

El ciclo se redujo en 34%, lo cual representará un aumento de la producción actual de 6.47 quintales a 10.67 quintales, anualmente representaría 2,817 quintales.

Figura 14. Diagrama de recorrido mejorado



Fuente: Empresa bajo estudio

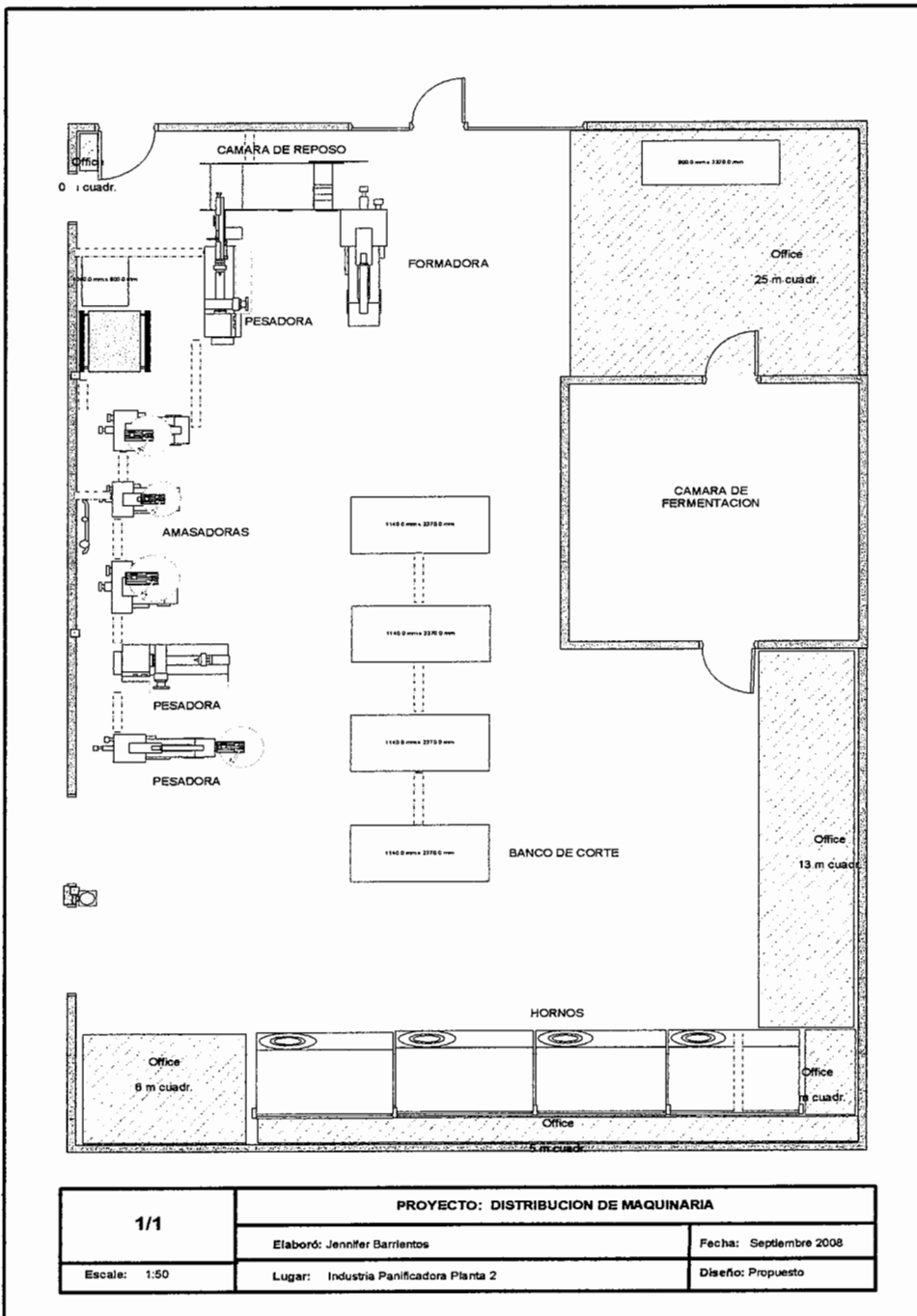
Este diagrama de recorrido muestra la linealidad nueva de la distribución de maquinaria, este muestra menos interferencias en el centro de la planta, reduciendo cargas en los traslados entre maquinarias.

El centro de producción de pasteles fríos fue trasladado para permitir el acceso a la cámara de fermentación por el ala este de la planta, dando un mejor sentido de la disposición de los materiales y la maquinaria.



### 3.2.5 Distribución de maquinaria mejorada

Figura 15. Distribución de maquinaria propuesta



Debido a la propuesta de la adquisición de la amasadora, la ampliación de paneles en la cámara de fermentación, accesos nuevos, y la línea baguetera nueva, la maquinaria como fue vista en el diagrama anterior se distribuye de la siguiente manera.

La disposición de maquinaria nueva da beneficios en la producción, y reducción de costos fijos por la disminución de mano de obra en el proceso de elaboración de pan baguette precocido.

### **3.3 Cumplimiento de aspectos importantes en el rediseño de la distribución en planta**

Todos los aspectos mencionados en el capítulo anterior se cubrieron por completo.

#### **3.3.1 Cumplimiento en producción**

- **Demanda**

Los aspectos que se tomaron en cuenta para la redistribución fue la demanda, la cual se cumple, ya que la cobertura de la nueva distribución de maquinaria es de 10.67 quintales por jornada, es decir 1.19 quintales por hora, por lo que la demanda queda cubierta.

- **Ciclo de producción**

Con la nueva distribución de planta y maquinaria se erradica varias estaciones de trabajo, reduciendo así tiempos de fabricación y mano de obra.

Tabla IX. Esquema de operaciones en estaciones mejorado

# Operación	Tiempo/qq	Tiempo requerido/qq	Estación
1	0.20	0.75	1
3	0.117	0.75	1
4	0.24	0.75	1
5	0.20	0.75	1
6	0.68	0.75	2
7	0.167	0.75	3
8	0.25	0.75	3
9	0.667	0.75	4
10	0.75	0.75	5
11	0.083	0.75	5

Fuente: Diagrama de recorrido mejorado

Como se observa en el nuevo ciclo, el cuello de botella ahora ya no está en la operación de fermentación, está en el túnel de congelación, por lo que esta operación es la que marca el ritmo de producción, mejorando estos aspectos productivos a través de esta distribución y nuevo recorrido.

El aspecto de la jornada no fue modificado, ya que los movimientos constituyeron en el movimiento de materiales, así como de la disposición de la maquinaria, como se observa el tiempo de ciclo es más bajo que en la distribución anterior.

### 3.3.2 Cumplimiento demanda futura pan baguette

La demanda del pan tiene una tendencia al aumento de forma exponencial, con los cálculos obtenidos, la distribución y la adquisición de la maquinaria descrita el cumplimiento de la demanda se cubre a cabalidad hasta el año 2012, por lo que este aspecto fue cubierto con la nueva distribución.

### 3.4 Maquinaria propuesta

Para cumplir con los aspectos de maquinaria, se trabajaron sobre las amasadoras, la máquina de línea baguetera, y la cámara de fermentación.

#### 3.4.1 Inversiones y beneficios anuales

El costo fue descrito en el capítulo anterior. Se realizará un análisis económico de la propuesta de inversión de maquinaria necesaria para incrementar la producción de 6.47 quintales por día en la actualidad a 10.66 quintales en la propuesta.

Tabla X. Inversiones de maquinaria

Maquinaria	Costo
Amasadora industrial	Q. 50,000.00
Línea baguetera	Q. 500,000.00
Ampliación cámara de fermentación	Q. 27,000.00
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>Q. 577,000.00</b>

Fuente: Cotizaciones empresa bajo estudio

Tabla XI. **Costos operacionales de maquinaria**

<b>Año</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Energía y fuerza</b>
1	Q3,700.00	Q1,519.00
2	Q3,959.00	Q1,625.33
3	Q4,236.13	Q1,739.10
4	Q4,532.66	Q1,860.84
5	Q4,849.95	Q1,991.10

Fuente: Empresa bajo estudio

Estos son los costos que se presentarán a nivel de inversión inicial y operativo a lo largo del periodo proyectado de la demanda futura.

Tabla XII. **Cálculo de beneficio inicial anual**

<b>Descripción</b>	<b>Calculo</b>
Beneficio monetario por quintal	Q 453.86
Incremento en quintales producidos	4.19
Beneficio monetario diario	Q 1,901.68
<b>BENEFICIO INICIAL ANUAL</b>	<b>Q 502,044.54</b>

Fuente: Ritmo de producción propuesto

Se tienen los beneficios proyectados a partir de este cálculo con el que se dará el horizonte de cinco años para los beneficios obtenidos.

Tabla XIII. **Beneficios anuales**

<b>Año</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Mano de obra</b>
1	Q 502,044.54	Q 120,362.00
2	Q 542,208.11	Q 129,990.96
3	Q 585,584.75	Q 140,390.24
4	Q 632,431.54	Q 151,621.46
5	Q 683,026.06	Q 163,751.17

Fuente: Empresa bajo estudio

### 3.4.2 **Análisis de rentabilidad**

Se hará énfasis en dos herramientas de evaluación económica como lo son el valor actual neto y el beneficio costo.

- **Valor actual neto**

Con una tasa de oportunidad del 3.5%, tomada de una tasa de ahorro bancaria, en un banco del sistema, a 5 periodos de evaluación, se obtienen los datos requeridos.

Tabla XIV. **Valor actual neto**

<b>VAC</b>	<b>VAB</b>	<b>VAN</b>
Q585,140.77	Q991,304.43	Q406,163.66

Tabla XV. **Costos y beneficios presente dado futuro**

<b>AÑO</b>	<b>V/A BENEFICIO</b>	<b>V/A MANTENIMIENTO</b>	<b>V/A ENERGIA</b>	<b>V/A M.O</b>
1	Q111,565.45	(Q822.22)	(Q337.56)	Q26,747.11
2	Q147,266.40	(Q1,075.28)	(Q441.45)	Q35,306.19
3	Q165,473.88	(Q1,197.04)	(Q491.43)	Q39,671.32
4	Q180,254.07	(Q1,291.89)	(Q530.37)	Q43,214.77
5	Q195,044.55	(Q1,384.95)	(Q568.58)	Q46,760.69
<b>AÑO CERO</b>	<b>Q799,604.35</b>	<b>(Q5,771.38)</b>	<b>(Q2,369.39)</b>	<b>Q191,700.08</b>

Tabla XVI. **Beneficio costo**

<b>VAC</b>	<b>VAB</b>	<b>B/C</b>
Q585,140.77	Q991,304.43	1.69

Los resultados obtenidos indican que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico, y da soporte también a la optimización del ciclo productivo a través de la inversión.

En este análisis se utilizó los datos de mano de obra, ya que con la maquinaria obtenida y la nueva distribución de planta y maquinaria el personal se redujo de once operarios a cinco.

El margen de reducción de mano de obra es de 34% de la mano de obra utilizada, esto desde el punto de vista económico.

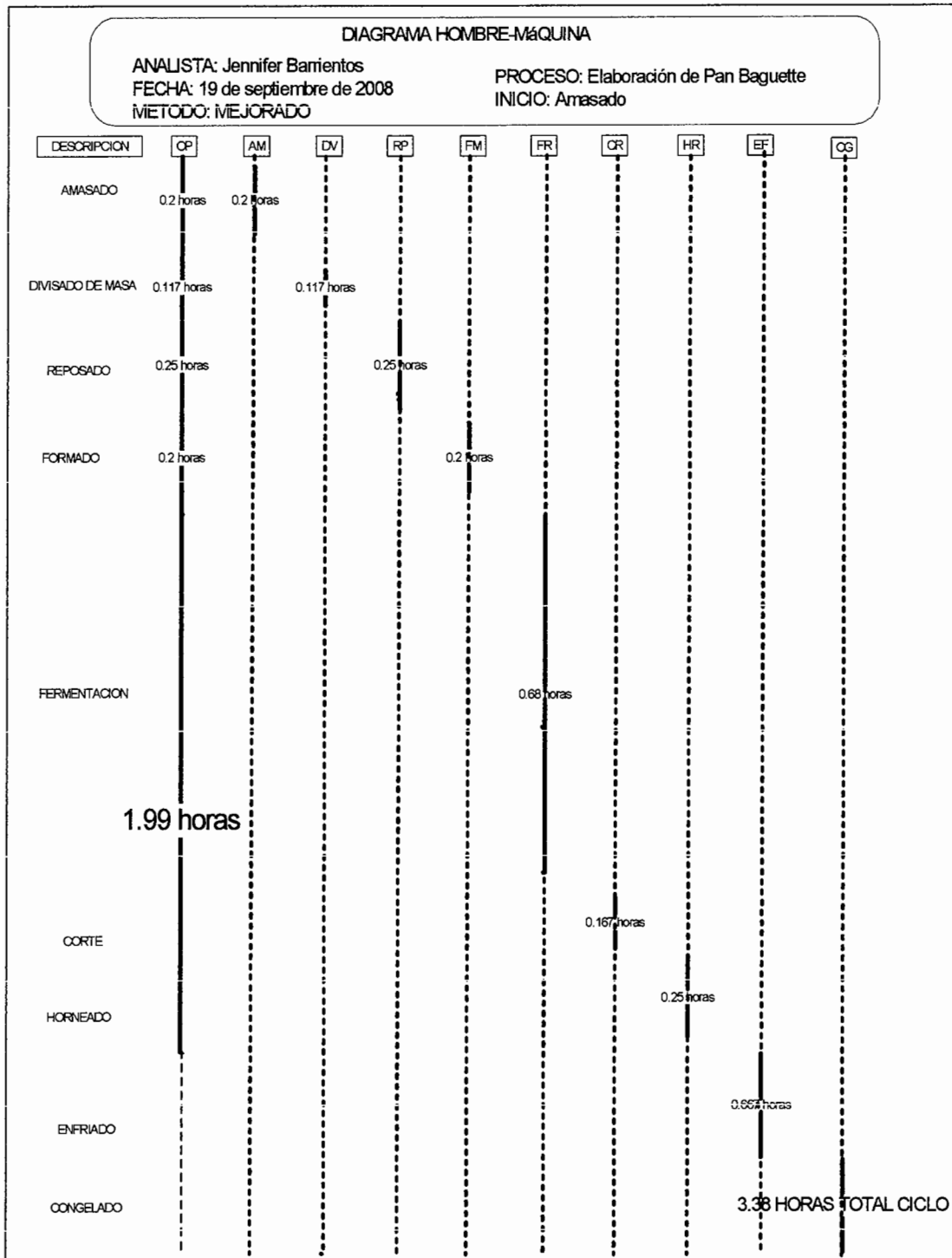
En la relación beneficio costo por cada quetzal invertido en la maquinaria se obtiene un beneficio de 69 centavos de quetzal, más del 50% de recuperación por unidad monetaria.

### **3.5 Relación hombre máquina propuesto**

El diagrama hombre máquina hecho para la nueva distribución da un menor tiempo de ciclo, así como la disminución de tiempos muertos en las máquinas, aprovechándolas mucho más que en la distribución actual.



Figura 16. Diagrama hombre-máquina mejorado



### **3.6 Cumplimiento de principios de distribución**

El análisis de la propuesta se basó en el cumplimiento efectivo de los cuatro principios de la distribución en planta y maquinaria.

#### **3.6.1 Principio de la mínima distancia recorrida**

En el recorrido actual del proceso, la disposición de maquinaria y el sentido de traslado no existía linealidad de proceso debido a las distancias y cruces a lo largo del mismo, de 36.20 metros, y con la redistribución propuesta se reducirá a 20 metros, equivalente al 44% del recorrido actual.

#### **3.6.2 Principio de la circulación o flujo de materiales**

El proceso actual tiene regresos sobre la secuencia del flujo de materiales interfiriendo en las operaciones, además el montaje de materiales en la maquinaria se realizaba en la divisora, pasando sobre la salida después de la formación, y en la cámara de fermentación se cargaba por la salida, y se descargaba por la misma.

El proceso actual contempló este principio donde la carga de materiales se realiza de manera secuencial, la disposición de maquinaria permite que las cargas se realicen en menores distancias y el flujo no interfiere en las operaciones; la entrada a la cámara de fermentación lo hace por el lado de la entrada y su salida es por la puerta donde antes se cargaba y descargaba.

### **3.6.3 Principio del espacio cúbico**

El aprovechamiento de áreas se hace necesario en la planta, ya que el centro de producción de pasteles fríos se puede trasladar hacia un área contigua a los túneles de congelación, permitiendo así liberar el acceso a la cámara de fermentación, pues la maquina adquirida ocupa un mayor espacio, pero permite la linealidad del proceso, reduciendo su tiempo de fabricación en esta estación.

### **3.6.4 Principio de la satisfacción y seguridad**

La satisfacción del empleado es importante. Para el proceso actual el tránsito de las bandejas y carretillas pudo causar un incidente ésto repercutía en la precaución mayor de causada por miedo a entorpecer el proceso.

Con la disposición propuesta de planta y maquinaria el proceso se ve beneficiado en el empleado, y por ende en la producción, ya que no existen cruces entre carretillas a lo largo del proceso propuesto.

### **3.6.5 Principio de la flexibilidad**

La distribución actual de planta es adaptable a cambios, pero no existe la posibilidad de habilitar nuevas líneas, ya que el proceso necesita medidas exactas de masas, la maquina programa dimensiones y pesos de masa variables, lo que hace más flexible el proceso.

### **3.7 Análisis de factores que afectan la distribución en planta**

En este análisis se atienden los factores involucrados a lo largo del proceso de elaboración de pan baguette.

#### **3.7.1 Materiales**

Debido a las proporciones de ingredientes participantes en el proceso, los materiales sufrieron un ligero ajuste en varios ingredientes, esto permitió la disminución de la operación refinado, erradicándola del proceso, y la maquinaria propuesta disminuye el tiempo en el reposado debido a la capacidad de la maquinaria para realizar el boleado, posterior al divisado.

#### **3.7.2 Maquinaria**

El proceso de redistribuir tiene más participación como factor, llevándose a cabo la adquisición de nueva maquinaria que permitirá hacer el proceso más lineal y lógico, y reduciendo las operaciones y tiempos muertos en las operaciones de amasado, divisado, reposado y formado.

#### **3.7.3 Hombre**

Ya que el proceso es semiautomatizado en todas sus operaciones, eliminando la mano de obra de operarios en el proceso, sin embargo el manejo de la maquinaria lo hacen los operarios, siendo parte fundamental en el proceso, por lo que se hace necesaria la capacitación para su manejo.

#### **3.7.4 Movimiento**

Este factor es el que relaciona los tres anteriores, la dotación de la nueva disposición de maquinaria, permite en primera instancia que el material fluya de manera secuencial sin desvíos, la maquinaria se hace efectiva, ya que está dispuesta de la manera que el proceso la necesita; el hombre traslada de manera eficiente tanto el producto como su persona, él encaja siempre en la nueva distribución, permitiendo asignarle mejor el trabajo que antes tenía.

#### **3.7.5 Espera**

Este factor en la distribución actual se ve en el reposado debido a las operaciones anteriores, disminuido con la nueva maquinaria propuesta, permitiendo reducir este factor que influye en el ciclo del proceso de elaboración del pan.

#### **3.7.6 Servicio**

El nivel de los servicios de la distribución actual se mantendrán en la propuesta, a diferencia de los mantenimientos de la maquinaria adquirida, el control de calidad se hará más estricto por el cambio en las operaciones de divisado, reposado y formado.

Los accesos fueron modificados, ya que la cámara de fermentación permite un aprovechamiento de espacio.

### **3.7.7 Edificio**

Para la nueva distribución el edificio no sufrió ninguna modificación, y no es susceptible a modificaciones de infraestructura a nivel de planta, ya que se necesita de los espacios libres, no pudiéndose hacer entrepisos por que interfiere los servicios auxiliares provenientes de la planta alta, además permite el control por parte de las jefaturas a lo largo del proceso.

### **3.8 Producción propuesta, maquinaria y mano de obra**

Estos aspectos se analizaron intrínsecamente en los aspectos importantes para el rediseño de la distribución en la planta propuesta, analizando la maquinaria, la interacción con el hombre, el proceso, tiempos de ciclo, por lo que en esta sección se hace la justificación de la no descripción.



## **4. PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1 Montaje de maquinaria nueva**

La maquinaria nueva, según el proveedor, necesita un espacio requerido para su instalación de 3 metros de ancho por 3 metros de largo, este montaje lo realizarán técnicos especializados del proveedor, no requiere cimentación, solamente las instalaciones eléctricas.

#### **4.1.1 Logística de adquisición de maquinaria**

Los requisitos de montaje son los previos a realizar el montaje físico de la maquinaria en la planta, ya que influyen directamente en la planeación de la nueva redistribución de planta y contemplar tiempo de inicio de operaciones con esta, así como garantizar que la calidad en el producto no será afectada por la integración de esta misma.

- **Tiempo de tránsito de maquinaria**

La maquinaria nueva, después de autorizada la compra, tiene el costo CIF, mencionado en el apartado de análisis económico del capítulo anterior, el tiempo de tránsito de la maquinaria con una naviera del mercado son de 21 días, lo que da el rango para preparar un paro en la producción, y realizar movimientos previos a la instalación.



- **Pruebas de calidad con proveedor**

Antes de adquirir la maquinaria de división, reposo y formado se deben realizar pruebas de calidad inherentes al proceso de elaboración de pan, las cuales llevan un tiempo en la ubicación del proveedor de una semana, dando ocho días más al tiempo de tránsito.

- **Traslado de maquinaria a instalaciones**

La maquinaria arribaría a puerto Santo Tomas de Castilla, ubicado en el departamento de Puerto Barrios, el gestor de tráfico y tramitador contratado deberá liberarla mediante los trámites necesarios para el traslado hacia la planta 2.

Por razones de costo, el traslado de la maquinaria línea baguetera deberá hacerse en un furgón de 20 pies cúbicos de capacidad, custodiados hasta la planta 2, llegando así a su destino final e inicio operacional del montaje.

El desmontaje y montaje de las amasadoras se llevarán paralelos al momento de confirmar recepción de maquinarias del exterior y del proveedor externo quien venderá la amasadora, así como proveedor que realizará las ampliaciones en los paneles en la cámara de fermentación.

El desmontaje del centro de producción de pasteles fríos será el primero en la secuencia de redistribución de maquinaria y planta.

## **4.2 Tiempos de montaje y desmontaje**

Los tiempos son paralelos en el montaje de la maquinaria adquirida, pero varían en los de desmontaje, ya que no habrá desmontaje para la línea baguetera, solamente en las amasadoras.

### **4.2.1 Montaje de línea baguetera**

Según el proveedor el tiempo de montaje de la línea baguetera y traslado hacia el punto del proceso donde se desea tener es de ocho horas

A nivel de instalaciones, la línea baguetera no necesita de cimentación solamente la instalación eléctrica; el montaje se llevará a cabo del punto de almacén después de recibida la máquina, con un montacargas, el cual será rentado, el peso de la línea baguetera es de 1.2 toneladas, por lo que es necesario rentar el montacargas.

### **4.2.2 Montaje de amasadora y ampliación de cámara**

Las amasadoras y refinadora actuales serán ubicadas con la nueva, se hace necesaria la renta de montacargas, éstas tienen un peso de 0.4 toneladas, las cuales serán también reubicadas.

El desmontaje tiene un tiempo de tres horas, y se ubican en el nuevo punto de distribución de maquinaria planteado.

La cámara de fermentación debe ampliarse cada uno de los paneles de fermentación por lo que el proveedor estima un tiempo de dos días.

### **4.3 Costos de montaje y desmontaje**

El único costo de montaje y desmontaje es el de la renta de montacargas que tiene un costo de Q 295.00 por hora, y es requerido durante ocho horas, dando un costo resultante de Q 2,360.00, el paro en la producción será absorbido abasteciendo previamente el almacén, para el día hábil de paro, que es programado un día viernes, ya que el día sábado no hay producción.

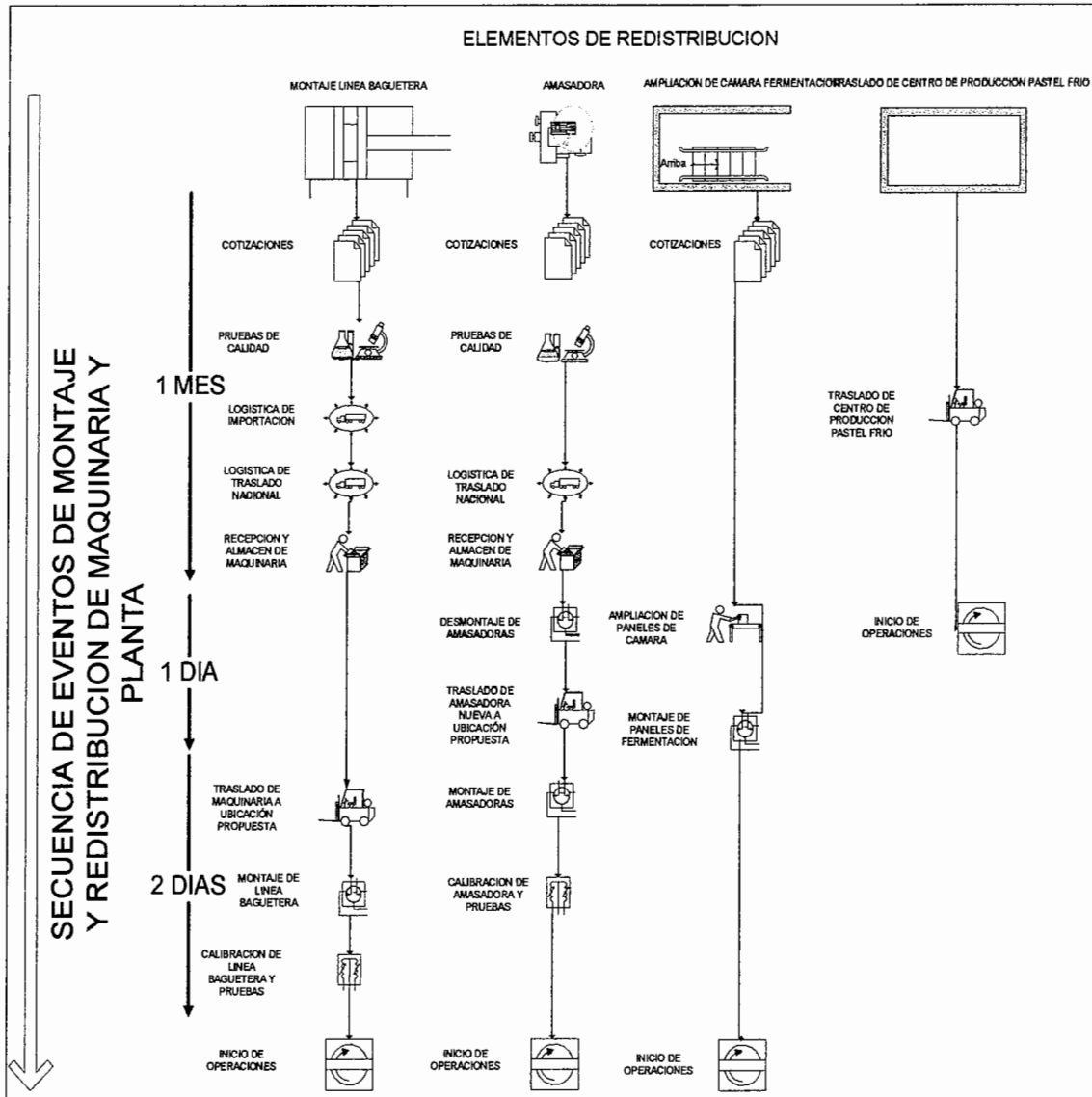
Los costos de montaje de la maquinaria por mano de obra están tomados en cuenta en los costos de la maquinaria dados, ya que el proveedor hace la instalación y calibración inicial como parte del servicio de venta y post venta.

### **4.4 Esquema de secuencia de montaje y desmontaje**

Se elaboró un esquema estructurado para la logística de montaje y desmontaje de la nueva redistribución, a nivel gráfico ayuda a comprender la secuencia lógica que tendrá la implementación de la redistribución propuesta, con el fin de comprender equipo y que los tiempos se respeten para no interferir en la operación normal de la planta.

El esquema muestra los elementos que serán reemplazados y cómo interactúan entre si para la puesta en marcha de la operación normal, este esquema es básico para el montaje y desmontaje.

Figura 17. Interacción de elementos de redistribución



En el esquema se observa el paralelo de desmontaje, traslado y montaje de los elementos participantes en la redistribución.

## 4.5 Capacitación

La capacitación se hace necesaria ya que los técnicos del proveedor no se encuentran en el país, es necesario para la correcta operación y mantener los estándares establecidos en la elaboración de pan baguette para conservar los parámetros de calidad conocidos por la empresa bajo estudio.

El tiempo establecido por los técnicos para la capacitación y adiestramiento es de cinco días de producción, dentro de los cuales se verán puntos básicos.

- Calibración de niveles
- Forma de alimentación de máquina
- Capacidad de procesamiento
- Alineación de carretillas de formación

Los usuarios claves serán el jefe de producción, y control de calidad y un operario panadero, el cual será el que manipule y opere dicha maquinaria.

Las amasadoras y cámara de fermentación no varían su modo de operación, la cámara solo se aumento su capacidad.

Para ver los resultados de la nueva maquinaria es necesario el monitoreo de ciertos aspectos inherentes a propiedades del pan baguette

#### 4.6 Procedimiento adquisición y montaje de nueva maquinaria

		Procedimientos Industria Panificadora		Pagina 1 de 7	
<b>ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA</b>					
<b>Departamento:</b>	Mantenimiento		<b>Código:</b>		
<b>Fecha de elaboración:</b>	20-05-2010	<b>Revisión:</b>	No.	<b>Fecha de revisión:</b>	
<p><b>Propósito</b></p> <p>Mantener un orden y un control sobre la adquisición y montaje de la nueva maquinaria adquirida.</p> <p><b>Alcance</b></p> <p>Para toda adquisición de maquinaria nueva en la bodega 2 de la industria panificadora.</p>					
<b>Departamento</b>	<b>Responsable</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>		
Producción	Gerente de Planta	1	Determina la necesidad de adquisición de maquinaria para cualquier centro de producción de la planta.		
		2	Propone equipos a comprar, tomando en cuenta capacidad productiva de los equipos y beneficio costo de su adquisición.		
		3	Presenta como mínimo dos cotizaciones de los equipos sugeridos a adquirir al Gerente General.		

	Procedimientos Industria Panificadora		Página 2 de 7
ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA			
Departamento	Responsable	No.	Actividad
Administrativo	Gerente General	4	Analiza propuesta de compra de equipos y decide cuales adquirir.
		5	Gestiona con el proveedor de la maquinaria: monto, tiempo de pago, medio de pago, tiempo de entrega, montaje, datos técnicos y capacitación de la maquinaria a comprar.
Proveedor	Vendedor	6	Entrega al Gerente de Planta información técnica de la maquinaria a cotizar.
Contabilidad	Contador	7	Encargado de gestionar todo tramite aduanal, para el envío y recepción de maquinaria adquirida.
		8	Coordina con el Gerente de Planta el día exacto de retiro del puerto de la maquinaria comprada.
Producción	Gerente de Planta	9	Recibe datos técnicos de la maquinaria a comprar por parte del proveedor, y analiza la redistribución necesaria para la instalación de la nueva maquinaria.
		10	Realiza diagrama de distribución de la nueva maquinaria, y flujo de operaciones con el nuevo equipo.

	Procedimientos Industria Panificadora		Página 3 de 7
<b>ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA</b>			
<b>Departamento</b>	<b>Responsable</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
Producción	Gerente de Planta	11	Envía al departamento de mantenimiento: diagrama de distribución de la nueva maquinaria y datos técnicos requeridos por el proveedor, para que se analice lo referente al montaje e instalación de la maquinaria adquirida.
Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	12	Analiza ubicación y determina necesidades de instalaciones eléctricas, montaje y tiempo requerido para implementación de la maquinaria.
		13	informa al Gerente de Planta, tiempo necesario para la instalación eléctrica y montaje de la maquinaria.
		14	Realiza como mínimo dos cotizaciones de la compra de materiales, para la instalación eléctrica de la maquinaria. Estas son trasladadas a contabilidad.
Contabilidad	Contador	15	Recibe cotizaciones del contador y las envía al Gerente General para la autorización de la compra de materiales.



**ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA**

<b>Departamento</b>	<b>Responsable</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
Administrativo	Gerente General	16	Recibe, analiza y firma cotización que servirá para la compra de materiales.
Contabilidad	Contador	17	Recibe cotización autorizada y realiza cheque para la compra de materiales, esto es entregado al Jefe de mantenimiento.
Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	18	Recibe cheque para compra de materiales y realiza compra.
Producción	Gerente de Planta	19	Coordina paro de producción según tiempo de entrega de maquinaria del proveedor, traslado de maquinaria del puerto a bodega física, instalación eléctrica de la maquinaria, montaje y capacitación del funcionamiento de la maquinaria.
		20	Proyección de ventas de productos para los días de paro de producción.
		21	Logística de producción, previa al paro de producción para cubrir proyección de venta de los productos.

	Procedimientos Industria Panificadora		Página 5 de 7
<b>ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA</b>			
<b>Departamento</b>	<b>Responsable</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
Producción	Gerente de Planta	22	Realizar cronograma de actividades para la implementación de la nueva maquinaria. Enviarlo al proveedor, contador y jefe de mantenimiento para coordinar implementación de la maquinaria a la planta de producción.
Proveedor	Vendedor	23	Envió de correo o llamar al contador y gerente de planta a informar que la maquinaria está en puerto para poder retirarla,
Contabilidad	Contador	24	Gestionar trámites para retiro de maquinaria de puerto y trasladarla a planta de producción.
Producción	Gerente de Planta	25	Informar al jefe de mantenimiento que la maquinaria esta en puerto para que realice instalación eléctrica de la maquinaria
Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	26	Iniciar instalación eléctrica de la maquinaria adquirida al ser notificado por el gerente de planta que la maquinaria esta en puerto.
Contabilidad	Contador	27	Informar cuando la maquinaria haya sido liberada de puerto al gerente de planta.

**ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA**

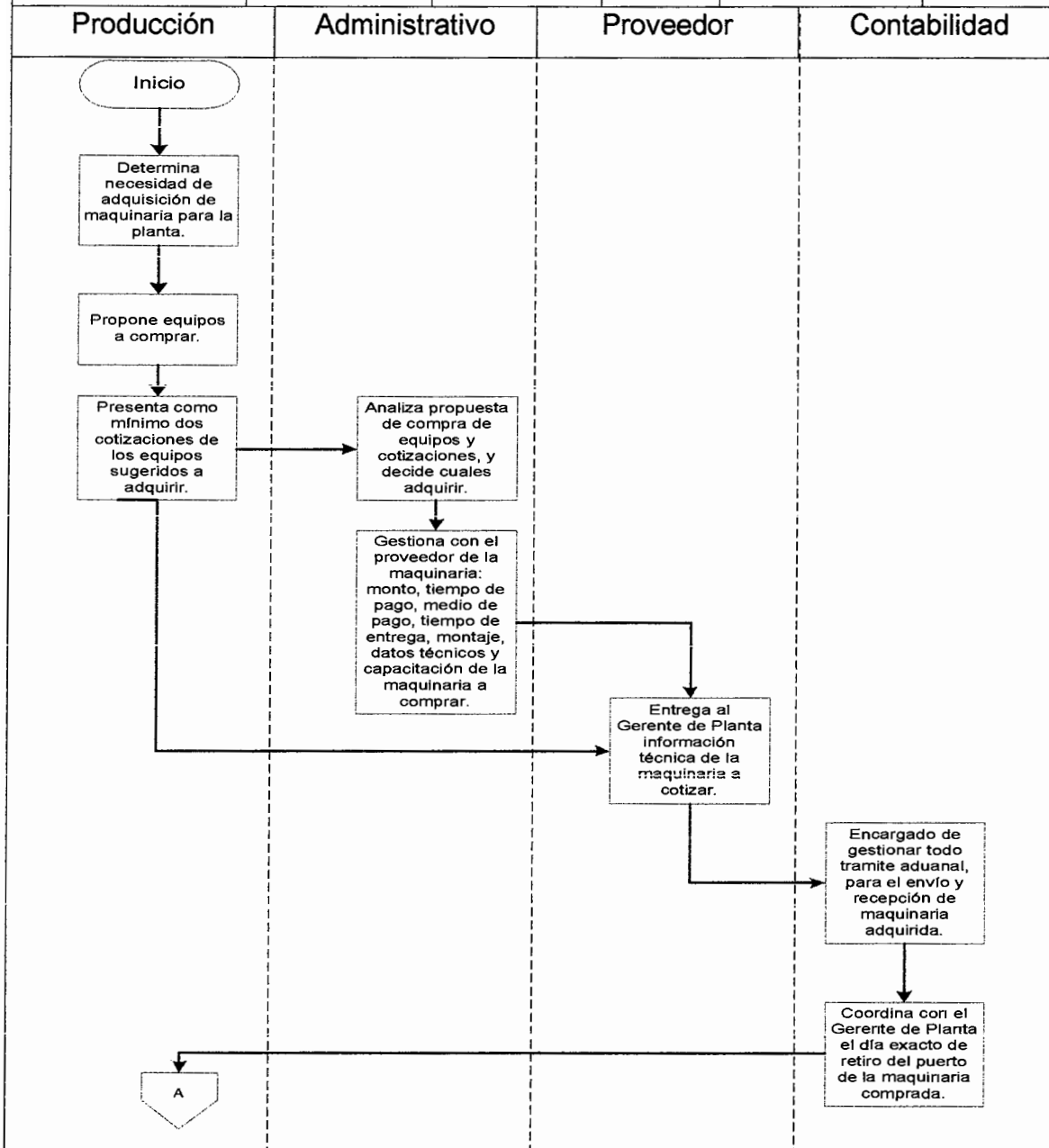
<b>Departamento</b>	<b>Responsable</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
Producción	Gerente de Planta	28	Contratar montacargas para descarga y movilización de maquinaria al lugar estipulado en la distribución de la planta.
Proveedor	Técnicos	29	Montaje de maquinaria.
		30	Instalación eléctrica de maquinaria.
		31	Calibración y verificación de funcionamiento.
		32	Enseñar y capacitar sobre el funcionamiento de la maquinaria a jefe de producción, encargado de control de calidad y personal de mantenimiento.
Producción	Jefe de Producción	33	Realizar una mojada de receta a utilizar con la maquinaria, para probar funcionamiento de la maquinaria.
Proveedor	Técnicos	34	Probar funcionamiento de la maquinaria con receta mojada.
Producción	Jefe de Producción	35	Observar y verificar que la maquina cumpla con especificaciones necesarias para el producto a realizar.

	Procedimientos Industria Panificadora		Pagina 7 de 7
<b>ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA</b>			
<b>Departamento</b>	<b>Responsable</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	36	Solicitar al proveedor manuales de funcionamiento, partes, y mantenimiento de la maquinaria.
Control de Calidad	Encargado	37	Realizar manual de funcionamiento para operarios de la maquinaria adquirida.
Producción	Gerente de Planta	38	Verificar que la maquina funcione correctamente según visto bueno de jefe de producción y mantenimiento. Firmar de recibido y conforme instalación de maquinaria por parte del proveedor.
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	39	Realizar programa de mantenimientos preventivos a la maquinaria según ficha técnica y observaciones del proveedor.
<b>Inicio:</b>		<b>Termina:</b>	
Producción		Mantenimiento	
<b>Realizó</b> Control de calidad	<b>Revisó:</b> Gerente de planta	<b>Aprobó:</b> Control de calidad	

**ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA**

**Diagrama de Flujo**

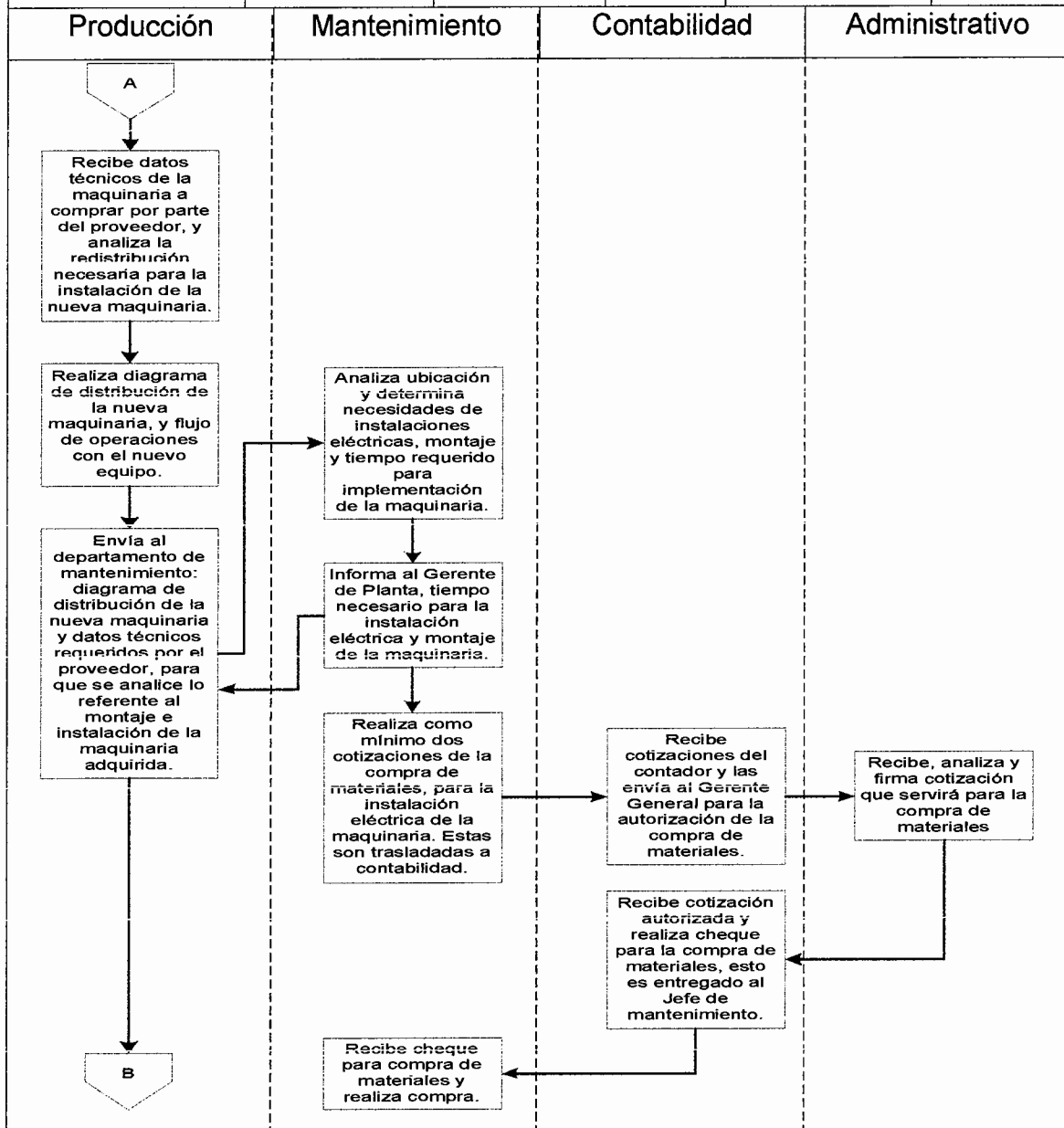
<b>Fecha de elaboración:</b>	20-05-2010	<b>Revisión:</b>	No.	<b>Fecha de revisión:</b>	
------------------------------	------------	------------------	-----	---------------------------	--



**ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA**

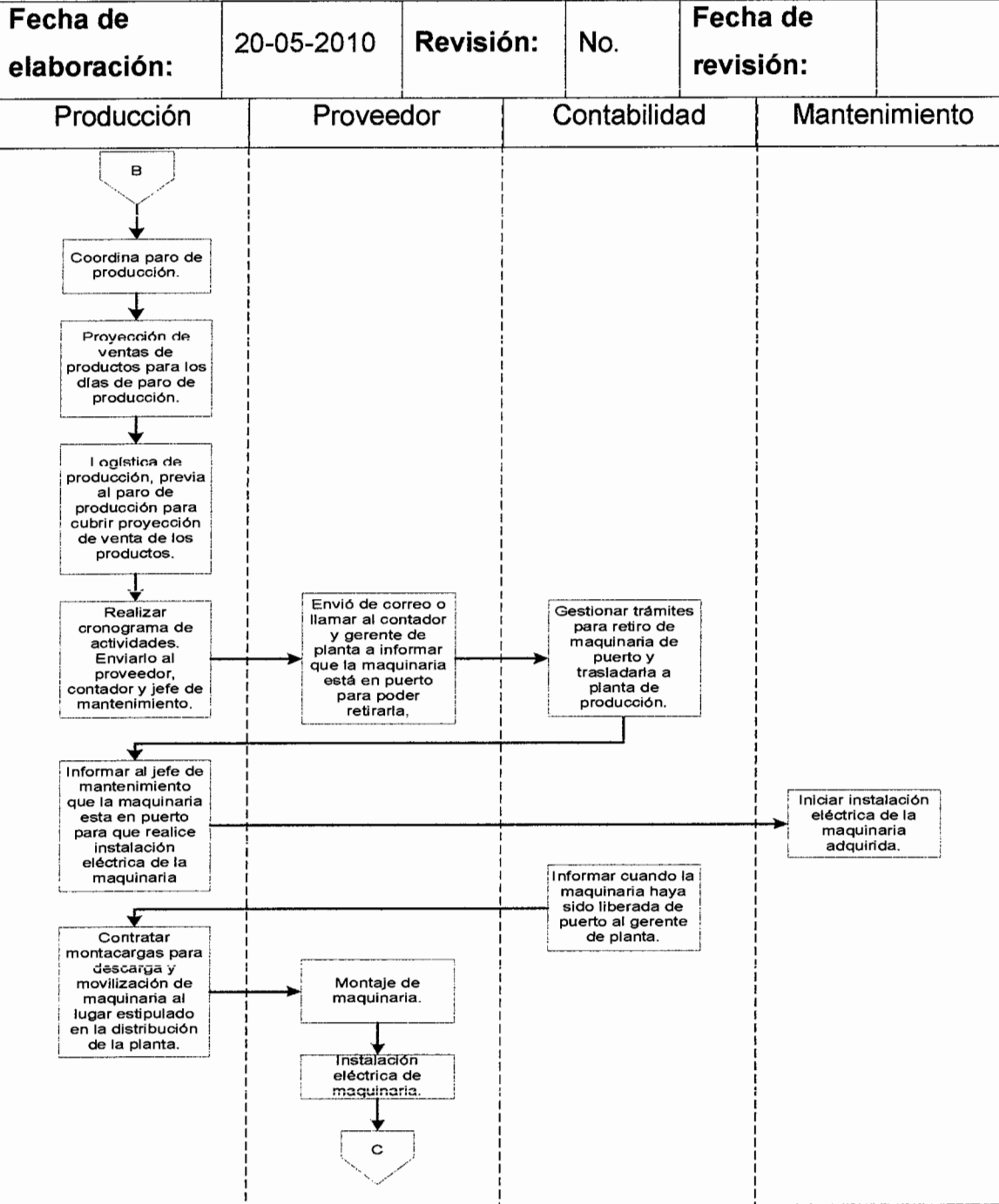
**Diagrama de Flujo**

<b>Fecha de elaboración:</b>	20-05-2010	<b>Revisión:</b>	No.	<b>Fecha de revisión:</b>	
------------------------------	------------	------------------	-----	---------------------------	--



**ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA**

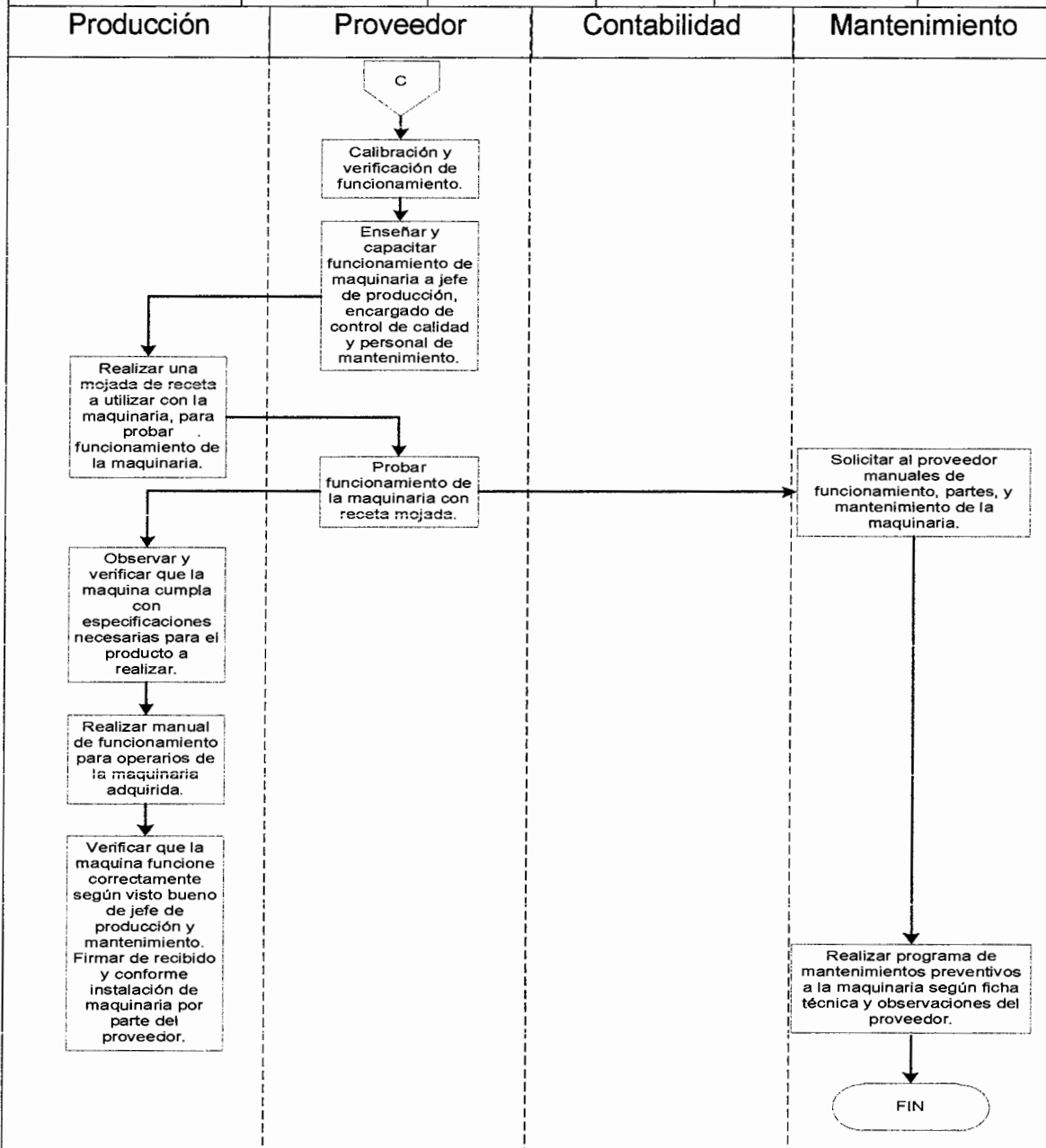
**Diagrama de Flujo**



**ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE NUEVA MAQUINARIA**

**Diagrama de Flujo**

<b>Fecha de elaboración:</b>	20-05-2010	<b>Revisión:</b>	No.	<b>Fecha de revisión:</b>	
------------------------------	------------	------------------	-----	---------------------------	--







# 1. SEGUIMIENTO Y CONTROL

## 4.7 Medición de la productividad

La productividad es el concepto en el cual se tiene la relación de lo que se invierte y lo que se obtiene, pudiendo hacer relación de productividades parciales, en este caso se medirá la productividad respecto al recurso humano y la productividad global

Se utilizará el formato de medición de productividades para controlar todos los aspectos que participan en el proceso, y medirles y corregirles para encausar el rumbo esperado o planificado.

La productividad medida en factores ayuda a corregir sobre el rubro evaluado, ya que pudiesen estar causando desviaciones o costos productivos cada uno por separado, que al evaluar la productividad total no da un buen índice medible.

Así utiliza las productividades de factor humano, materiales y energía y fuerza, cada factor da por separado un índice, y también se medirá la productividad de factor total, ya que en ella se toman en cuenta en conjunto todos los que participan en el proceso.

Esta productividad será medida con base en cantidades monetarias para facilitación de datos para las diferentes áreas de la empresa, tales como finanzas, compras y la dirección.

Figura 18. Plantilla de control de productividades

INDUSTRIA PANIFICADORA	No. De Revisión: 1.		Fecha:
	MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE DIVISIÓN		Página 1 de 1
<b>MEDICIÓN PRODUCTIVIDADES</b>			
<b>OBJETIVO</b>	<b>FECHA</b> _____		
<b>USUARIO:</b> _____			
<b>INSUMO</b>	<b>Producción</b>	<b>Costo factor</b>	<b>Productividad parcial</b>
Factor humano			
Factor materiales			
Factor energía y fuerza			
<b>TOTAL COSTO FACTORES</b>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		
<b>PRODUCTIVIDAD TOTAL</b>	_____		
<b>OBSERVACIONES</b>	_____		

Este formato deberá ser llenado con un periodo mensual, con el fin de controlar los insumos utilizados en el proceso de elaboración de pan.

#### **4.8 Parámetros y hojas de registro para funcionamiento línea baguetera**

Los siguientes parámetros y plantillas son las que se deben utilizar en la planta # 2 para el funcionamiento en condiciones normales para la línea baguetera.

##### **5.2.1 Parámetros temperaturas de masa a dividir**

Como se describió en el proceso, la masa antes de ser dividida debe medírsele la temperatura previa a entrar en la línea baguetera, por lo que se hace necesario tener control sobre la misma.

Esta se llevará a cabo con una muestra cada quintal procesado llenando el formato de manera ordenada y estricta, ya que se considera crítica esta operación dentro del proceso.

El operario panadero al salir de la operación de amasado debe constatar la temperatura previa, anotándola y realizando comparación con la temperatura estándar que debe llevar la masa para la operación de división, ya que esta depende directamente de la temperatura que lleve.

Figura 19. Plantilla control de temperaturas de divisado

INDUSTRIA PANIFICADORA	No. De Revisión: 1.		Fecha:
	MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE DIVISIÓN		Página 1 de 1
<b>MEDICIÓN DE TEMPERATURAS DE DIVISIÓN</b>			
<b>OBJETIVO</b>	<b>FECHA</b>		
<b>USUARIO</b>	<b>TEMPERATURA ESTÁNDAR</b> 22 °C		
<b>Muestra</b>	<b>Lote</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Hora</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
<b>OBSERVACIONES</b>			

Si existen variaciones se debe comunicar directamente al jefe de producción, quien a su vez debe comunicar al gerente de operaciones para realizar los ajustes necesarios o comunicarse con el proveedor.

La operación de división tiene una tolerancia de 0.2 grados centígrados por encima de los 22 grados centígrados, y permite tan solo una tolerancia de variación de 0.1 grados por debajo de los 22 grados.

### **5.2.2 Hojas de control estándar de la barra formada**

En el proceso de la elaboración de baguette, en la nueva línea baguetera es necesario medir la formación de la barra, ya que si no cumple con un tamaño específico de 45 centímetros existirían pérdidas o ganancias percibidas las primeras como económicas para la empresa en cuanto a materiales y de no conformidad para el cliente.

Aquí existe una diferencia en cuanto al control de las temperaturas, ya que en el formado las barras son individuales, por lo que para un lote determinado se tendrá que obtener una muestra en el proceso para llevar a cabo este control, esto es una condición de mejora para el proceso en un plazo mediano.

La tabla MIL-STD dice que para un lote de 133, equivalente a un quintal, se debe muestrear en una inspección rigurosa para los primeros días de operación de la máquina nueva y una inspección normal para los días siguientes. La muestra del lote de un día de producción debe ser de 45 unidades.

Figura 20. Control de tamaño de barra formada

INDUSTRIA PANIFICADORA	No. De Revisión: 1.		Fecha:			
	MEDICIÓN DE TAMAÑO DE BARRAS FORMADAS		Página 1 de 1			
<b>MEDICIÓN DE TAMAÑO DE BARRAS FORMADAS</b>						
<b>OBJETIVO</b>			<b>FECHA</b>			
<hr/>			<hr/>			
<b>USUARIO</b>			<b>TAMAÑO ESTÁNDAR</b>			
<hr/>			45 CMS			
<hr/>			<hr/>			
<b>Muestra</b>	<b>Lote</b>	<b>HORA</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
<b>OBSERVACIONES</b>						
<hr/>						
<hr/>						

### 5.2.3 Hoja de control de mojas

Antes de empezar la operación de amasado, la masa madre debe ser remojada y previamente mezclada, ésta se considera como materia prima en el proceso.

Figura 21. Hoja de control de mojas

INDUSTRIA PANIFICADORA	No. De Revisión: 1.		Fecha:	
	CONTROL DE MOJADA MASA MADRE		Página 1 de 1	
<b>CONTROL DE MOJADA MASA MADRE</b>				
<b>OBJETIVO</b>		<b>FECHA</b>		
<b>USUARIO</b>		<b>ANTES DE AMASADO</b>		
		<b>18°C</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Libras de masa</b>	<b>Libras de agua</b>	<b>Hora de mojada</b>	<b>Mojador</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
<b>OBSERVACIONES</b>				



#### **4.9 Control de mantenimientos línea baguetera**

Los mantenimientos para la planta # 2 y para la línea baguetera, según el proveedor y fabricante, son de uno por año, pero se necesitan mantenimientos menores, los cuales pueden ser realizados por técnicos que atienden las demás máquinas ubicadas e instaladas en la planta.

El formato sugerido es para toda la maquinaria instalada en la planta, y dará un control exacto de los mantenimientos realizados, dando soporte de tipo información financiera para el control de los mismos.

##### **5.3.1 Hoja de control de mantenimientos**

El formato utilizado muestra la variedad de repuestos posibles a emplear en un mantenimiento, estos con base en la recurrencia histórica en las maquinaria instalada.

Para la línea baguetera si el desperfecto se considerase mayor y no detectable debe llamarse obligatoriamente al proveedor, ya que la garantía no cubriría en caso de manipular la maquinaria en ciertas piezas o equipos funcionales de la misma.

Toda la maquinaria y área de planta es sometida a limpieza y mantenimientos menores, estos programados con base en el tiempo y rotación del mantenimiento en la planta.

Figura 22. Control de mantenimientos

INDUSTRIA PANIFICADORA	No. De Revisión: 1.	Fecha:
	<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>	Página 1 de 1
<b>REPORTE CONTROL DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>NOMBRE DE SUCURSAL</b>		
<b>TIPO DE SOLICITUD</b>	<b>PROGRAMADO</b> <input type="checkbox"/>	<b>FECHA</b>
	<b>EMERGENCIA</b> <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
<b>HORA DE LLEGADA</b>	<input type="text"/>	<b>DURACIÓN DE ACTIVIDAD</b>
<b>HORA DE SALIDA</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b>		
	<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
<b>ILUMINACIÓN</b>	<input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
<b>CÁMARA DE PASTELES</b>	<input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
<b>CONGELADORES</b>	<input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
<b>HORNOS</b>	<input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
<b>OTROS</b>	<input type="checkbox"/>	<hr/> <hr/>
<b>REPUESTOS</b>		
<b>MOTOR DE 10 WATTS</b>	<input type="checkbox"/>	<b>COJINETES</b>
<b>REFRIGERANTE R-507</b>	<input type="checkbox"/>	<b>BISAGRAS DE CONGELADOR</b>
<b>REFRIGERANTE R-22</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CABLE PARALELO</b>
<b>CONTROL DE TEMPERATURA</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CANALETAS PLÁSTICAS</b>
<b>TOMACORRIENTES</b>	<input type="checkbox"/>	<b>BALASTROS</b>
<b>NOTAS</b>		

### **5.3.2 Mantenimientos preventivos**

Los mantenimientos preventivos deben tomar en cuenta todos los aspectos de producción, demanda antes mencionados para programar eficientemente los mismos.

Cada máquina dentro de la planta se considera de igual importancia, aunque no todas tienen la incidencia crítica en el proceso, pudiéndose auxiliar mediante la maquinaria que será sustituida, en ejemplo la divisora, y formadora reemplazada, pueden habilitarse en caso fuese necesario un paro mayor para la línea baguetera, se considera la cámara de fermentación y el túnel de congelación como críticos de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

1. Para el rediseño de la distribución en planta fueron considerados todos los aspectos importantes para tener una eficiente distribución y tiempos de fabricación mejorados, así como: espacio, distancias recorridas, flujo de materiales, maquinaria - hombre que interactúan en el proceso.
2. Como muestra el diagrama de recorrido actual, la distribución de la maquinaria interfería en el flujo de materiales en el proceso, así como en la capacidad de producción de cada operación por separado. Se diagnosticó la necesidad de cambios en las operaciones de división, reposo, formado y fermentación; los cuales fueron evaluados con principios de ingeniería de métodos.
3. La capacidad de producción de la maquinaria y disposición de la misma es de 6.47 quintales por día, lo que cubría la demanda actual, pero según estudios la demanda proyectada no podrá ser cubierta con la reducción del tiempo en el proceso del producto debido a que el ciclo es alto, con la adquisición de la nueva maquinaria propuesta la demanda proyectada es cubierta.
4. La capacidad de la maquinaria adquirida mejora el proceso y ciclo en un 34%. Esto se logro modificando y trasladando el cuello de botella de un tiempo de 1.36 horas en la cámara de fermentación a 0.75 horas en el túnel de congelación, así como la reducción de tiempos muertos en la maquinaria. La producción será de 10.67 quintales al día equivalente a 64% de producción más que la actual.

5. La distribución de planta propuesta es por proceso y por producto, la cual se define como combinada, ya que el proceso de elaboración de pan necesita de la participación de ambas para cumplir con los tiempos de fabricación, así como el cumplimiento de los principios fundamentales de una distribución.
6. La maquinaria propuesta tiene un plan de adquisición, por lo que se estableció cual debía ser la logística de implementación referida a montaje de maquinaria y la capacitación requerida.
7. Los controles productivos propuestos permitirán comparar la eficiencia del proceso actual con la redistribución de maquinaria propuesta, así como los beneficios por corrida de producción obtenida, con base en la calidad de conformidad y aspectos económicos en el aprovechamiento de los recursos.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a la empresa bajo estudio considerar la implementación del rediseño de distribución en planta propuesto, ya que los beneficios se consideran altos en cuanto a producción, tiempo y costo se refiere.
2. Ejecutar la redistribución a corto plazo para la obtención de los beneficios dados.
3. Se recomienda planear el paro productivo y abastecer de producto, previo a implementar la nueva distribución en planta, para cubrir durante ese periodo, la demanda del producto.
4. Se recomienda el control de calidad en los aspectos mencionados en seguimiento y control para mantener la calidad demostrada por la empresa bajo estudio y crecer en el mercado con visión.



## BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2ª. ed. México: MacGraw-Hill, 2005. 459 p.
2. HEIZER, Jay y RENDER, Barry. *Dirección de la producción*. 6ª. ed. Madrid: Pearson Educación, 2001. 488 p.
3. KONZ, Stephan. *Manual de distribuciones en plantas industriales: Diseño e Instalación*. México: Noriega, 1992. 3 v. 405 p.
4. KONZ, Stephan. *Diseño de instalaciones industriales*. México: Limusa, 1991. 405 p.
5. MILLAR, David M. *Ingeniería industrial e investigación de operaciones*, Limusa 1992.
6. TORRES, Sergio A. *Ingeniería de plantas*. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2001. 256 p.
7. TORRES, Sergio A. *Control de la producción*. Guatemala: Palacios, 2001. 84 p.

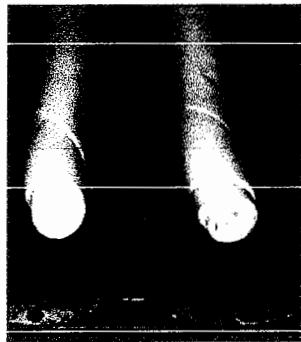


8. DISTRIBUCION EN PLANTA [en línea]. El Salvador: Juan Ramón Martínez, [fecha de consulta: septiembre 2008]. Disponible en; <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distriplantarodri.htm>

## ANEXOS



Materias primas previas a la formación masa madre



Barras formadas de pan baguette