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

IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA, EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS

Walter Orlando Gonzalez Escobar

Asesorado por el Ing. Oscar Orlando Sapón Rodríguez

Guatemala, noviembre de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA, EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

WALTER ORLANDO GONZALEZ ESCOBAR

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ORLANDO SAPON RODRIGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Aku Castillo
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA, EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 17 de noviembre de 2008.

Walter Orlando Gonzalez Escobar

Guatemala 28 de marzo de 2009

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

Estimado director:

Tengo el gusto de informarle a través de la presente que he revisado el trabajo de graduación realizado por el joven Walter Orlando Gonzalez Escobar, quien se identifica con carné 00-18461, el cual tiene como título "IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS".

Considero que el trabajo de graduación anteriormente mencionado cumple con los objetivos establecidos y es una contribución importante a la industria, ya que presenta una base teórica y práctica para el mejoramiento de los procesos productivos a los que hace referencia el mismo.

En virtud de lo anterior, doy por aprobado el trabajo de graduación mencionado.

Atentamente,

ING. OSCAR ORLANDO SAPON RODRÍGUEZ
MECÁNICO INDUSTRIAL
Col. 6775

Ing. Oscar Orlando Sapón Rodríguez
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS,** presentado por el estudiante universitario **Walter Orlando González Escobar,** apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala agosto de 2009

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

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 **IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA, EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS,** presentado por el estudiante universitario **Walter Orlando Gonzalez Escobar**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DIRECCION
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, octubre de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.467.09

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: **IMPLEMENTACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE MANO DE OBRA, EN UNA INDUSTRIA DE HELADOS,** presentado por el estudiante universitario **Walter Orlando González Escobar,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, noviembre de 2009.

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por brindarme la sabiduría y fortaleza necesaria para completar todas mis metas.
MI FAMILIA	Por estar a mi lado y apoyarme incondicionalmente en cada paso que tomé, especialmente a mi madre de quien aprendí a superarme en cada momento crítico de mi vida, y a mi hermana que siempre me ha alentado a seguir adelante.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	Por brindarme los conocimientos académicos necesarios para desarrollarme como profesional.

TODAS LAS PERSONAS QUE ME APOYARON

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

AGRADECIMIENTOS A:

FACULTAD DE INGENIERÍA	Por la formación académica necesaria para mi desarrollo profesional como ingeniero.
MIS AMIGOS	Porque gracias a su apoyo y amistad el camino se hizo menos difícil.
MI ASESOR	Por la ayuda y conocimientos brindados en esta última etapa.
DISAR, S.A.	Por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de graduación.

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

TABLAS

GLOSARIO

Homogenización Tratamiento al que son sometidos algunos líquidos, especialmente la leche, para evitar la separación de sus componentes.

Maduración Proceso a través del cual se evita que las proteínas y la grenetina de la mezcla del helado absorban el agua, es decir, que se formen cristales de hielo. Este proceso puede durar de 4 a 48 horas.

Pasteurización Elevar la temperatura de un alimento líquido a un nivel inferior al de su punto de ebullición (55 y 70 ºC) durante un corto tiempo, enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

Suplemento Es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Therblig Nombre con el que se denomina a los movimientos de las manos. Conjunto de movimientos fundamentales básicos para él estudio de movimientos.

RESUMEN

La industria analizada en este trabajo de graduación se dedica a la producción de helados y posee varias décadas laborando en el ámbito nacional. En conjunción con las personas allegadas a los procesos de producción de ésta, se llegó a la determinación de la necesidad de un estudio de tiempos y movimientos como una de las necesidades prioritarias para la optimización de costos.

Se inicia el trabajo con la determinación de los aspectos teóricos y generales relativos al tema estudiado. A partir de lo anterior, se presentan las generalidades de la empresa analizada, así como las del helado y las definiciones y conceptos generales asociados con el tema analizado.

A continuación se presentan varios aspectos relacionados con la situación encontrada del proceso de producción al momento de realizar el trabajo. Entre los aspectos analizados se encuentra la distribución de la planta, la descripción de las operaciones del proceso, así como otros. De lo anterior se establece que el proceso de producción más necesitado de optimización es la línea de helado envasado.

Siguiendo la secuencia, se presenta el estudio de tiempos seguido por el obligatorio estudio de movimientos, tanto con diagramas de operación como con diagramas bimanuales, para las operaciones manuales implicadas en el proceso. Todo lo anterior basado en los preceptos teóricos y prácticos establecidos anteriormente.

Con lo anterior, se establecen las modificaciones necesarias para la optimización de los recursos, tanto tiempo como mano de obra, así como la manera en que éstas serán implementadas dentro del proceso. Y por último, se diseñan los formatos necesarios para el seguimiento de los nuevos métodos como herramienta para la toma de decisiones en el futuro.

OBJETIVOS

General:

Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos como herramienta para la optimización de costos de mano de obra en la elaboración de helados, para optimizar los recursos involucrados.

Específicos:

1. Llevar a cabo el análisis de la situación actual del proceso de producción.
2. Determinar las actividades dentro del proceso de producción que requieran optimización.
3. Desarrollar los diagramas necesarios de movimientos en el proceso de producción.
4. Informar y capacitar al personal operativo con respecto al estudio de tiempos y la importancia que posee dicho estudio.
5. Establecer los tiempos estándar para cada elemento del proceso de producción, a través de un estudio de tiempos.
6. Implantar los tiempos estándar determinados anteriormente en la línea de producción.
7. Elaborar una guía para el seguimiento de los tiempos estándares establecidos.

INTRODUCCIÓN

Las industrias se encuentran en un estado constante de mejora continua en todos sus procesos, ya sean éstos administrativos, financieros, mercadotécnicos, productivos, o cualquier otro que forme parte de las actividades habituales de éstas. Eso se debe a la necesidad de prevalecer en un mundo comercial de alta competitividad, en el cual cualquier impulso por aumentar las ventajas competitivas es de carácter obligatorio.

De acuerdo a lo anterior se debe apuntalar que los mayores esfuerzos dirigidos a mejorar se deben dirigir hacia el área que mayor impacto tiene sobre el rumbo de acción de cualquier industria. Se puede decir que el corazón de una organización dedicada a la fabricación de cualquier objeto es el área de producción y por lo tanto, es ésta la que necesita las mejores acciones para ser optimizada.

Una herramienta de gran importancia para la optimización de procesos es el estudio de tiempos y movimientos, el cual da como resultado los estándares necesarios para optimizar las tareas en cada operación realizada dentro del proceso productivo.

Dado lo anterior, la industria de los helados no está exenta de ese interés obligatorio por la mejora continua en los procesos productivos, por lo que se constituye como necesario un estudio de tiempos y movimientos para estandarizar y optimizar todos los elementos relacionados con el proceso de producción del helado y así mismo mejorar la eficiencia, tanto en costos como en producción.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

1.1.1. La empresa

Ésta se dedica a la producción, distribución y venta de helados, tanto nacional como internacionalmente. Produce una infinidad de variedades de helados, asimismo como otros productos relacionados, tales como cremas, pasteles, yogures y otros afines. El producto que más demanda tiene es el helado envasado, éste será el resultado de la presente investigación.

1.1.2. Reseña histórica

La organización tiene varias décadas produciendo gran variedad de helados en el territorio guatemalteco. Una de sus grandes metas es la de proveer helados de calidad a sus consumidores. En la actualidad se encuentra posicionada en los primeros lugares de la preferencia de los guatemaltecos, debido a su amplia gama de productos y al reconocido sabor con el que se caracterizan sus diferentes helados. Además, cuenta con numerosos puntos de venta en todo el país, lo que asegura su participación en el mercado nacional del helado.

1.1.3. Ubicación

La empresa posee varias plantas y oficinas distribuidas dentro de la República. Para el presente documento se ha trabajado en una planta localizada en las afueras del departamento de Guatemala, localización que le ha brindado a ésta las oportunidades necesarias en cuanto a una distribución beneficiosa de los productos hacia determinadas áreas del país.

1.1.4. Descripción y distribución de la planta

Las instalaciones con las que cuenta la empresa son de primera categoría, es decir, son instalaciones en las que predomina el concreto armado. Además se cuenta con las áreas necesarias para el funcionamiento ideal de las operaciones a las que se dedica la empresa, o sea, área de producción, oficinas administrativas, área de bodega para materia prima y para producto terminado, etc. También se debe mencionar que la infraestructura es lo suficientemente grande para poder abarcar el potencial productivo con el que se cuenta actualmente.

La distribución que se da en este caso es por proceso, debido a que se produce gran variedad de productos aunque similares, pero cada uno con un proceso inherente.

1.2. Generalidades sobre el helado

1.2.1. Definición de helado

En su forma más simple, el helado, sorbete, crema helada o nieve es un postre congelado hecho de leche, nata o natillas combinadas con saborizantes, edulcorantes y azúcar. En general los productos utilizados en su elaboración son: leche, azúcar, edulcorantes, nata de leche, huevo, frutas, chocolate, frutos secos, yogurt, agua mineral y estabilizantes.

1.2.2. Ingredientes generales

La grasa láctea provee cremosidad y riqueza al helado y contribuye a sus características de derretimiento. Las fuentes de grasa láctea incluyen la leche, crema y mantequilla. El total de componentes lácteos sólidos del helado incluyen tanto la grasa como a otros sólidos. Los otros sólidos lácteos consisten en la proteína y lactosa en la leche y van desde 9 a 12% en el helado. Los sólidos no grasos tienen un rol importante en el cuerpo y la textura del helado al estabilizar el aire que es incorporado durante el proceso de congelación. Las fuentes de los sólidos no grasos incluyen la leche, crema, leche condensada, lecha evaporada, y suero.

Los dulcificantes son usados para proveer las características de dulzura del helado. También reducen el punto de congelamiento de la mezcla para permitir que un poco de agua permanezca descongelada a temperaturas de servicio. Un punto de congelamiento más bajo hace que el helado sea más fácil de comer, aunque la adición de mucha azúcar puede hacer del producto muy suave. Los dulcificantes usados incluyen el azúcar (sucrosa) y jarabes de cereales.

Los estabilizantes se definen como aquellas sustancias que impiden el cambio de la forma o la naturaleza química de los productos alimenticios a los que se incorporan, inhibiendo reacciones químicas o físicas, manteniendo el equilibrio químico de los mismos. En el proceso de producción del helado estos actúan formado enlaces entre los diferentes componentes que integran el helado, o sea los azucares, proteínas, grasas etc. Haciendo que estos formen las llamadas redes que atrapan el agua, evitando que a bajas temperaturas esta cristalice en cristales largos. Algunos estabilizantes vienen combinados con gomas y emulsificantes para aumentar su eficacia y su rango de efectividad.

Los emulsificantes son usados para ayudar a mantener las grasas lácteas dispersas en forma uniforme en el helado durante el congelamiento y el almacenamiento. Una buena distribución de la grasa ayuda a estabilizar el aire incorporado al helado y a proveer un producto uniforme. Los emulsificantes usados en los helados incluyen las yemas de huevo y los mono- y diglicéridos.

Una amplia gama de saborizantes son usados en los helados. Éstos incluyen sabores naturales y artificiales, frutas, nueces, e inclusiones de voluminosos tales como trozos de chocolates y caramelos.

Es digno de notarse que el aire es uno de sus principales ingredientes. Sin el aire, el helado seria una nieve de leche, pero con el aire se convierte en un sistema coloidal de alta complejidad.

1.2.3. Tipos de helados

Aunque el término crema helada se usa algunas veces para identificar a los postres congelados en general, usualmente está reservado para aquellos postres congelados hechos con un alto porcentaje de grasa láctea.

Definiciones típicas para los postres congelados:

- Crema helada: Cualquier postre congelado con 10 % o más de grasa láctea.
- Leche helada o ice milk: con menos de 10% de grasa láctea y menor contenido de dulcificantes.
- Natilla congelada: con más de 10% de grasa láctea y yema de huevo. Considerado un tipo de crema helada debido al alto contenido de grasa.
- Sherbet: con 1 a 2 % de grasa láctea y más endulzante que la crema helada.
- Sorbete o helado al agua: con puré de frutas y sin productos lácteos.
- Pop o granizada: puré de fruta congelado, jugo de fruta o agua azucarada saborizada en barra o en un vaso.

Muchos países regulan el uso de estos términos basados en cantidades porcentuales específicas de los ingredientes.

Las cremas heladas vienen en una amplia variedad de sabores, frecuentemente con agregados tales como hojuelas o trozos de chocolate, nueces, frutas secas, frutas, etc. Algunos de los sabores más populares en los supermercados son vainilla, chocolate, fresa, limón, dulce de leche y nata.

1.2.4. Proceso de producción general del helado

Figura 1. **Diagrama de flujo de producción general de helado**

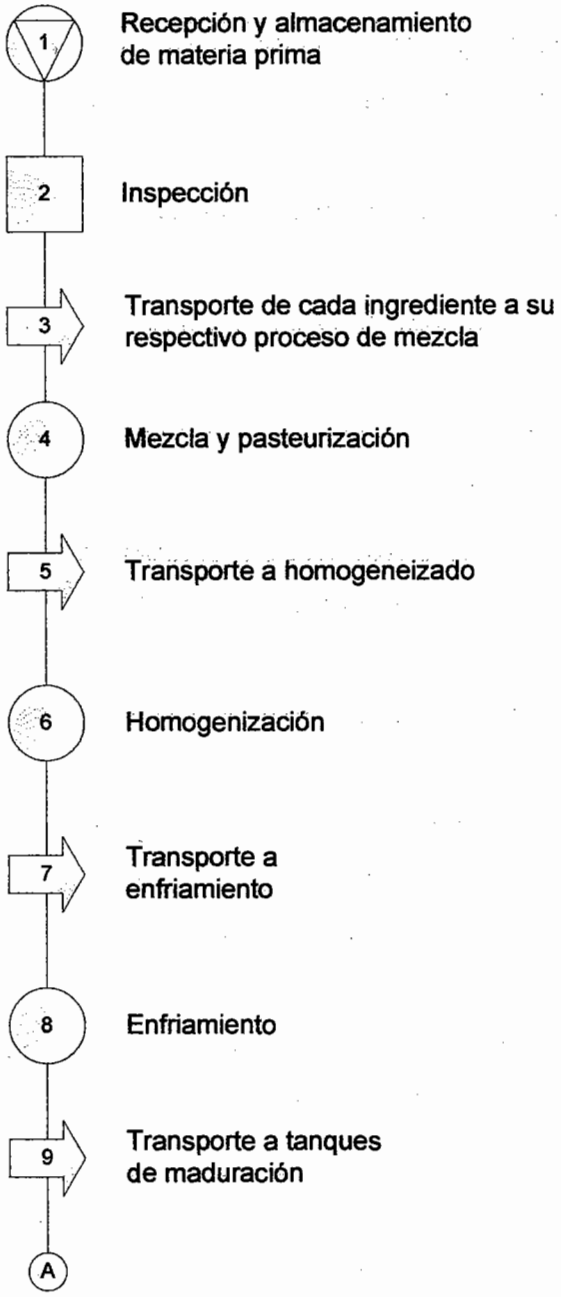
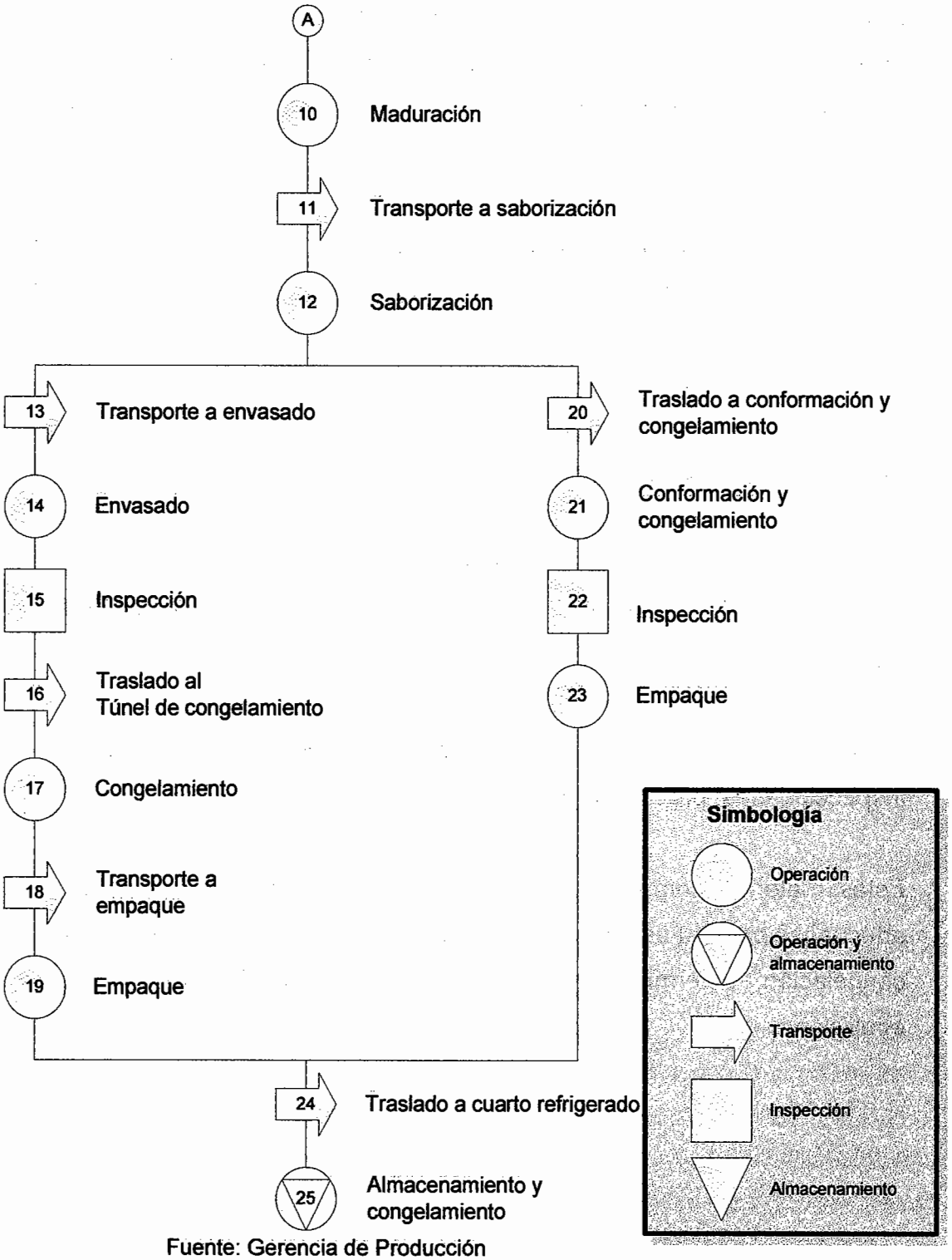


Figura 1. **Continuación diagrama de flujo de producción general de helado**



Fuente: Gerencia de Producción

Detalle de los procesos descritos

1. **Recepción y almacenamiento de materia prima.** Las materias primas se reciben en el almacén en estado seco, líquido, congelado, empacado en barriles, en latas, dentro de cajas contenidas en bolsas u otros recipientes como botellas.

   Los ingredientes que no están herméticamente cerrados y esterilizados se almacenan bajo refrigeración estricta, en el caso de que no se disponga de ellos inmediatamente.

   Los ingredientes secos serán puestos en un lugar de almacenamiento que forzosamente será seco y frío.

   De igual modo, la materia prima que llega congelada como la leche condensada se mantendrá en los congeladores o en contenedores endurecedores.

2. **Inspección.** La leche entera y descremada, así como la crema son inspeccionadas, probadas y pesadas.

   Estas materias primas se someten a pruebas para determinar si son adecuadas para su uso e incluyen: determinación de la densidad, punto de congelación, determinación de la acidez, precipitación con alcohol y ebullición.

3. **Transporte de cada ingrediente a su respectivo proceso de mezcla.** La materia prima es transportada a contenedores para mezcla por medio de una grúa de mano. El transporte también se puede realizar con ayuda de carretillas.

4. **Mezcla y pasteurización.** Lo cual se puede dividir de la siguiente manera: Agitación de concentrados. El concentrado de saborizantes se mantiene con movimiento para que no se llegue a asentar, esto se realiza en un contenedor de saborizante con agitador.

   Mezclado de la leche. El mezclado se realiza con un tanque procesador redondo. En este tanque se realiza la mezcla de la leche que está compuesta de leche en polvo, suero, grasa butílica y agua. Este mezclado se realiza con bases de batido, incluso los materiales congelados usados en la mezcla se tratarán directamente en el proceso con un aditivo que le ayude a regresar a sus condiciones originales.

   Lo recomendable es que en los tanques se agreguen primero los ingredientes líquidos y la mezcla se caliente, mediante agitación continua. En seguida se agregan los ingredientes secos mientras la agitación continua. Hay que tener cuidado ya que hay ingredientes secos, como la leche en polvo, que son particularmente difíciles de meter en la solución sin que se produzcan grumos, aunque si se pone previamente en una solución antes de introducirlo en el contenedor las posibilidades de que se produzca el efecto disminuyen considerablemente.

   Pasteurización. La mezcla de helado llega al autoclave donde se realiza la pasteurización (eliminar el contenido microbiológico).

Las temperaturas adecuadas para la pasteurización son: de 71° C durante 30 minutos ó 80 ° C durante 25 minutos.

5. **Transporte a homogenizado.** La mezcla, ya pasteurizada se transporta por medio de bombeo a un tanque homogenizador.

6. **Homogenizado.** Después de la pasteurización se lleva a cabo el filtrado de la mezcla para quitarle grumos y materiales extraños que pudieran haber quedado en ella durante las operaciones previas.

   El homogenizado se realiza mediante un tanque homogenizador y el objetivo de esta operación es prevenir la separación de los diversos ingredientes y uniformizar el producto, por lo que es posible la utilización de materias primas con distintas viscosidades. Con este proceso se reduce el efecto de "requesón" y se le da una apariencia cremosa al helado. Este proceso se lleva a cabo bajo temperaturas de 62° C o mayores.

7. **Transporte hacia enfriado.** Terminado el proceso de homogenizado la mezcla se transporta por bombeo a un tanque enfriador.

8. **Enfriado.** La maduración se realiza mediante un tanque el cual mantiene una temperatura baja de la mezcla para que no exista posibilidad de que se generen microorganismos en el transcurso de lo que resta del proceso.

   Es imperativo que el enfriado del helado sea rápido para así prevenir el mencionado crecimiento bacteriológico y evitar que la mezcla se vuelva excesivamente viscosa.

El enfriado se lleva a cabo a 2 ó 3° C y se conserva a temperatura por debajo de los 4° C pero siempre manteniéndose por encima de su punto de congelación.

9. **Transporte a tanques de maduración.**

10. **Maduración.** El helado es tratado en conserva o crecimiento para que las proteínas y la grenetina en la mezcla absorban el agua previniendo la formación de cristales de hielo. Este periodo de crecimiento del helado va de 4 a 48 horas pero en general se recomienda no exceder las 24 horas.

11. **Transporte a saborización.** La mezcla se transporta por medio de mangueras hacia los recipientes de saborización.

12. **Saborización.** Se agregan a la mezcla los ingredientes necesarios para dar la saborización específica según sea cada caso.

13. **Transporte a envasado.** Se transporta la mezcla de helado por medio de mangueras al área de envasado.

14. **Envasado.** Se coloca la mezcla en los recipientes destinados para su colocación.

15. **Conformación y congelado.** Con esta actividad se busca congelar parcialmente la mezcla e incorporar aire a ella buscando el incremento de volumen debido a las burbujas de aire atrapadas. Esto se considera como un punto de referencia en la maduración del helado y se puede presentar tanto en tambos o tanques, como en líneas continuas (bandas sin fin).

Después del primer congelamiento es de absoluta trascendencia que el helado pase lo antes posibles al periodo de endurecimiento ya que si el helado se derrite aunque sea parcialmente, su textura se afectará definitivamente. Si el helado va a ser vaciado en pequeños recipientes es aconsejable someter las envolturas a 1° C que congelará al mismo helado con gran rapidez. El vaciado se realizará por llenadoras especiales.

16. **Inspección.** Se realiza la inspección del producto terminado verificando que no contenga errores.

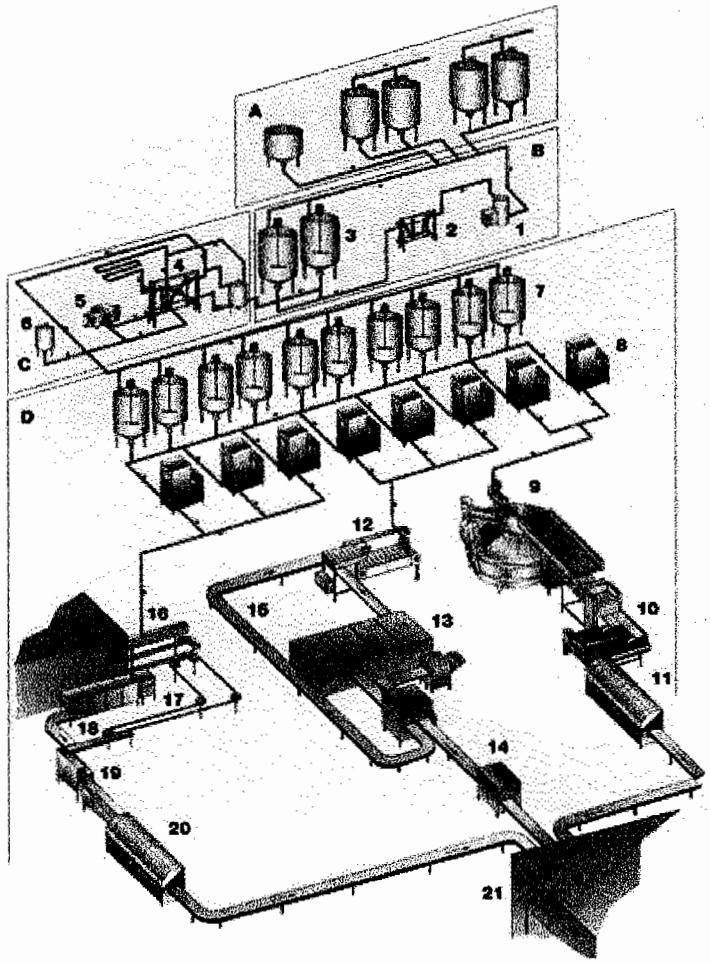
17. **Empaque.** Se realiza el empaque del producto.

18. **Transporte a cuarto refrigerado.** El producto empaquetado se transporta por medio de una banda sin fin al almacén (congelador).

19. **Almacenamiento.** Ya que el helado se encuentra en los contenedores o envases es llevado al departamento de endurecimiento, donde permanecerá hasta que llegue el momento final de su despacho y embarque. La temperatura del cuarto de endurecimiento debe mantenerse entre los -25 y -30° C y debe ser controlado automáticamente para que se evite una fluctuación en la temperatura. El endurecimiento debe completarse dentro de un lapso de 24 horas.

Nota: Para la elaboración de helado con frutas naturales el proceso es similar, únicamente en la etapa de refrigeración se agregan los trozos de la fruta seleccionada.

Figura 2. **Ejemplo de una planta de producción de helados**



Fuente: Lund, Dairy Processing Handbook. Pág 393

A. Almacenamiento de materias primas
B. Disolvimiento de ingredientes y mezcla:
    1. Unidad de mezcla
    2. Placa intercambiadora de calor
    3. Tanques de mezcla (al menos dos para un proceso continuo
C. Pasteurización, homogenización y estandarización de grasa de la mezcla:
    4. Placa intercambiadora de calor

5. Homogenizador
6. Tanque de AMF o grasa vegetal

D. Planta de producción de helado:

7. Tanques de maduración
8. Congelador continuo
9. Barra congelante
10. Unidad para envoltorio y apilamiento
11. Unidad para cajas de cartón
12. Rellenador de copa o cono
13. Túnel de endurecimiento
14. Línea de empaque
15. Transportador de retorno para bandejas vacías
16. Bandeja del túnel extrusador
17. Unidad para cubrimiento de chocolate
18. Túnel de enfriamiento
19. Unidad para envoltorio
20. Unidad para empaque
21. Almacenamiento frío

1.3. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. Este estudio se combina con el estudio de tiempos para obtener mejores resultados respecto a la eficiencia y la velocidad con que se lleva a cabo la tarea.

1.3.1. Definición

Consta de una amplia gama de procedimientos para el análisis de métodos de trabajo, considerando el proceso de trabajo, herramientas, estaciones de trabajo, materia prima, etc. El objetivo total es el diseño del mejor método de trabajo para cada operación.

1.3.2. Principios de economía de movimientos

La capacidad humana para la realización de tareas depende del tipo de fuerza, el músculo que se utiliza en la realización de la tarea y la postura de la persona al realizar dicha tarea. Por eso se debe diseñar el trabajo de acuerdo con las capacidades físicas del individuo para lograr un mejor rendimiento en la realización del trabajo.

1.3.3. Diagrama bimanual

El diagrama bimanual muestra los movimientos realizados por ambas manos del operario. El objetivo de este diagrama es presentar una operación con suficiente detalle como para poder ser analizada y de esta forma mejorarla.

Frank y Lilian Gilbreth denominaron los movimientos de las manos con el nombre de therbligs, los cuales se dividen en efectivos y no efectivos. Los therbligs efectivos son los que implican un avance directo en el progreso del trabajo, pueden acortarse pero no eliminarse; mientras que los no efectivos son los que no hacen avanzar el progreso del trabajo, estos, de ser posible, deben eliminarse.

A continuación se muestra la descripción de los therbligs efectivos y no efectivos.

Tabla I. **Therbligs efectivos**

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general está precedido por tomar y seguido de soltar o posicionar
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar; en general está precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el *therblig* más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; se detectan con facilidad en el avance del trabajo.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.

Tabla II. **Therbligs no efectivos**

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; comúnmente sigue a buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general va precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a *durante* para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación; por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Retraso evitable	R	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos; depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: Benjamin Niebel, Ingeniería Industrial. Pág 150

1.3.4. Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos.

Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una operación, un cuadrado que representa una inspección y un círculo dentro de un cuadrado que representa una inspección que se realiza junto con una operación.

1.3.5. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos.

El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula.

1.3.6. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando líneas de flujo al plano de distribución de la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta.

1.3.7. Balance de líneas

Todos los operarios que realizan operaciones distintas en una línea de producción trabajan como una unidad, por lo que la velocidad de producción de la línea depende del operario más lento.

El balance de líneas permite determinar el número de operarios que se asignan a cada estación de trabajo de la línea de producción para cumplir con una tasa de producción determinada. También permite determinar la eficiencia de la línea, y de esta forma saber qué tan continua es la línea o módulo de producción.

1.4. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

1.4.1. Definición

Como estudio de tiempos definimos toda acción encaminada a determinar los tiempos reales utilizados por personas o máquinas para realizar una actividad, ésta puede ser administrativa, operativa o de servicio. Este estudio lo realiza un ingeniero de métodos para conocer con exactitud los tiempos productivos de operación, tiempos de preparación de material así como de preparación de maquinaria y los tiempos muertos en la producción.

Se debe disponer de un formato especial para anotar todos los acontecimientos que suceden en el proceso, también se auxilia con un cronómetro para determinar los tiempos reales. Se debe seleccionar al operador o estación de trabajo promedio, es decir, al trabajador menos rápido o menos lento; con esto se puede tomar un estándar de la cantidad o volumen de trabajo que se realiza en dicha estación.

De preferencia se analiza toda la línea de producción y se enfatiza en aquella en donde el trabajo es más despacio y detiene el flujo hacia los otros departamentos o unidades de trabajo.

Todo esto se lleva a cabo cuando aumentan las quejas de los clientes o demoras frecuentes para entregar los pedidos requeridos, en tiempo y cantidades especificadas en las órdenes de trabajo. También sirve para monitorear la producción de ciertos productos, en los cuales, con frecuencia hay retrasos para la entrega a los clientes; en donde se investiga el tipo de proceso que lo atrasa, si el material es el adecuado, si el personal está capacitado para la labor, o el proceso de secado, de empaque o de entrega están en los límites correspondientes de elaboración.

El trabajo que se realiza con el estudio de tiempos es muy amplio, sirve para tomar decisiones en gerencia, en donde pueden determinar qué departamento es el más productivo, los costos que genera la producción del mismo; para el Departamento de Producción en la programación de jornadas de trabajo, cantidad de personal necesario, insumos requeridos; también para el personal de ventas cuando se cotiza producto para los clientes.

1.4.2. Requisitos

Antes de comenzar un estudio de tiempos es fundamental cumplir ciertos requisitos:

- El operador a quien se va estudiar debe dominar perfectamente la técnica.
- Es sumamente importante que el método a estudiarse sea haya estandarizado.
- Es importante que el representante sindical, el operador, el supervisor sepan que se va estudiar el trabajo.
- El operario debe verificar que está siguiendo el método correcto.
- El supervisor debe investigar si la cantidad de material es suficiente para evitar faltantes durante el estudio.
- El supervisor debe de elegir el mejor operario para obtener los resultados más satisfactorios.
- Debe explicársele al operario el porqué del estudio y responder a toda pregunta pendiente.

Existen varias responsabilidades del analista de tiempos, del supervisor, del sindicato y el operador, estas deben ser esclarecidas como parte de los requisitos para un estudio de tiempos, entre ellas están:

- El analista debe poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual.
- El analista debe evaluar con el supervisor el equipo, el método y la destreza del operario.
- El analista debe siempre cooperar con el sindicato para obtener la mejor ayuda de ellos.
- El supervisor debe sentirse obligado a que los tiempos estándar sean equitativos.
- El supervisor debe notificar con tiempo al operario que su trabajo va a ser estudiado.
- El supervisor debe ver que se utilice el método establecido por el departamento de métodos.
- El sindicato debe cerciorarse de que el estudio de tiempos comprenda un registro completo de las condiciones de trabajo, el método de trabajo y el arreglo de las estaciones de trabajo.

El sindicato debe exigir que los miembros cooperen con el analista de tiempos.

1.4.3. Equipo necesario

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de cómputo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

El equipo mínimo necesario será:

1. Un cronómetro
2. Un tablero para estudio de tiempos (tabla Shanon)
3. Formas impresas para estudio de tiempos
4. Calculadora de bolsillo

Algunos equipos con ventajas, pero que tienen limitaciones según las condiciones o recursos disponibles están:

- Máquinas registradoras de tiempo
- Cámaras cinematográficas
- Equipo de videocinta

1.4.4. Técnicas para la toma de tiempos

Cada técnica en la toma de tiempos influye en los datos obtenidos (estándar de tiempo), por esos es importante conocer cuales son y como se aplican.

Varias técnicas que pueden ser utilizadas en la toma de tiempos:

1. Estudio cronométrico de tiempos
2. Recopilación computarizada de datos
3. Datos estándares
4. Datos de los movimientos fundamentales o predeterminados (técnica MTM -1)
5. Muestreos del trabajo
6. Estimaciones basadas en datos históricos
7. Predeterminados computarizados 4M
8. Predeterminados computarizados MOST
9. Predeterminados computarizados WOCOM
10. Programas propios de las empresas

Para aplicar cualquiera de las técnicas debe tomarse en cuenta su efectividad en cuanto a mano de obra se refiere:

1. Directa: estudios de tiempos, datos predeterminados, datos estándares
2. Indirecta: datos históricos, muestreos de trabajo

Cada técnica podrá ser aplicada en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe de determinar qué técnica utilizar luego del análisis particular de la empresa en estudio.

1.4.5. Selección de la técnica

La técnica seleccionada dependerá de factores tales como:

1. La naturaleza del trabajo
2. El tiempo para cada repetición del trabajo
3. Los usos que se den al estándar de tiempo

Adicional a estos factores puede agregarse la disponibilidad y alcance de recursos y el tiempo disponible en la empresa para realizar la toma de tiempos. Todos deben considerarse antes de seleccionar la técnica en estudio.

1.4.6. El factor humano en la toma de tiempos

Para realizar un estudio de tiempos es importante tomar en cuenta no solo los recursos de equipo, técnicas, requisitos; además debe tomarse en cuenta todos los factores que afectan la productividad del trabajo como lo es el ambiente de trabajo, físico, emocional y fisiológico del área o puesto de trabajo.

1.4.7. Calificación de la actuación

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea. Se entiende por operador normal, al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a una marcha, ni demasiado rápida ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio. En la tabla III se muestra los valores para calificar la actuación.

Tabla III. **Calificación de la actuación**

Habilidad			**Habilidad.** Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operario.
A	Habilísimo	+ 0.15	
B	Excelente	+ 0.10	
C	Bueno	+ 0.05	
D	Medio	0.00	
E	Regular	- 0.05	
F	Malo	- 0.10	
G	Torpe	- 0.15	
Esfuerzo			**Esfuerzo.** Es la voluntad de trabajar, controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad.
A	Excesivo	+ 0.15	
B	Excelente	+ 0.10	
C	Bueno	+ 0.05	
D	Medio	0.00	
E	Regular	- 0.05	
F	Malo	- 0.10	
G	Insuficiente	- 0.15	
Condiciones			**Condiciones.** Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no a la operación.
A	Buena	+ 0.05	
B	Media	0.00	
C	Mala	- 0.05	
Consistencia			**Consistencia.** Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
A	Buena	+ 0.05	
B	Media	0.00	
C	Mala	- 0.05	

Fuente: Roberto García Criollo, Estudio del Trabajo. Pág 210

1.4.8. Suplementos del estudio de tiempos

Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea. En la Tabla IV se muestra un sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos normales basado en valores tabulados por la oficina internacional del trabajo en Estados Unidos (*International Labour Office – ILO, 1957)*.

Tabla IV. **Suplementos recomendados por ILO**

A. Suplementos constantes:
- **1.** Suplemento personal 5
- **2.** Suplemento por fatiga básica 4

B. Suplementos variables:
- **1.** Suplemento por estar de pie 2
- **2.** Suplemento por posición anormal:
  - a. Un poco incómoda 0
  - b. Incómoda (agachado) 2
  - c. Muy incómoda (tendido, estirado) 7
- **3.** Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):
  Peso levantado, en libras
  - 5 0
  - 10 1
  - 15 2
  - 20 3
  - 25 4
  - 30 5
  - 35 7
  - 40 9
  - 45 11
  - 50 13
  - 60 17
  - 70 22
- **4.** Mala iluminación
  - a. Un poco abajo de la recomendada 0
  - b. Bastante menor que la recomendada 2
  - c. Muy inadecuada 5
- **5.** Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variable 0-100
- **6.** Atención requerida:
  - a. Trabajo bastante fino 0
  - b. Trabajo fino o preciso 2
  - c. Trabajo muy fino y muy preciso 5
- **7.** Nivel de ruido:
  - a. Continuo 0
  - b. Intermitente – fuerte 2
  - c. Intermitente – muy fuerte 5
  - d. De tono alto – fuerte 5
- **8.** Estrés mental:
  - a. Proceso bastante complejo 1
  - b. Atención compleja o amplia 4
  - c. Muy compleja 8
- **9.** Monotonía:
  - a. Nivel bajo 0
  - b. Nivel medio 1
  - c. Nivel alto 4
- **10.** Tedio:
  - a. Algo tedioso 0
  - b. Tedioso 2
  - c. Muy tedioso 5

Fuente: Benjamin Niebel, Ingeniería Industrial. Pag 437

A continuación se describen en mayor detalle los suplementos variables.

1. **Suplemento por estar de pie:** este tipo de trabajo lleva consigo un suplemento adicional. En varios países la ley ha reconocido últimamente que el trabajo de pie es más cansado y exige que en el lugar de trabajo o cerca de él haya asientos para los periodos de descanso.
2. **Suplemento por posición anormal:** la postura normal del obrero es de pie o sentado, con el trabajo más o menos a la altura de la cintura. Las demás posturas resultan anormales y debe asignarse un suplemento.
3. **Levantamiento de pesos o uso de fuerza:** los suplementos de las Tabla III valen si se levantan o acarrean pesos en posturas cómodas pero deben aumentarse si hay que agacharse o doblarse (postura anormal). Según la Organización Internacional de Trabajo, cuando el peso máximo de la carga que puede ser transportada manualmente por un trabajador adulto de sexo masculino sea mayor a 55 kilogramos, deberían adoptarse medidas lo más rápidamente posible para reducirlo a ese nivel; el de la mujer debería ser considerablemente inferior al fijado para el sexo masculino.
4. **Mala iluminación:** si se trabaja con menos luz que la recomendada por las condiciones normales y es imposible aumentarla, sí se debería conceder un suplemento según el grado en que deba forzarse la vista. Pero la luz es mala no solo cuando es poca, sino también cuando hay resplandor o contrastes violentos entre la superficie de trabajo y ambiente circundante.

5. **Condiciones atmosféricas:** los suplementos indicados en el cuadro de suplementos no deben servir para compensar las variaciones de clima, sino para contrarrestar los efectos de un aire viciado por algún factor propio del trabajo que no se pueda eliminar totalmente.
6. **Tensión visual:** la vista se esfuerza cuando el trabajo que se hace o el instrumento que se emplean exigen gran concentración.
7. **Tensión auditiva:** el oído es resistente de forma patente cuando se le impone un ruido fuerte a intervalos irregulares.
8. **Tensión mental:** puede ser causada por una concentración prolongada, por ejemplo vigilar varias máquinas al mismo tiempo.
9. **Monotonía mental:** consiste en el empleo repetido de ciertas facultades mentales, ya sea un cálculo mental u otros.
10. **Monotonía física:** es la sensación causada por el uso repetido de ciertos miembros u órganos (dedos, manos, brazos y piernas)

1.4.9. Tiempo estándar

Se describe la definición de tiempo estándar desde varios puntos de vista para comprender mejor su concepto y la forma de obtenerlo luego de llevar a cabo el estudio de tiempos y movimientos.

1.4.9.1. Definición

Es el resultado de un estudio de tiempos. Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Un tiempo estándar determina la cantidad de salida esperada de producción de un trabajador y se utiliza para planear y controlar los costos directos de mano de obra. Es el tiempo necesario que se requiere para ejecutar una tarea o actividad cuando un operador capacitado trabaja a un paso normal con un método preestablecido.

1.4.9.2. Cálculo

El tiempo estándar será tomado luego de considerar además del tiempo cronometrado de trabajo: el margen de tolerancia (almuerzo, refacciones, descansos necesarios) y un factor de actuación que dependerá del operario en observación.

Tiempo estándar = tiempo cronometrado * factor de actuación + margen de tolerancia.

Dentro de las tolerancias se encuentran: fallas del equipo de trabajo, suspensión del flujo de materiales, piezas defectuosas, necesidades personales, efectos de la fatiga.

El tiempo estándar podrá obtenerse también, a partir de:

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + % de tolerancia / 100)

Debe conocerse que el ritmo de trabajo es la estimación de la velocidad del trabajo.

Entonces el tiempo normal se obtiene de la siguiente forma:

Tiempo normal = tiempos observados (% del ritmo de trabajo /100)

El tiempo normal es el tiempo que lleva realizar el trabajo, trabajando a un 100% o a un paso normal; no incluye tolerancias para retrasos inevitables, descansos por fatiga, tiempos personales. El tiempo normal supone que el trabajador se encuentra en su estación de trabajo todo el día sin descanso alguno, por lo que para compensarlo debe agregarse una tolerancia para llegar al tiempo estándar

Si el trabajo es pesado o violento y requiere descansos frecuentes, las tolerancias pueden ser tanto como un 50%. Las tolerancias generalmente se aplican al trabajo entero y no difieren de un elemento de trabajo al siguiente.

Después de aplicar las tolerancias, se determina el estándar final, un trabajador capacitado que utiliza el método prescrito debe ser capaz de satisfacer o exceder este estándar sobre una base diaria sin esfuerzo extra. El tiempo estándar se utiliza como una base para juzgar la producción del trabajador.

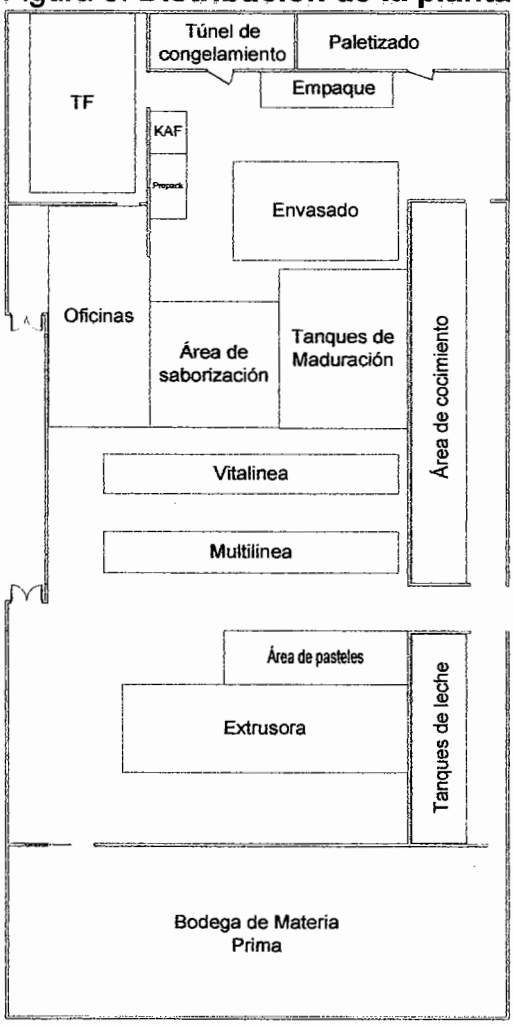
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1. Descripción del proceso

2.1.1. Distribución de la planta

La planta de producción se distribuye como se indica en la figura 3.

Figura 3. **Distribución de la planta**



Detalle de la distribución de la planta

Bodega de materia prima: como es de suponerse, es aquí donde se almacenan las materias primas utilizadas en todos los procesos de producción. Las materias se almacenan de acuerdo a su naturaleza y son manejadas con todo el cuidado necesario del caso.

Cocimiento: es en esta área donde se inicia la producción del helado. Aquí se elaboran las diferentes mezclas necesarias para la creación de los varios tipos de helados elaborados en esta empresa. Cuenta con tres tanques de cocimiento, los cuales poseen una magnitud de 315, 525 y 630 galones respectivamente, con lo cual se puede tener un proceso continuo de cocimiento. Además, en esta área también se lleva a cabo el proceso de homogeneización de la mezcla para luego ser enviada a los tanques de maduración.

Maduración: en esta área se lleva a cabo uno de los procesos fundamentales para la creación del helado, la maduración. Ésta se lleva a cabo en 5 tanques de acero inoxidable, los cuales poseen diferentes capacidades de almacenamiento, las cuales van desde los 2000 hasta los 4000 galones. El tiempo de maduración que se observa en esta planta es de 4 horas.

Multilínea: en esta línea se produce paletería, es decir, helados de paleta. El tipo de helado que se crea es a partir de una mezcla a base de agua, la cual no necesita maduración. Esta máquina cuenta con tres tanques de saborización de 300 galones cada uno.

Vitalínea: esta máquina al igual que la anterior se utiliza para la elaboración de paletería, con la diferencia de que en esta se produce paleta a partir de una mezcla a base de leche con un recubrimiento de mezcla a base de agua. Cuenta con dos tanques de saborización de 300 galones cada uno.

Extrusora: en esta máquina se elabora paletería, pero a diferencia de las dos anteriores, la paleta creada aquí lleva un recubrimiento de chocolate, además el proceso de producción se hace a partir de la extrusión de la mezcla, no como en las anteriores que poseen moldes para la formación del helado. Esta máquina cuenta con un tanque de saborización de 500 galones.

Envasado: en esta área se produce helado que se destina a los envases de tamaño familiar, es decir el helado en envase que se consume en los hogares; también se produce el helado almacenado en mayores cantidades utilizado para proveer de materia prima a distintas tiendas especializadas en la venta de helados. Esta área posee 4 tanques de saborización que van desde los 250 hasta los 400 galones de capacidad.

Prepack: en esta máquina se crea el tipo de helado denominado barrita, también aquí se empaca la crema batida. Posee 3 tanques de saborización con una capacidad de 300 galones cada uno.

KAF: en esta línea se producen helados de copa, y conos. Ésta posee un tanque de saborización de 250 galones.

Empaque: como su nombre lo indica, esta área es la destinada para el empaque de productos, esto se lleva a cabo luego de que los productos han pasado por el túnel de congelamiento para luego ser enviados a la bodega de productos terminados.

2.1.2. Descripción de las operaciones del proceso

A continuación se describen las operaciones generales de las que consta el proceso de producción de helado.

El proceso de creación del helado inicia en el área de cocimiento. En esta área se combinan las materias necesarias para crear la mezcla base para cualquier tipo de helado. Luego de que la mezcla ha sido pasteurizada y homogenizada ésta pasa al área de maduración, donde la misma se madura por un lapso mínimo de cuatro horas. Se debe mencionar que existen ciertos tipos de mezcla que no necesitan ser madurados, como por ejemplo la mezcla utilizada para crear crema batida, así como también la mezcla utilizada para las paletas a base de agua azucarada.

Cuando la mezcla ha pasado por la fase de maduración ésta se dirige al área de saborización, donde se le agrega el sabor correspondiente a las necesidades del caso, aunque la saborización también se puede dar en los tanques de depósito correspondientes a cada línea de producción. Luego de ser saborizada la mezcla, ésta se envía a la línea de operación correspondiente, dependiendo del tipo de helado que se quiera elaborar, por ejemplo, ya sea envasado, paleta, copa, etc.

La empresa consta con diferentes líneas de producción de helado, lo que indica que existen varios tipos de helados. Las diferentes clases de helados se pueden resumir de la siguiente manera: envasado, paletería, copas, conos, barras, pasteles, otros. Cada diferente tipo de helado es producido a través de una línea de producción diferente, y cada uno posee sus propias características.

Como paso final, los diferentes tipos de helados creados son enviados al túnel de congelamiento donde adquieren el estado perfecto para su consumo y luego pasan a ser empacados para ser almacenados ya como productos terminados.

2.1.3. Maquinaria y equipo

Para el proceso de cocimiento de la mezcla blanca se pueden mencionar los tanques de cocimiento, que son especiales ya que éstos contienen batidores para la mezcla así como la capacidad de elevar la temperatura de las mezclas a través de vapor. También en esta área se pueden mencionar las placas de enfriamiento y las homogenizadoras, necesarias para la correcta pasteurización de las mezclas.

Como parte fundamental de esta empresa se pude mencionar la existencia de varias máquinas batidoras, las cuales son las responsables de dar la forma característica al helado; estas máquinas son utilizadas en las líneas de envasado, extrusora, GMF.

Para el procesado de los helados de paleta se utilizan máquinas especiales para este fin, las cuales son denominadas como Vitalínea y Multilínea, la primera se utiliza para la creación de paletas de hielo y la segunda para paletas rellenas. Igualmente, existe una máquina especial para la creación de paletas a base de mezcla blanca y bañadas en chocolate, esta máquina es denominada Extrusadora.

Además se debe mencionar la existencia de los diversos tanques necesarios tanto para el cocimiento, maduración, saborización y otros, los cuales están diseñados específicamente para las diversas tareas a las que están encomendados.

2.1.4. Materia prima

La materia prima utilizada se compone principalmente de leche, agua, azúcar, grasa vegetal, glucosa, leche en polvo, cocoa, saborizantes, y otros. La materia prima es manejada con todos los cuidados necesarios y determinados por las buenas prácticas de manufactura. Para el almacenamiento de ésta se cuenta con la bodega de materia prima en el caso de los ingredientes sólidos y con tanques especiales para los ingredientes líquidos. Cabe notar que se tiene un cuidado minucioso con respecto al almacenamiento y la calidad de la leche utilizada en el proceso, ya que de ésta depende en gran parte el óptimo estado del producto final.

2.1.5. Manejo de materiales

El manejo de los materiales se da con todo el cuidado necesario del caso. Para el transporte de la materia prima hacia las diferentes áreas de trabajo se utilizan carros alzatarimas; en el caso de los productos enviados al túnel de congelamiento estos son transportados por medio de plataformas rodantes.

Un caso especial es el que se da con el transporte de la leche, el agua y luego con las mezclas bases que son el principal ingrediente para la elaboración de los helados, ya que el transporte de éstas se da por medio de tuberías y en determinados casos a través de mangueras, para lo cual se utilizan bombas para el correspondiente trasiego a sus respectivos destinos. Se debe mencionar que para el mantenimiento óptimo de las materias a través de los diferentes estados del proceso se lleva un control estricto de la limpieza de todos los utensilios utilizados, ya sean estas tuberías, mangueras o depósitos utilizados en los diferentes escenarios por los que la mezcla deba pasar.

2.1.6. Análisis del personal

Se cuenta con personal capacitado y competente para realizar los varios procesos necesarios para la elaboración de los diferentes tipos de helados que se producen en esta planta de producción. Además se les da capacitación continua con respecto a varios aspectos muy importantes para el manejo idóneo del producto.

Debido a que se cuenta con diferentes líneas dentro del proceso productivo, los operarios asumen diferentes roles que son necesarios para cada caso en especial, aunque esto no significa que no puedan cumplir con otras asignaciones si se da la necesidad. Por lo tanto, existen operarios que aunque están asignados a una determinada línea de producción pueden y deben otorgar su mano de obra a otras líneas cuando así lo requiera la producción necesaria a completar en determinadas líneas.

También se debe mencionar que existen operarios que no pueden realizar otra tarea más que la tienen asignada como prioridad, como por ejemplo las personas encargadas del cocimiento, debido a que este proceso es el que da origen a cualquier otro y por lo general es un proceso continuo y que requiere de mucha observación; además están las personas encargadas de transportar los productos hacia los túneles de congelamiento, éstas no pueden realizar otra tarea debido al equipo y vestuario de seguridad con el que deben llevar a cabo sus respectivas tareas.

2.1.7. Jornadas de trabajo

Las jornadas de trabajo varían de a acuerdo al proceso como también a las necesidades de la producción. En determinadas áreas se manejan tres jornadas, una diaria, una mixta y una nocturna. Además los diferentes grupos de trabajo se rotan en estos tres turnos cada determinado lapso de tiempo debido al problema derivado del horario nocturno, el cual conlleva ciertos cambios de hábitos en el ser humano, los cuales son dañinos a largo plazo. Existen otras áreas en las que solamente se manejan dos turnos de trabajo, una diaria y una nocturna.

2.2. Análisis de tiempos actuales

Para los diferentes procesos se tienen determinados estimados de tiempos de producción, o mejor dicho tasas de producción consideradas a partir de ciertos patrones, pero por el momento no se poseen estándares de tiempo determinados a través de los correspondientes estudios necesarios para este fin. Por lo tanto, aunque se fijen ciertas metas de producción éstas no siempre se cumplen debido a que los tiempos establecidos no incluyen las características desarrolladas en un estudio de movimientos y tiempos.

2.3. Costos de mano de obra

2.3.1. Cálculo de los costos de mano de obra

A continuación se realiza el análisis de los costos de mano de obra. Cabe mencionar que estos costos son los que están relacionados con la transformación de la materia prima del helado, es decir, la mano de obra directa.

También es necesario mencionar que el análisis de la mano de obra directa realizado a continuación se enfoca directamente en el área de envasado del helado, ya que es esta área de la producción en la que se puede hacer un impacto de optimización, según análisis previo hecho de los costos.

Para el proceso de envasado participan cinco personas, un encargado de línea y cuatro auxiliares. En la Tabla V se detalla el cálculo de la mano de obra directa relacionada con este proceso.

Tabla V. **Cálculo de la mano de obra**

	Encargado de línea	Auxiliar
Sueldo	Q1,500.00	Q1,300.00
Bono 37-200	Q250.00	Q250.00
Bono Prod.	Q120.00	
Total por mes	**Q1,870.00**	**Q1,550.00**
Sueldo por día	Q62.33	Q51.67
Sueldo por hora	Q7.79	Q6.46
Sueldo total por hora en envasado de helado		
1 encargado	Q7.79	
4 auxiliares	Q25.83	
Total	**Q33.63**	

Con lo anterior se puede establecer que el costo por hora de la mano de obra directa para el proceso de envasado es Q33.63.

2.4. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales son fundamentales para el buen desarrollo de cualquier actividad, ya sea industrial o de cualquier otro tipo, por lo que se le debe dar un peso importante, debido a la influencia que éstas poseen sobre el desempeño del recurso más importante de cualquier empresa, el recurso humano.

2.4.1. Condiciones de seguridad e higiene

En cuanto a la seguridad de los operarios se debe mencionar que éstos están bien capacitados para la manipulación de las diferentes máquinas utilizadas en los procesos concernientes. A parte del manejo de las diferentes maquinarias no se cuenta con mayores riesgos industriales o condiciones inseguras, más que la del piso mojado, aunque para lo cual se utilizan botas de hule (mas sin embargo su principal función es la de mantener la higiene). Respecto a los operarios encargados de los cuartos de congelamiento el tema es un poco más delicado debido a las bajas temperaturas en la que se tienen que desenvolver; éstos tienen que utilizar trajes especiales para mantener la temperatura corporal, y se les recomienda no permanecer demasiado tiempo dentro de los cuartos de congelamiento, además de la debida recomendación de aclimatación para salir de la planta.

La higiene es un tema de fundamental importancia en esta empresa, debido al tipo de producto que se maneja, ya que de ésta depende la inocuidad de los alimentos y por lo tanto la seguridad de los consumidores, que al final de cuentas son el primordial eje de movimiento para cualquier industria. Por lo tanto se tienen altas normas de limpieza en todas las etapas de la producción, no solamente en las materias primas y la maquinaria sino también y fundamentalmente en los operarios. Además las instalaciones se mantienen en un constante estado de limpieza, por lo que los trabajadores se encuentran en un área de trabajo saludable y agradable a los sentidos.

2.4.2. Equipo personal

El equipo personal se basa en la necesidad de mantener los estándares de sanidad requeridos en esta industria alimenticia. Debido a lo anterior, los operarios, así como cualquier otra persona que entre a la planta, deben usar redecilla para el cabello, cofia, uniforme (en el caso de los operarios), bata (para los supervisores o los visitantes), y botas. Lo anterior, aunado a procedimientos especificados de limpieza, garantiza la higiene tan necesaria en este tipo de industria.

En el caso de los operarios encargados de los cuartos fríos, éstos están dotados de trajes especiales que les permiten el poder movilizarse por estos ambientes fríos durante los períodos de tiempo necesarios para realizar sus labores; además cuentan con botas especiales para evitar resbalones en los cuartos fríos.

2.4.3. Ambiente físico

Se cree que el ambiente físico es satisfactorio para las tareas realizadas en esta planta. Lo anterior se concluye debido los siguiente aspectos: se cuenta con el espacio suficiente para la movilización de los operarios; la iluminación es la correcta para las tareas hechas; el piso es el indicado por su consistencia, aunque existen áreas en las que el agua derramada causa resbalones; la pintura de las paredes no refleja en cantidades no deseables la luz.

El ruido es un factor que no contribuye a un ambiente físico totalmente seguro, ya que es un tanto fuerte, pero soportable para el período de tiempo laborado generalmente por los operarios y supervisores.

3. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1. Estudio de tiempos

Debido a la gran variedad de productos realizados dentro de esta industria de helados se ha procedido a llevar a cabo el estudio de tiempos y movimientos, tema central de esta tesis, en la línea de producción de envasado o línea continua; lo anterior se ha decidido sobre la base de un análisis hecho en todas las líneas de producción sobre las necesidades de optimización de costos.

Descripción del proceso

El proceso de producción para la línea de envasado se puede dividir en tres grandes áreas: preparación de mezcla (tanque de 630 galones), saborización de mezcla y elaboración del helado envasado (presentación de ½ galón).

a. División del proceso de elaboración de mezcla en elementos

- Agregar leche a la mitad de la capacidad del tanque
- Transportar materia prima al área de cocimiento.
- Agregar ingredientes sólidos (leche en polvo, suero de leche, estabilizante, azúcar).
- Elevar temperatura de mezcla a 40 ºC.
- Agregar grasa y glucosa a la mezcla.
- Elevar temperatura a 68 ºC.
- Mantener temperatura constante para cocimiento por 30 minutos.
- Homogenizar.
- Madurar.

b. División del proceso de saborización de mezcla en elementos

- Agregar mezcla base
- Agregar base de sabor
- Agregar colorante

c. División en elementos del proceso de envasado de helado

- Codificación
- Llenado
  - Levanta envase vacío
  - Sostiene y mueve el envase mientras se llena
  - Coloca a un lado

- Colocación de tapa
  - Toma tapa
  - Presiona tapa
  - Coloca a un lado
- Colocación de envase lleno en caja
  - Levanta y lleva envase lleno hacia caja
  - Posiciona en la caja
  - Cierra la caja
  - Transporta la caja hacia carretilla

3.1.1. Selección de la técnica

La técnica que se eligió fue la de estudio cronométrico de tiempos, es decir, la observación directa de los ciclos de trabajo para poder hacer varias tomas de tiempos y así poder determinar los objetivos que este estudio busca. Además dentro de esta técnica para la toma de tiempos se utilizó el método continuo, en el cual se deja correr el cronómetro para así señalar el inicio y final de cada elemento del proceso y luego hacer una resta de estos tiempos para determinar el tiempo cronometrado.

3.1.2. Equipo para la toma de tiempos

El equipo utilizado fue: cronómetro digital, tabla Shanon, formas impresas para los apuntes de las observaciones y tiempos cronometrados, calculadora, equipo de computación y diferentes paquetes de software para la elaboración de informes.

3.1.3. Determinación del número de ciclos a observar

Aunque existen varios métodos para calcular el número de ciclos a observar al realizar un estudio de tiempos, en este trabajo nos apegaremos a la guía de valores establecidos por la General Electric Company, la cual se presenta en la Tabla VI.

Tabla VI. **Número recomendado de ciclos de observación**

Tiempo de ciclo (min)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Debido a que los ciclos de preparación de la mezcla base para helado son mayores a 40 minutos, entonces los ciclos a observar serán 3. Para las demás áreas del proceso de producción estudiado, es decir, saborización y envasado, se realizarán 20 y 40 tomas de tiempos.

3.1.4. Selección del operario

Los operarios a cargo de la producción en el momento en que se realizaron los estudios de tiempos y movimientos tienen la característica de ser operarios promedio, no son ni los más rápidos ni los más lentos.

3.1.5. Calificación del operario

A continuación se proporciona el análisis detallado de la calificación del operario para las tres grandes áreas correspondientes al proceso de producción del helado envasado.

a. Preparación de mezcla

En la Tabla VII se proporciona la calificación de la actuación del operario en la elaboración de la mezcla blanca para helado.

Tabla VII. **Calificación de la actuación del operario para preparación de mezcla**

No.	Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
1	Transportar ingredientes sólidos	0.1	0.05	0	0	0.15
2	Agregar leche a los tanques	0.1	0.05	0	0.05	0.2
3	Agregar ingredientes sólidos	0.1	0.05	0	0	0.15
4	Elevar temperatura a 40 °C	0	0	0	0	0
5	Agregar grasa y glucosa	0.1	0.05	0	-0.05	0.1
6	Elevar temperatura a 68 °C	0	0	0	0	0
7	Pasteurizar	0	0	0	0	0

b. Elaboración de mezcla saborizada

En la Tabla VIII se proporciona la calificación de la actuación del operario en la elaboración de la mezcla saborizada.

Tabla VIII. **Calificación de la actuación del operario para saborización de mezcla**

No.	Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
1	Agregar mezcla base blanca	0.1	0.05	0	0	0.15
2	Agregar base de sabor	0.05	0	0	0.05	0.1
3	Agregar colorante	0.05	0	0	0	0.05

c. Envasado del helado

En la Tabla IX se proporciona la calificación de la actuación del operario en el proceso de envasado de helado.

Tabla IX. **Calificación de la actuación del operario para envasado del helado**

No.	Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
1	Codificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Llenado de envase	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05
3	Colocación de tapa	-0.05	0.05	0.00	0.00	0.00
4	Colocación de envase lleno en caja	0.00	0.05	0.00	-0.05	0.00

3.1.6. Concesiones

A continuación se describen las concesiones brindadas a los operarios para las tres grandes áreas correspondientes al proceso de producción del helado envasado según la Tabla IV presentada en el capítulo 1 (suplementos recomendados por ILO).

a. Preparación de mezcla

El cálculo de los suplementos para el proceso de preparación de mezcla se presenta en la Tabla X.

Tabla X. **Cálculo de suplementos para preparación de mezcla**

Suplementos	**Elementos**			
	Trans. Ing. Solidos	**Agregar leche**	**Agregar ing. Sólidos**	**Agregar grasa y glucosa**
Constantes				
Personal	5	5	5	5
Fatiga básica	4	4	4	4
Variables				
Por estar de pie	2	2	2	2
Posición incómoda	0	0	2	2
Peso levantado hasta 70 libras	22	0	22	13
Iluminación (un poco debajo de la recomendada)	0	0	0	0
Condiciones atmosféricas	0	0	0	0
Atención requerida	0	2	0	0
Nivel de ruido (continuo)	0	0	0	0
Estrés mental (proceso bastante complejo)	1	1	1	1
Monotonía (nivel bajo)	0	0	0	0
Tedio (algo tedioso)	0	0	0	0
Total	**34**	**14**	**36**	**27**

b. Elaboración de mezcla saborizada

El cálculo de los suplementos para el proceso de elaboración de mezcla saborizada se presenta en la Tabla XI.

Tabla XI. **Cálculo de suplementos para elaboración de mezcla saborizada**

Suplementos	**Elementos**		
	Agregar mezcla blanca	**Agregar base de sabor**	**Agregar colorante**
Constantes			
Personal	5	5	5
Fatiga básica	4	4	4
Variables			
Por estar de pie	2	2	2
Posición incómoda	0	0	0
Peso levantado hasta 10 libras	0	1	1
Iluminación (un poco debajo de la recomendada)	0	0	0
Condiciones atmosféricas	0	0	0
Atención requerida (trabajo fino)	2	2	2
Nivel de ruido (continuo)	0	0	0
Estrés mental (proceso bastante complejo)	1	1	1
Monotonía (nivel bajo)	0	0	0
Tedio (algo tedioso)	0	0	0
Total	**14**	**15**	**15**

c. Envasado del helado

El cálculo de los suplementos para el proceso de envasado de helado se presenta en la Tabla XII.

Tabla XII. **Cálculo de suplementos para envasado de helado**

Suplementos	Elementos			
	Codificación	**Llenado de envase**	**Colocación de tapa**	**Colocación de envase lleno en caja**
Constantes				
Personal	5	5	5	5
Fatiga básica	4	4	4	4
Variables				
Por estar de pie	2	2	2	2
Posición incómoda	0	0	0	0
Peso levantado hasta 5 libras	0	0	0	0
Iluminación (un poco debajo de la recomendada)	0	0	0	0
Condiciones atmosféricas	0	0	0	0
Atención requerida	0	2	2	0
Nivel de ruido (continuo)	0	0	0	0
Estrés mental (proceso bastante complejo)	1	1	1	1
Monotonía (nivel bajo)	0	0	0	0
Tedio (algo tedioso)	0	0	0	0
Total	**12**	**14**	**14**	**12**

3.1.7. Cálculo de tiempos

A continuación se presentan los cálculos necesarios para la obtención del tiempo estándar de los diferentes elementos involucrados en la elaboración del helado envasado en su presentación de ½ galón.

3.1.7.1. Tiempo cronometrado

a. Preparación de mezcla

En la Tabla XIII se presenta el cálculo del tiempo promedio para la preparación de mezcla blanca.

Tabla XIII. **Toma de tiempos para tanque 630 galones**

No	Elemento	t1 (min)	t2 (min)	t3 (min)	t total	Tiempo promedio (min)
1	Transportar ingredientes sólidos	1.7	1.3	1.5	4.5	1.5
2	Agregar leche a los tanques	14.83	10	10.83	35.66	11.88
3	Agregar ingredientes sólidos	3.33	6.25	8.17	17.75	5.92
4	Elevar temperatura a 40 °C	27.92	35.92	40	103.84	36.42
5	Agregar grasa y glucosa	6.5	8.83	9	24.33	8.12
6	Elevar temperatura a 68 °C	41.5	34.7	37.2	113.4	37.8
7	Pasteurizar	30	30	30	90	30
8	Homogeneizar	68	70	72	210	70
9	Madurar	240	240	240	720	240

b. Elaboración de mezcla saborizada

A continuación se presenta el cálculo de tiempo promedio para elaboración de mezcla saborizada.

Tabla XIV. **Toma de tiempos para elaboración de mezcla saborizada**

No.	Agregar mezcla blanca	Agregar base de sabor	Agregar colorante
1	11.01	9.88	5.75
2	12.05	9.97	6.00
3	10.29	10.33	4.78
4	10.25	10.00	5.00
5	10.45	10.56	4.99
6	9.65	10.25	5.69
7	10.12	11.01	5.25
8	10.56	10.99	5.47
9	11.21	10.55	4.29
10	9.63	9.45	5.90
	$\sum$ = 10.38 min	$\sum$ = 10.12 min	$\sum$ = 5.40 min

c. Envasado del helado

Por la complejidad del proceso de envasado del helado, el estudio de tiempos para esta área se ha dividido en varios elementos, los cuales se detallan a continuación.

i. Elemento 1. Codificación

En la Tabla XV se presenta el cálculo de tiempo promedio para la codificación del envase utilizado en el proceso de envasado del helado.

Tabla XV. **Cálculo de tiempo promedio para codificación de envase**

No.	Codificación (min)	No.	Codificación (min)
1	0.0745	21	0.0702
2	0.0677	22	0.0717
3	0.0735	23	0.0767
4	0.0708	24	0.0690
5	0.0772	25	0.0680
6	0.0688	26	0.0708
7	0.0703	27	0.0718
8	0.0687	28	0.0747
9	0.0708	29	0.0690
10	0.0735	30	0.0683
11	0.0693	31	0.0760
12	0.0703	32	0.0748
13	0.0730	33	0.0758
14	0.0752	34	0.0690
15	0.0682	35	0.0768
16	0.0690	36	0.0677
17	0.0702	37	0.0690
18	0.0717	38	0.0707
19	0.0732	39	0.0717
20	0.0777	40	0.0707
Promedio			**0.0716 min**

ii. Elemento 2. Llenado de envase

En la Tabla XVI se presenta el cálculo de tiempo promedio para el llenado del envase.

Tabla XVI. **Cálculo de tiempo promedio para llenado de envase**

No.	Levantar envase vacío (min)	Sostener y mover envase mientras se llena (min)	Colocar a un lado (min)
1	0.0312	0.0598	0.0078
2	0.0195	0.0573	0.0100
3	0.0203	0.0532	0.0093
4	0.0198	0.0338	0.0125
5	0.0218	0.0542	0.0103
6	0.0217	0.0618	0.0125
7	0.0238	0.0563	0.0120
8	0.0287	0.0583	0.0108
9	0.0223	0.0567	0.0073
10	0.0277	0.0583	0.0110
11	0.0203	0.0598	0.0115
12	0.0188	0.0620	0.0125
13	0.0250	0.0630	0.0098
14	0.0292	0.0603	0.0110
15	0.0225	0.0578	0.0117
16	0.0275	0.0537	0.0120
17	0.0203	0.0698	0.0112
18	0.0243	0.0700	0.0108
19	0.0322	0.0532	0.0145
20	0.0235	0.0568	0.0120
21	0.0198	0.0573	0.0120
22	0.0240	0.0625	0.0093
23	0.0267	0.0615	0.0120
24	0.0287	0.0678	0.0137
25	0.0277	0.0650	0.0115
26	0.0292	0.0652	0.0125
27	0.0348	0.0412	0.0110
28	0.0370	0.0708	0.0142
29	0.0360	0.0517	0.0110
30	0.0287	0.0567	0.0135
31	0.0250	0.0563	0.0125
32	0.0287	0.0620	0.0093
33	0.0225	0.0642	0.0137
34	0.0228	0.0578	0.0142
35	0.0192	0.0615	0.0130
36	0.0468	0.0532	0.0113
37	0.0238	0.0422	0.0113
38	0.0363	0.0603	0.0142
39	0.0223	0.0480	0.0120
40	0.0338	0.0635	0.0115
Prom.	**0.0263**	**0.0582**	**0.0117**

iii. Elemento 3. Colocación de tapa

En la Tabla XVII se presenta el cálculo de tiempo promedio para el elemento colocación de tapa.

Tabla XVII. **Cálculo de tiempo promedio para colocación de tapa**

No.	Tomar tapa (min)	Presionar tapa (min)	Colocar envase lleno a un lado (min)
1	0.0093	0.0822	0.0167
2	0.0147	0.0438	0.0115
3	0.0103	0.0245	0.0067
4	0.0130	0.0270	0.0067
5	0.0145	0.1005	0.0105
6	0.0140	0.0422	0.0088
7	0.0115	0.0500	0.0073
8	0.0095	0.0282	0.0140
9	0.0135	0.0277	0.0083
10	0.0167	0.0223	0.0078
11	0.0130	0.0275	0.0130
12	0.0103	0.0287	0.0108
13	0.0110	0.0358	0.0088
14	0.0198	0.0318	0.0073
15	0.0125	0.0245	0.0073
16	0.0177	0.0458	0.0110
17	0.0105	0.0312	0.0068
18	0.0183	0.0537	0.0063
19	0.0245	0.0230	0.0103
20	0.0162	0.0387	0.0098
21	0.0147	0.0318	0.0140
22	0.0130	0.0250	0.0102
23	0.0135	0.0233	0.0123
24	0.0177	0.0427	0.0068
25	0.0233	0.0382	0.0158
26	0.0100	0.0390	0.0115
27	0.0130	0.0677	0.0117
28	0.0157	0.0563	0.0058
29	0.0157	0.0667	0.0080
30	0.0152	0.0405	0.0068
31	0.0093	0.0265	0.0085
32	0.0152	0.0360	0.0078
33	0.0130	0.0467	0.0062
34	0.0093	0.0292	0.0068
35	0.0125	0.0203	0.0075
36	0.0147	0.1203	0.0140
37	0.0110	0.0262	0.0067
38	0.0160	0.0318	0.0097
39	0.0098	0.0313	0.0112
40	0.0098	0.0348	0.0085
Prom.	**0.0138**	**0.0407**	**0.0095**

iv. Elemento 4. Colocación de envase lleno en caja

En la Tabla XVIII se presenta el cálculo de tiempo promedio para el elemento colocación de envase lleno en caja.

Tabla XVIII. **Cálculo de tiempo promedio para colocación de envase en caja**

No.	Levantar y llevar envase lleno hacia caja (min)	Posicionar en la caja (min)	Cerrar la caja (min)	Llevar caja hacia carretilla (min)
1	0.0218	0.0328	0.0552	0.0272
2	0.0267	0.0167	0.0375	0.0495
3	0.0312	0.0147	0.0395	0.0370
4	0.0235	0.0275	0.0438	0.0183
5	0.0167	0.0187	0.0437	0.0473
6	0.0245	0.0442	0.0353	0.0282
7	0.0152	0.0287	0.0395	0.0250
8	0.0223	0.0225	0.0515	0.0265
9	0.0235	0.0177	0.0792	0.0193
10	0.0272	0.0292	0.0745	0.0277
11	0.0167	0.0157	0.0375	0.0295
12	0.0177	0.0167	0.0567	0.0242
13	0.0233	0.0218	0.1063	0.0335
14	0.0312	0.0353	0.0500	0.0312
15	0.0235	0.0297	0.0347	0.0190
16	0.0150	0.0902	0.0548	0.0205
17	0.0172	0.0272	0.0463	0.0260
18	0.0285	0.0328	0.0453	0.0283
19	0.0250	0.0327	0.0417	0.0325
20	0.0135	0.0327	0.0335	0.0348
21	0.0162	0.0318	0.0357	0.0298
22	0.0193	0.0338	0.0528	0.0325
23	0.0245	0.0213	0.0540	0.0327
24	0.0135	0.0182	0.0568	0.0307
25	0.0233	0.0307	0.0408	0.0312
26	0.0223	0.0147	0.0690	0.0358
27	0.0172	0.0240	0.0478	0.0465
28	0.0182	0.0385	0.0908	0.0307
29	0.0177	0.0282	0.0452	0.0412
30	0.0183	0.0250	0.0465	0.0242
31	0.0208	0.0312	0.0605	0.0307
32	0.0208	0.0250	0.0530	0.0297
33	0.0198	0.0307	0.0542	0.0307
34	0.0142	0.0207	0.0502	0.0330
35	0.0213	0.0330	0.0515	0.0308
36	0.0137	0.0252	0.0430	0.0307
37	0.0172	0.0357	0.0525	0.0242
38	0.0225	0.0423	0.0668	0.0327
39	0.0162	0.0282	0.0457	0.0332
40	0.0208	0.0168	0.0770	0.0315
Prom.	**0.0205**	**0.0285**	**0.0525**	**0.0307**

3.1.7.2. Tiempo normal

A continuación se proporcionan los cálculos relacionados con la obtención del tiempo normal para las tres grandes áreas en las que se ha dividido el proceso de producción del helado envasado.

a. Preparación de mezcla

En la Tabla XIX se presenta el cálculo el tiempo normal para la preparación de la mezcla.

Tabla XIX. **Cálculo de tiempo normal para la preparación de mezcla**

No.	Elemento	Tiempo promedio (min)	Calificación	Tiempo normal (min)
1	Transportar ingredientes sólidos	1.5	1.15	1.725
2	Agregar leche a los tanques	11.88	1.2	14.256
3	Agregar ingredientes sólidos	5.92	1.15	6.808
4	Elevar temperatura a 40 °C	36.42	1	36.42
5	Agregar grasa y glucosa	8.12	1.1	8.932
6	Elevar temperatura a 68 °C	37.8	1	37.8
7	Pasteurizar	30	1	30
8	Homogeneizar	70	1	70
9	Madurar	240	1	240

b. Elaboración de mezcla saborizada

En la Tabla XX se presenta el cálculo el tiempo normal para la elaboración de mezcla saborizada.

Tabla XX. **Cálculo de tiempo normal para la elaboración de mezcla saborizada**

No.	Elemento	Tiempo promedio (min)	Calificación	Tiempo normal (min)
1	Agregar mezcla blanca	10.38	1.15	11.94
2	Agregar base de sabor	10.12	1.10	11.13
3	Agregar colorante	5.40	1.05	5.67

c. Envasado del helado

En la Tabla XXI se presenta el cálculo el tiempo normal para el envasado del helado.

Tabla XXI. **Cálculo de tiempo normal para el envasado de helado**

No.	Elemento	Tiempo promedio (min)	Calificación	Tiempo normal (min)
1.	Codificación	0.0717	1.00	0.0717
2.	Levantar envase vacío	0.0263	1.05	0.0277
3.	Sostener y mover envase mientras se llena	0.0582	1.05	0.0611
4.	Colocar a un lado	0.0117	1.05	0.0123
5.	Tomar tapa	0.0138	1.00	0.0138
6.	Presionar tapa	0.0407	1.00	0.0407
7.	Colocar envase lleno a un lado	0.0095	1.00	0.0095
8.	Levantar y llevar envase lleno hacia caja	0.0205	1.00	0.0205
9.	Posicionar en la caja	0.0285	1.00	0.0285
10.	Cerrar la caja	0.0525	1.00	0.0525
11.	Llevar caja hacia carretilla	0.0307	1.00	0.0307

3.1.7.3. Tiempo estándar

En los siguientes apartados se brindan los cálculos necesarios para la obtención del tiempo estándar en el proceso de producción del helado envasado.

a. Preparación de mezcla

El cálculo del tiempo estándar para la preparación de la mezcla se presenta en la Tabla XXII.

Tabla XXII. **Cálculo de tiempo estándar para la preparación de mezcla**

No.	Elemento	Tiempo normal (min)	Suplemento %	Tiempo estándar (min)
1	Transportar ingredientes sólidos	1.725	34	2.31
2	Agregar leche a los tanques	14.256	14	16.25
3	Agregar ingredientes sólidos	6.808	36	9.26
4	Elevar temperatura a 40 °C	36.42	0	36.42
5	Agregar grasa y glucosa	8.932	27	11.34
6	Elevar temperatura a 68 °C	37.8	0	37.8
7	Pasteurizar	30	0	30
8	Homogeneizar	70	0	70
9	Madurar	240	0	240

b. Elaboración de mezcla saborizada

El cálculo del tiempo estándar para la elaboración de mezcla saborizada se presenta en la Tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Cálculo de tiempo estándar para elaboración de mezcla saborizada**

No.	Elemento	Tiempo normal (min)	Suplemento %	Tiempo estándar (min)
1	Agregar mezcla blanca	11.94	14	13.61
2	Agregar base de sabor	11.13	15	12.80
3	Agregar colorante	5.67	15	6.52

c. Envasado del helado

El cálculo del tiempo estándar para el envasado del helado se presenta en la Tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Cálculo de tiempo estándar para envasado del helado**

No.	Elemento	Tiempo normal (min)	Suplemento %	Tiempo estándar (min)
1.	Codificación	0.0717	12	0.0803
2.	Levantar envase vacío	0.0277	14	0.0315
3.	Sostener y mover envase mientras se llena	0.0611	14	0.0696
4.	Colocar a un lado	0.0123	14	0.0140
5.	Tomar tapa	0.0138	14	0.0158
6.	Presionar tapa	0.0407	14	0.0464
7.	Colocar envase lleno a un lado	0.0095	14	0.0108
8.	Levantar y llevar envase lleno hacia caja	0.0205	12	0.0230
9.	Posicionar en la caja	0.0285	12	0.0319
10.	Cerrar la caja	0.0525	12	0.0588
11	Llevar caja hacia carretilla	0.0307	12	0.0343

Resumen de tiempos

A continuación se presenta el resumen de los tiempos obtenidos a través del estudio de tiempos para las tres grandes áreas involucradas en la elaboración del helado envasado en su presentación de ½ galón.

a. Preparación de mezcla

En la Tabla XXV se presenta el resumen de tiempos promedio, normal y estándar determinados, a través del estudio de tiempos para la preparación de la mezcla blanca.

Tabla XXV. **Resumen de tiempos para la preparación de mezcla**

No.	Elemento	Tiempo Promedio (min)	Tiempo Normal (min)	Tiempo Estándar (min)
1	Transportar ingredientes sólidos	1.5	1.73	2.31
2	Agregar leche a los tanques	11.88	14.26	16.25
3	Agregar ingredientes sólidos	5.92	6.81	9.26
4	Elevar temperatura a 40 °C	36.42	36.42	36.42
5	Agregar grasa y glucosa	8.12	8.93	11.34
6	Elevar temperatura a 68 °C	37.8	37.8	37.8
7	Pasteurizar	30	30	30
8	Homogeneizar	70	70	70
9	Madurar	240	240	240

b. Elaboración de mezcla saborizada

En la Tabla XXVI se presenta el resumen de tiempos promedio, normal y estándar determinados a través del estudio de tiempos para la elaboración de mezcla saborizada.

Tabla XXVI. **Resumen de tiempos para la elaboración de mezcla saborizada**

No.	Elemento	Tiempo Promedio (min)	Tiempo Normal (min)	Tiempo Estándar (min)
1	Agregar mezcla blanca	10.38	11.94	13.61
2	Agregar base sabor	10.12	11.13	12.80
3	Agregar colorante	5.40	5.67	6.52

c. Envasado del helado

En la Tabla XXVII se presenta el resumen de tiempos promedio, normal y estándar determinados, a través del estudio de tiempos para el envasado del helado.

Tabla XXVII. **Resumen de tiempos para el envasado del helado**

No.	Elemento	Tiempo Promedio (seg)	Tiempo Normal (min)	Tiempo Estándar (min)
1.	Codificación	0.0717	0.0717	0.0803
2.	Levantar envase vacío	0.0263	0.0277	0.0315
3.	Sostener y mover envase mientras se llena	0.0582	0.0611	0.0696
4.	Colocar a un lado	0.0117	0.0123	0.0140
5.	Tomar tapa	0.0138	0.0138	0.0158
6.	Presionar tapa	0.0407	0.0407	0.0464
7.	Colocar envase lleno a un lado	0.0095	0.0095	0.0108
8.	Levantar y llevar envase lleno hacia caja	0.0205	0.0205	0.0230
9.	Posicionar en la caja	0.0285	0.0285	0.0319
10.	Cerrar la caja	0.0525	0.0525	0.0588
11.	Llevar caja hacia carretilla	0.0307	0.0307	0.0343

3.2. Estudio de movimientos

A continuación se desarrolla el estudio de movimientos para el proceso de producción del helado envasado en su presentación de ½ galón.

3.2.1. Diagramas bimanuales

Como parte del estudio de movimientos para el proceso de producción del helado envasado en su presentación de ½ galón, los diagramas bimanuales que a continuación se presentan han sido aplicados en la parte del proceso que involucra el envasado del helado, esto se debe a que es en este parte del proceso donde se dan los movimientos de manos repetitivos y donde se puede aplicar el estudio de los diagramas bimanuales.

Elemento 1. Llenado de envase

En la Figura 4 se presenta el diagrama bimanual para el llenado de envase.

Figura 4. **Diagrama bimanual para el elemento de llenado de envase**

DIAGRAMA BIMANUAL

Empresa: Disar
Operación: Llenado de Envase
Fecha: Noviembre 2008

Departamento: Envasado
Elaborado por: Walter Gonzalez
Método: Actual

No.	Descripción mano derecha	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano izquierda
1	Descanso	○	⇨	▽	●	1.89	0	1.89	0	●	⇨	▽	D	Levanta envase vacío
2	Sostiene y mueve	●	⇨	▽	D	4.17	0	4.17	0	●	⇨	▽	D	Sostiene y mueve
3	Coloca a un lado	●	⇨	▽	D	0.84	0	0.84	0	●	⇨	▽	D	Levanta envase vacío

RESUMEN	Mano derecha	Mano izquierda
No. de operaciones	2	3
No. de transportes	0	0
No. de almacenamiento	0	0
No. de demoras	1	0
Total Tiempo (seg)	6.90	6.90
Total Distancia (min)	0	0

Elemento 2. Colocación de tapa

En la Figura 5 se presenta el diagrama bimanual para la colocación de tapa de envase.

Figura 5. **Diagrama bimanual para el elemento de colocación de tapa**

DIAGRAMA BIMANUAL

Empresa: Disar
Operación: Colocación de Tapa
Fecha: Noviembre 2008

Departamento: Envasado
Elaborado por: Walter Gonzalez
Método: Actual

No.	Descripción mano izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano derecha
1	Descanso	○	⇨	▽	●	0.95	0	0.95	0	●	⇨	▽	D	Toma tapa
2	Presiona tapa	●	⇨	▽	D	2.78	0	2.78	0	●	⇨	▽	D	Presiona tapa
3	Coloca a un lado	○	➡	▽	D	0.65	50	0.65	50	○	➡	▽	D	Coloca a un lado

RESUMEN	Mano derecha	Mano izquierda
No. de operaciones	1	2
No. de transportes	1	1
No. de almacenamiento	0	0
No. de demoras	1	0
Total Tiempo (seg)	4.38	4.38
Total Distancia (min)	50	50

Elemento 3. Colocación de envase lleno en caja

En la Figura 6 se presenta el diagrama bimanual para la colocación de envase lleno en caja.

Figura 6. **Diagrama bimanual para el elemento colocación de envase lleno en caja**

DIAGRAMA BIMANUAL

Empresa: Disar
Departamento: Envasado
Operación: Colocación de envase en caja
Elaborado por: Walter Gonzalez
Fecha: Noviembre 2008
Método: Actual

No.	Descripción mano izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano derecha
1	Descanso	○	⇨	▽	●	1.38	0	1.38	0	●	⇨	▽	D	Lleva envase a caja
2	Posiciona en caja	●	⇨	▽	D	1.92	0	1.92	0	●	⇨	▽	D	Posiciona en caja
3	Cierra caja	●	⇨	▽	D	3.53	0	3.53	0	●	⇨	▽	D	Cierra caja
4	Lleva caja a carretilla	○	➡	▽	D	2.06	100	2.06	100	○	➡	▽	D	Lleva caja a carretilla

RESUMEN	Mano derecha	Mano izquierda
No. de operaciones	2	3
No. de transportes	1	1
No. de almacenamiento	0	0
No. de demoras	1	0
Total Tiempo (seg)	8.89	8.89
Total Distancia (min)	100	100

3.2.2. Diagrama de operación

En la Figura 7 se presenta el diagrama de operación correspondiente al proceso de producción de helado envasado en su presentación de ½ galón.

Figura 7. **Diagrama de operación actual para el proceso de helado envasado**

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 1/3

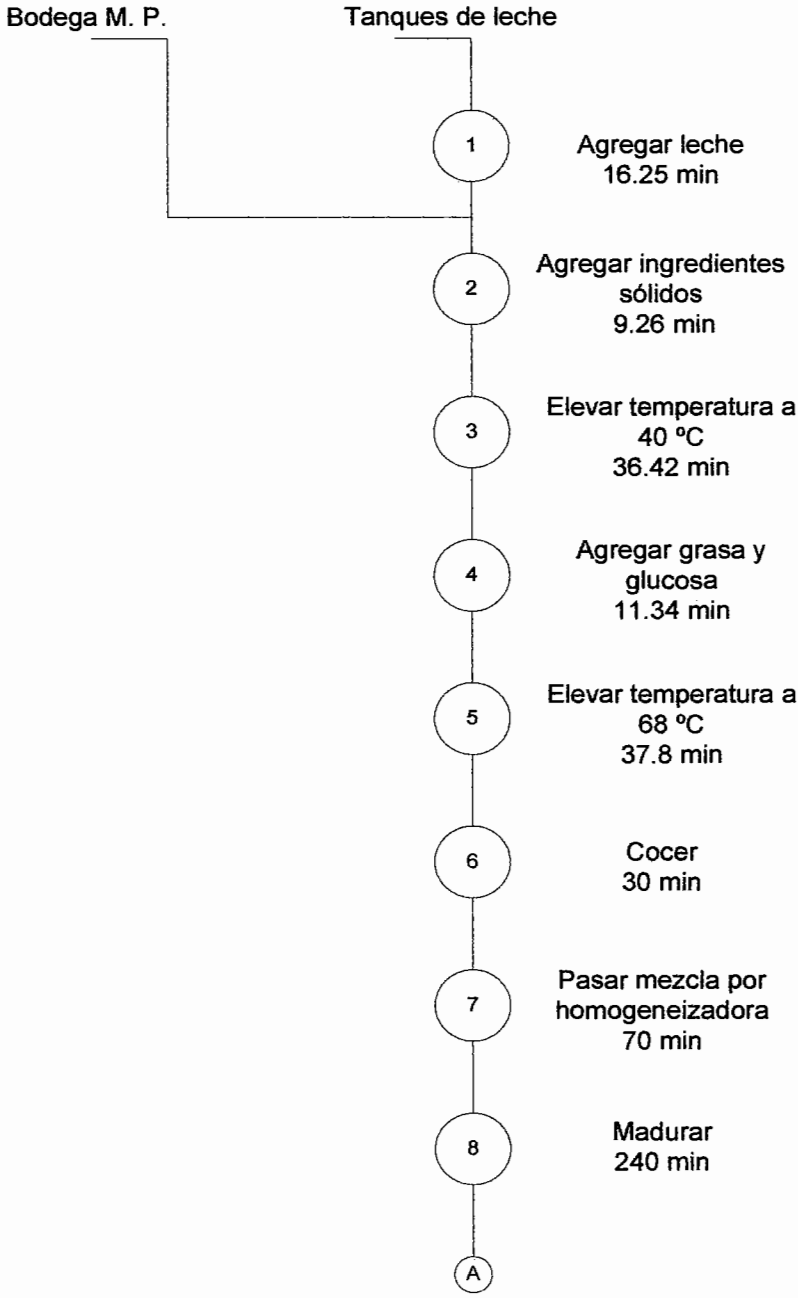


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 2/3

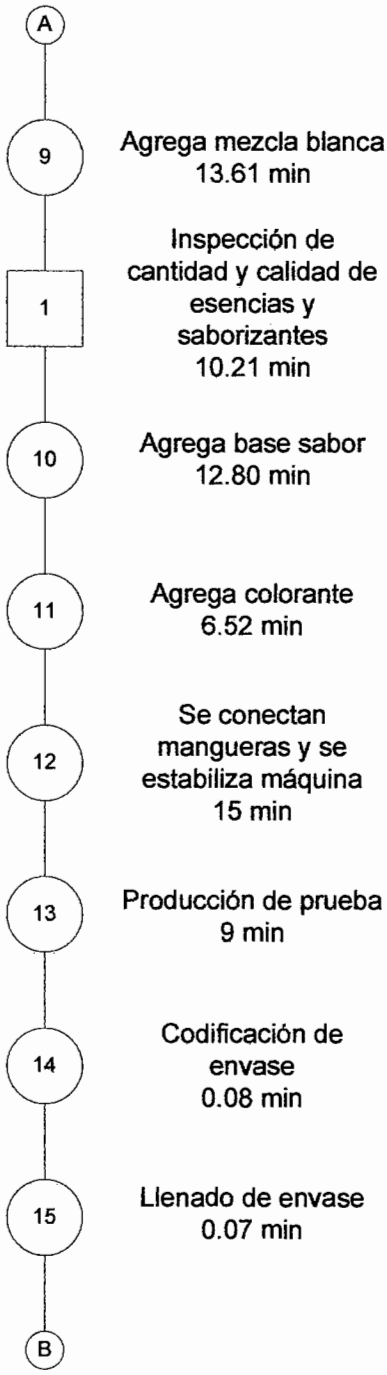
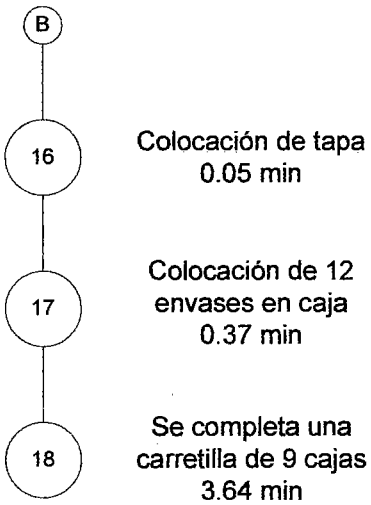


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 3/3



RESUMEN			
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)
○	Operación	18	512.21
□	Inspección	1	10.21
Total			522.42

3.2.3. Diagrama de flujo

En la Figura 8 se presenta el diagrama de flujo para el proceso de producción de helado envasado en su presentación de ½ galón.

Figura 8. **Diagrama de flujo actual para el proceso de helado envasado**

DIAGRAMA DE FLUJO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 1/3

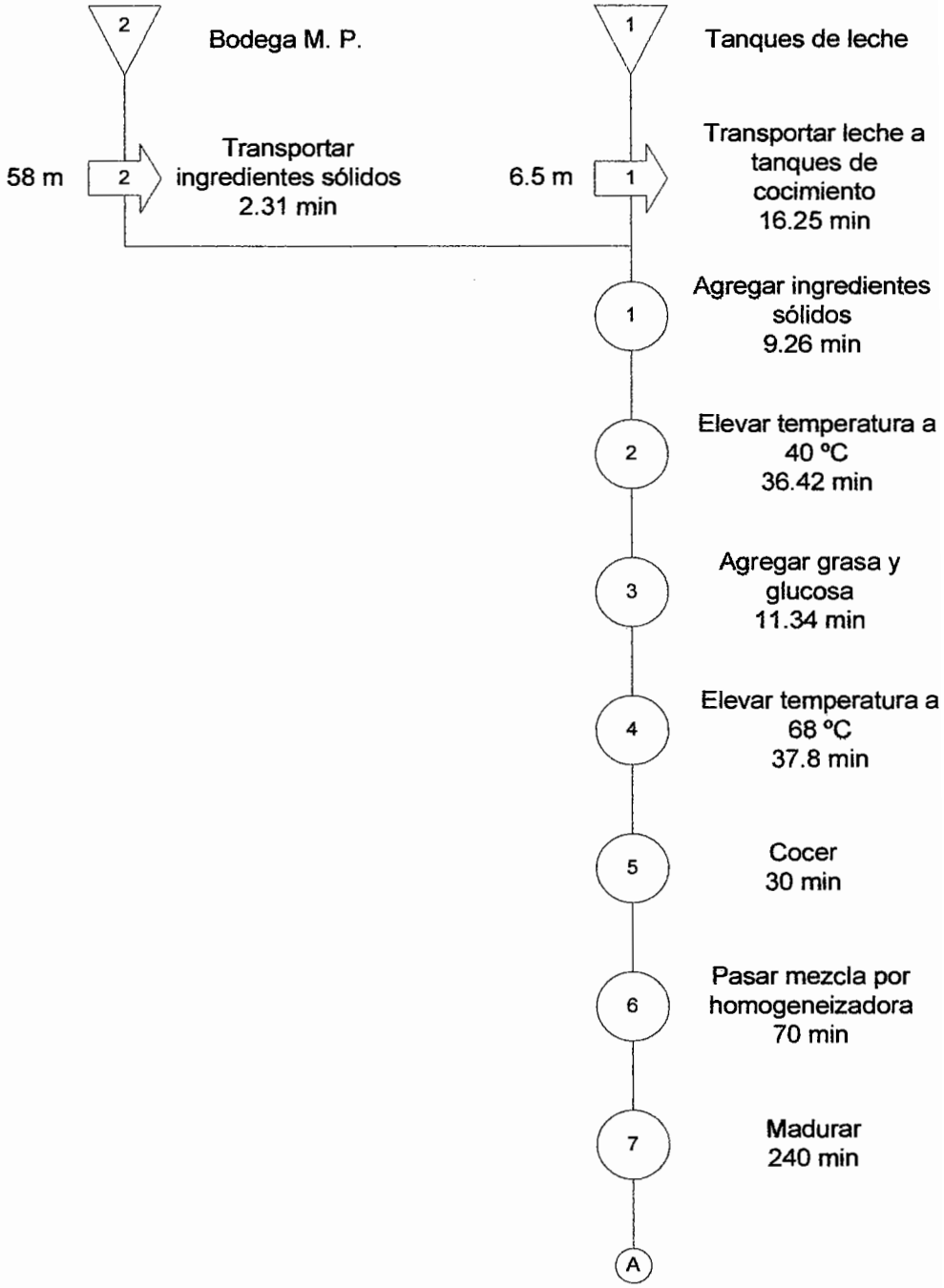


DIAGRAMA DE FLUJO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 2/3

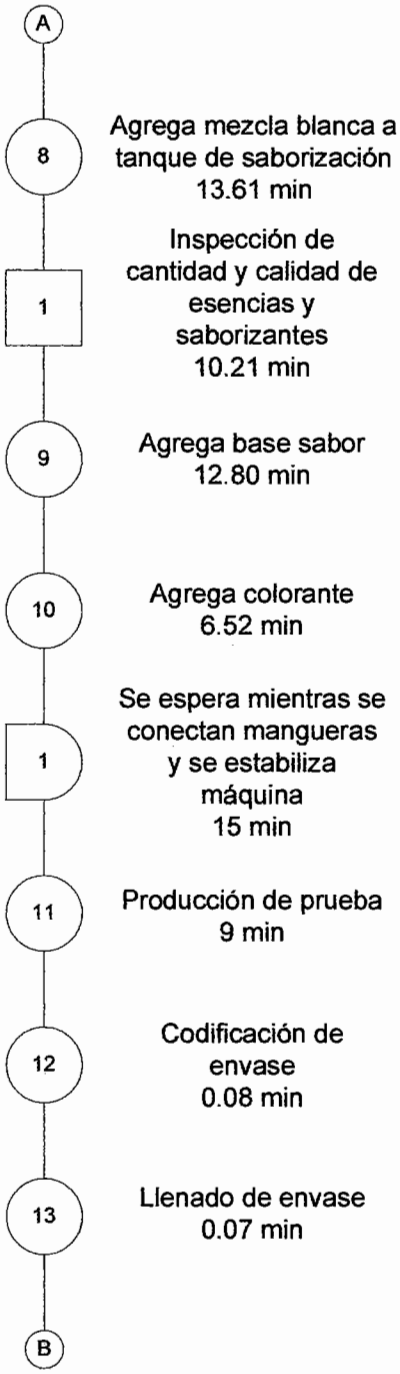
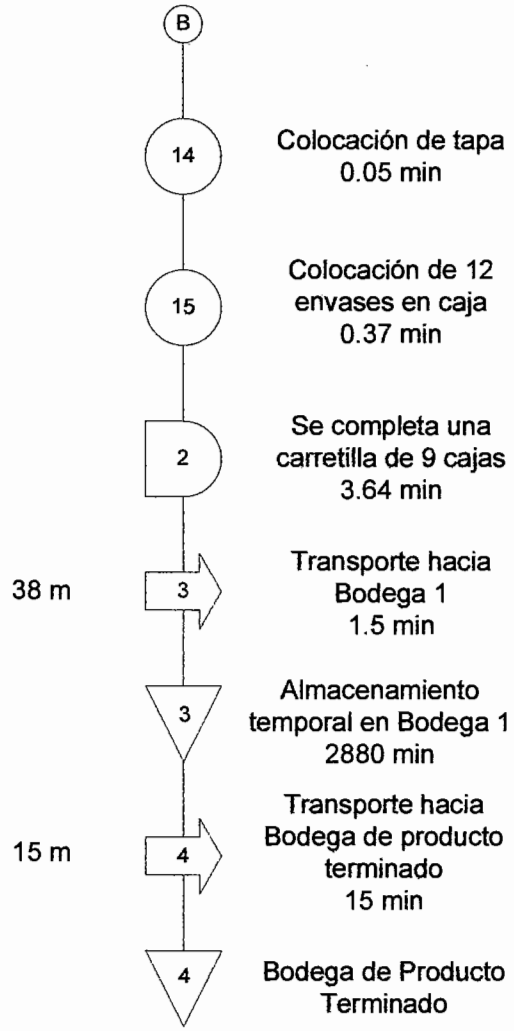


DIAGRAMA DE FLUJO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 3/3



RESUMEN				
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	15	477.32	
▽	Almacenamiento	4	2880	
⇨	Transporte	4	35.06	117.5
D	Espera	2	18.64	
□	Inspección	1	10.21	
Total			3421.23	117.5

3.2.4. Diagrama de recorrido

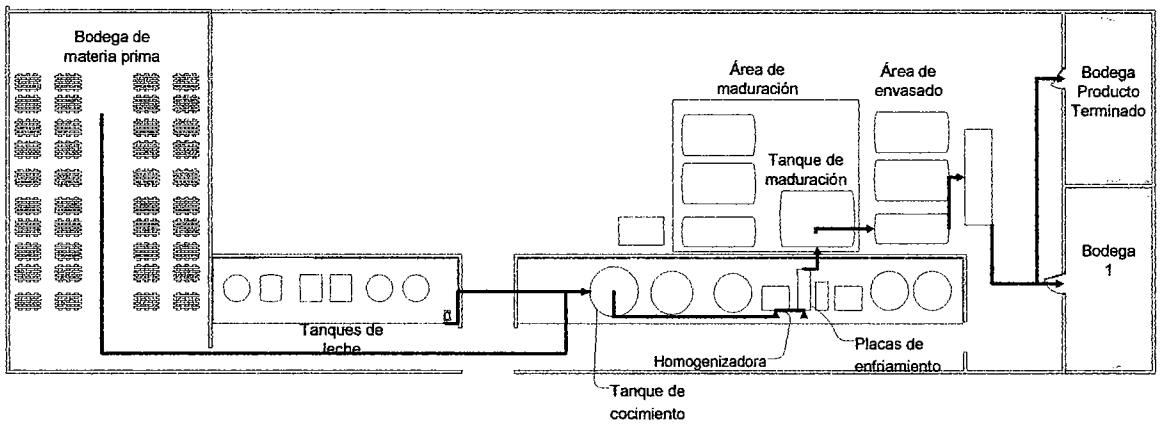
En la Figura 9 se presenta el diagrama de recorrido para el proceso de producción de helado envasado en su presentación de ½ galón.

Figura 9. **Diagrama de recorrido para el proceso de helado envasado**

DIAGRAMA DE RECORRIDO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Noviembre 2008
Inicio: BMP

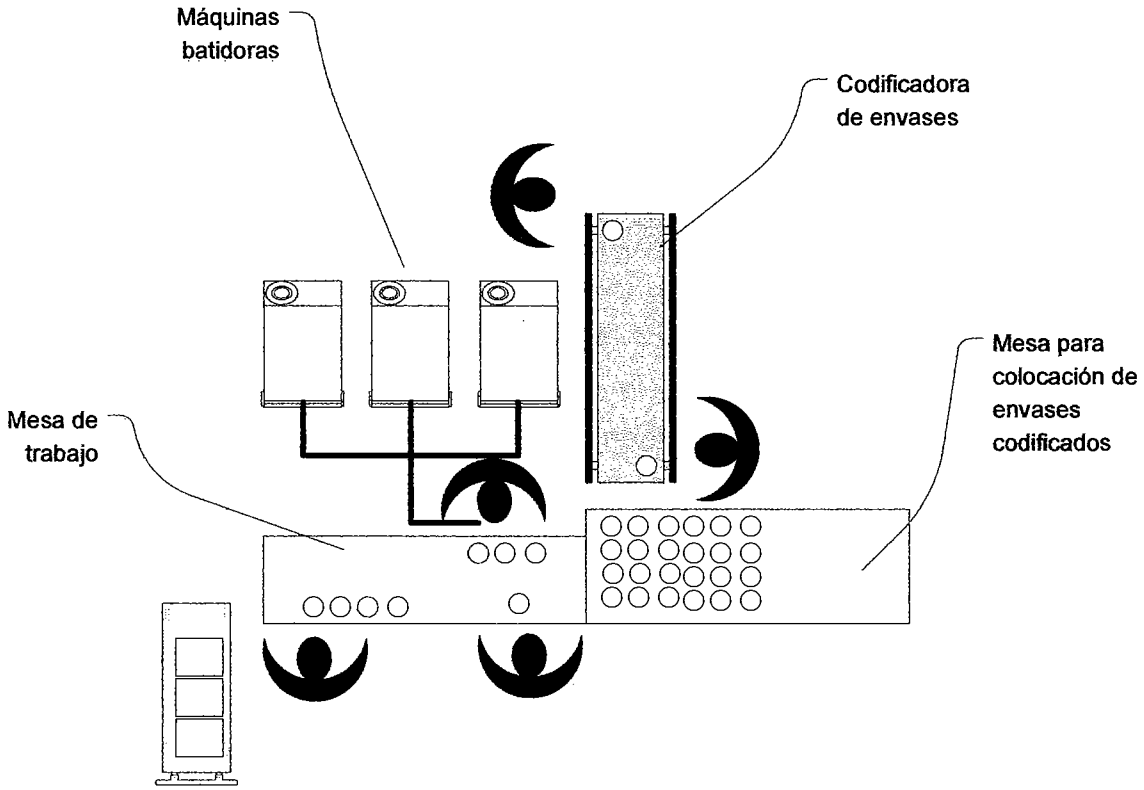
Método: Actual
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 1/1



3.3. Costos de mano de obra

Tal como se pudo observar en el capítulo 2, los costos de mano de obra vinculados al proceso de envasado ascienden a Q33.63 por hora, lo cual incluye al encargado de línea y a cuatro auxiliares. La estación de trabajo se presenta en la Figura 10.

Figura 10. **Estación de trabajo de la línea de envasado**



Como se puede observar en la Figura anterior existen dos personas que se dedican a la codificación de envases, una que recibe el helado desde las máquinas, una persona que tapa los envases y una que los coloca en caja y luego en la carretilla para ser transportadas a bodega.

Dicho lo anterior se propone realizar la codificación de envases durante la preparación del equipo y la maquinaria, es decir, conociendo el total de envases a producir para cierta requisición y sabiendo el tiempo estándar (calculado en páginas anteriores) requerido para la codificación se puede destinar el tiempo necesario para la codificación antes de empezar a producir.

Por ejemplo, para una requisición de 670 envases de ½ galón y conociendo el tiempo estándar por envase, el cual es 0.0803 minutos, fácilmente se puede deducir que se necesitan 53.8 minutos para tener el total de envases codificados. Con lo anterior se puede establecer que 53.8 minutos antes de empezar la producción se debe comenzar con la codificación de los envases necesarios para una producción de 670 ½ galones.

Regresando a los tiempos estándar calculados para la etapa anterior a la producción del envasado, es decir, la saborización de la mezcla y observando los diagramas de flujo presentados anteriormente se puede determinar que el tiempo necesario entre la maduración de la mezcla y el proceso de envasado es de 67.14 minutos (ver Tabla XXVIII), tiempo en el cual se puede llevar a cabo la codificación de los envases para nuestro ejemplo de 670 ½ galones, el cual es un número de requisición promedio en esta planta para los diferentes sabores producidos.

Tabla XXVIII. **Cálculo de tiempos previos al inicio del proceso de producción de helado envasado**

Elemento	Tiempo (min)
Agregar mezcla a tanque de saborización	13.61
Inspección de cantidad y calidad de esencias y saborizantes	10.21
Agregar base sabor	12.80
Agregar colorante	6.52
Esperar mientras se conectan mangueras y se estabiliza máquina	15
Producción de prueba	9
Total	**67.14 minutos**

Ya que se elimina la necesidad de codificar al mismo tiempo que se produce el helado envasado, se puede transferir a uno de los operarios destinados a la codificación hacia el proceso de colocación de tapa para el envase, que como se pudo observar durante el estudio de campo es un área que produce atrasos en ciertos momentos, y por último, el operario restante puede trabajar en otra línea si fuera necesario. Con esto, se reduce la cantidad de operarios de cinco a cuatro para la producción del helado envasado. Y los costos bajan de Q33.63 a Q27.17 por hora, tal como se puede observar en la Tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Nuevo costo para mano de obra**

	Encargado de línea	Auxiliar
Sueldo	Q1,500.00	Q1,300.00
Bono 37-200	Q250.00	Q250.00
Bono Prod.	Q120.00	
Total por mes	**Q1,870.00**	**Q1,550.00**
Sueldo por día	Q62.33	Q51.67
Sueldo por hora	Q7.79	Q6.46
Sueldo total por hora en envasado de helado		
1 encargado	Q7.79	
3 auxiliares	Q19.38	
Total	**Q27.17**	

4. IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

4.1. Modificaciones al proceso

4.1.1. Equipo y preparación de éste

Como primera instancia para la optimización del proceso de producción del helado envasado se sugieren ciertas modificaciones, las cuales según lo observado en el estudio de campo no se toman en cuenta dentro del quehacer cotidiano de esta producción.

Para el envasado del helado se necesita de la preparación del envase al que éste será destinado, pero se ha observado durante el estudio de campo que no siempre se tienen preparados los envases, lo cual en un momento dado causa atraso en la producción. Se debe poseer la suficiente cantidad de envases listos para la producción a realizar, esto se puede llevar a cabo por dos personas mientras las demás se encargan de preparar el equipo para la producción para así no incurrir en atrasos de preparación del envase mientras se está realizando la producción en sí.

Otra mejora al proceso de envasado que se puede observar es la de implantar un área especial para las tapas, ya que al estar en una posición incómoda para recoger una tapa se incurre en una pérdida de tiempo y en un momento dado interfiere con la producción ya que se deben recolectar nuevas tapas. Esto se puede evitar colocando un área especial por debajo de la mesa de trabajo para la colocación de las tapas por utilizar, con lo cual se evitan los movimientos forzados hacia los lados para agarrar las tapas necesarias para el envase del helado.

4.1.2. Proceso de producción mejorado

4.1.2.1. Diagramas de operación mejorados

Al analizar los diagramas de operaciones para la producción de helado envasado presentados en el capítulo 3 se ha llegado a la conclusión de que las mejoras al proceso incluyen los siguientes aspectos:

- Mientras se agrega la mezcla blanca al tanque de saborización, el auxiliar del área de saborización hará la inspección de cantidad y calidad de las esencias y saborizantes, para así unir estas operaciones en una de operación-inspección.
- Eliminar la espera que se produce al conectar mangueras y estabilizar la máquina del envasado de helado. Esto se puede realizar en el mismo momento en que se realizan las operaciones de saborización de la mezcla blanca con lo cual se acorta el tiempo real para la producción del envasado.
- Como se mencionó en el capítulo 3, la codificación se puede llevar a cabo durante la fase de saborización y durante la fase de preparación y pruebas con las máquinas del envasado.

En la Figura 11 se presenta el diagrama de operación con las mejoras anteriormente mencionadas.

Figura 11. **Diagrama de operación mejorado**

DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Diciembre 2008
Inicio: BMP

Método: Propuesto
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 1/3

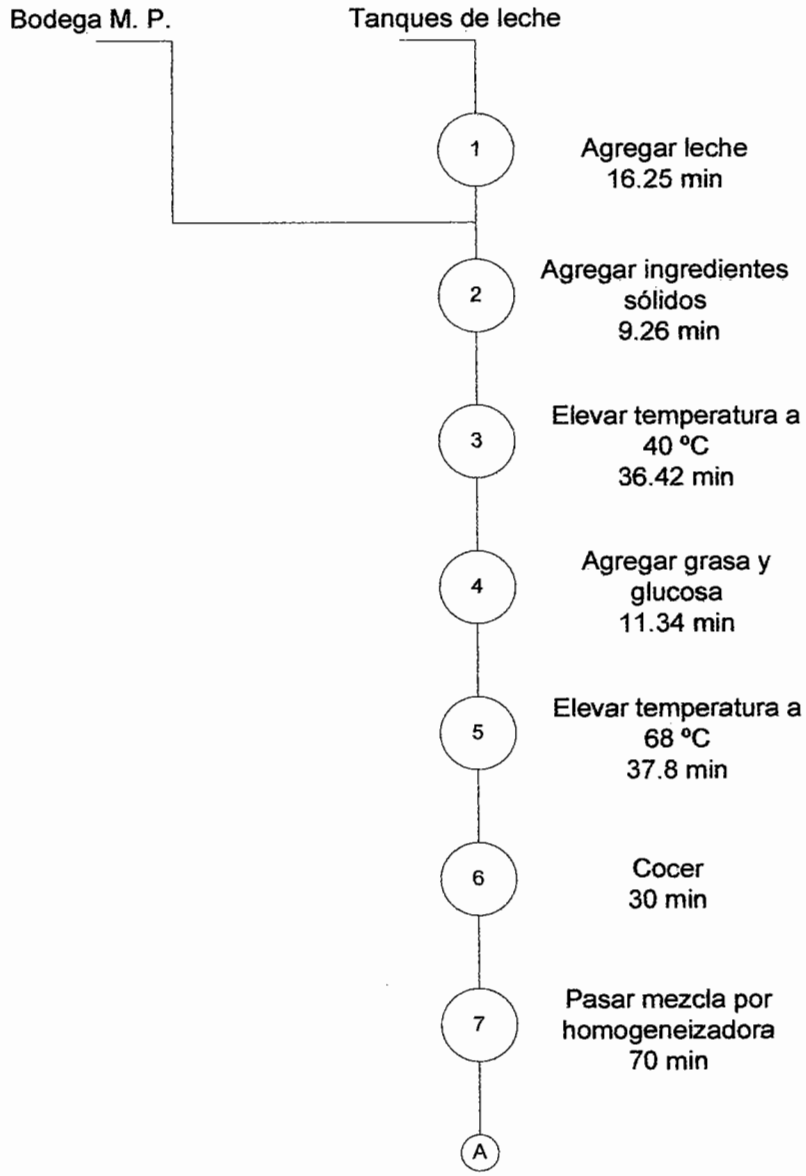


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Diciembre 2008
Inicio: BMP

Método: Propuesto
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 2/3

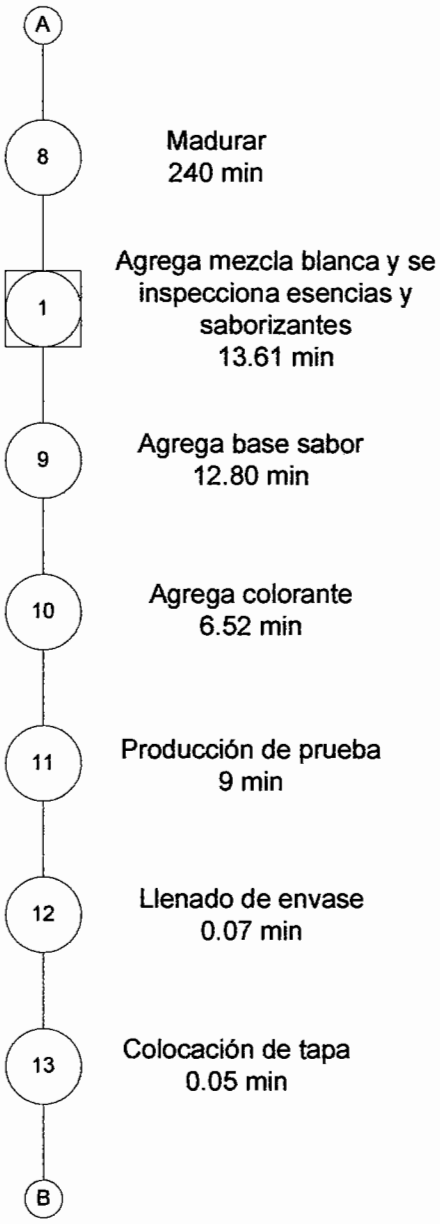
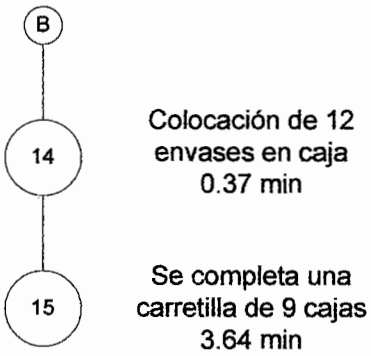


DIAGRAMA DE OPERACIONES

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Diciembre 2008
Inicio: BMP

Método: Propuesto
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 3/3



RESUMEN			
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)
○	Operación	15	497.13
⊡	Operación-Inspección	1	13.61
Total			510.74

En la Figura 12 se presenta el diagrama de flujo propuesto para la producción de helado envasado.

Figura 12. **Diagrama de flujo mejorado**

DIAGRAMA DE FLUJO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Diciembre 2008
Inicio: BMP

Método: Propuesto
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 1/3

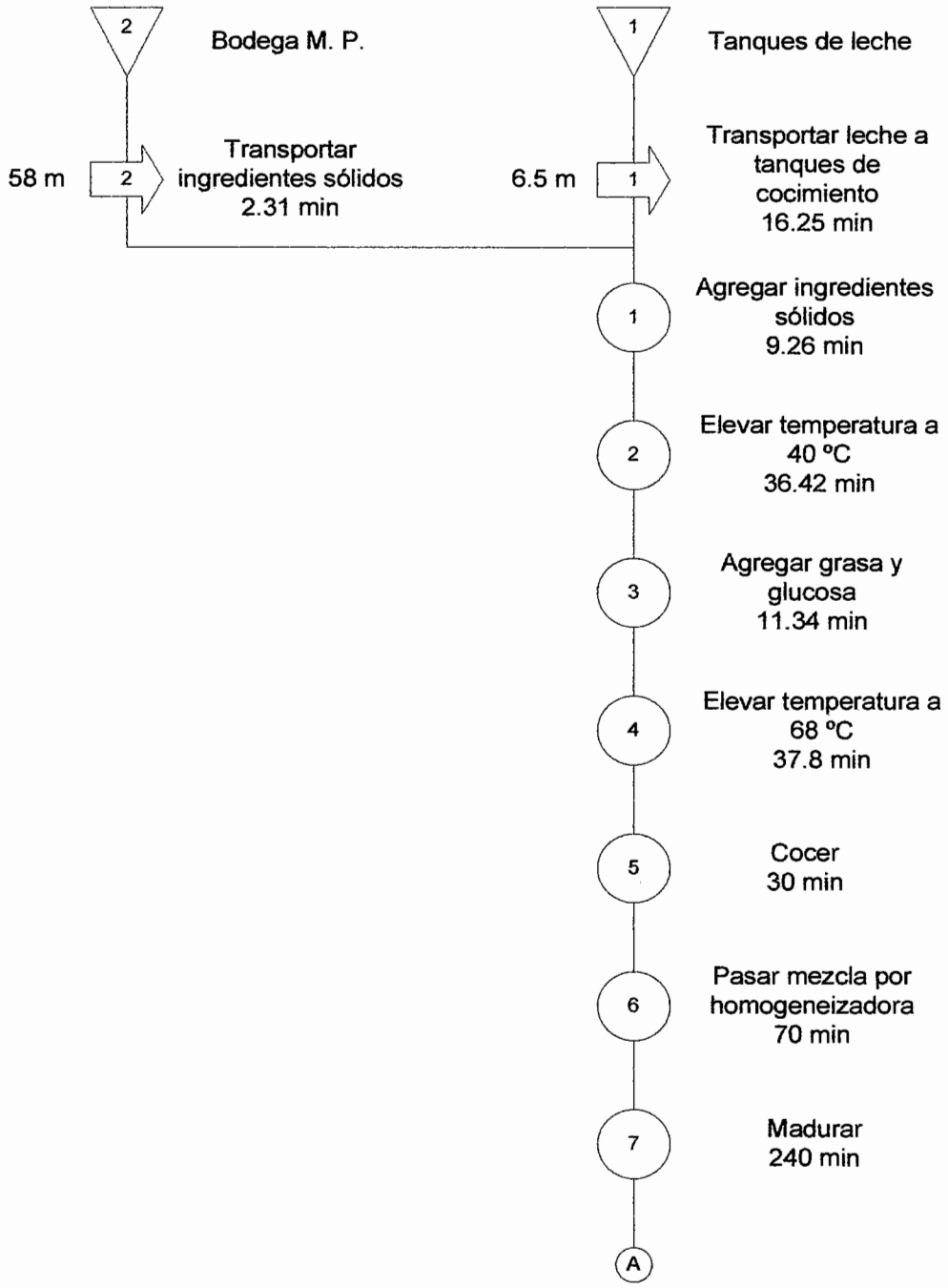


DIAGRAMA DE FLUJO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Diciembre 2008
Inicio: BMP

Método: Propuesto
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 2/3

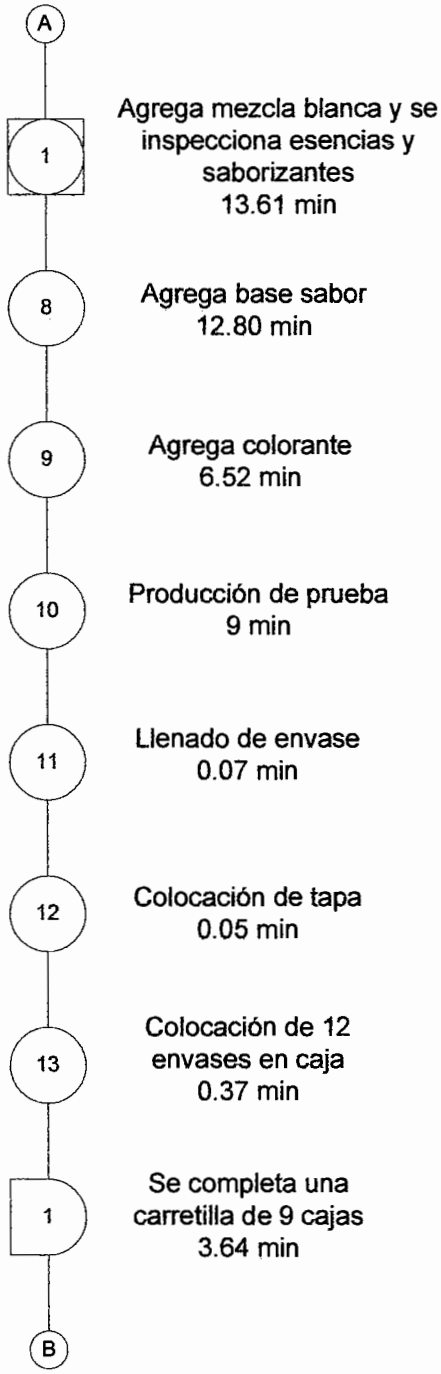
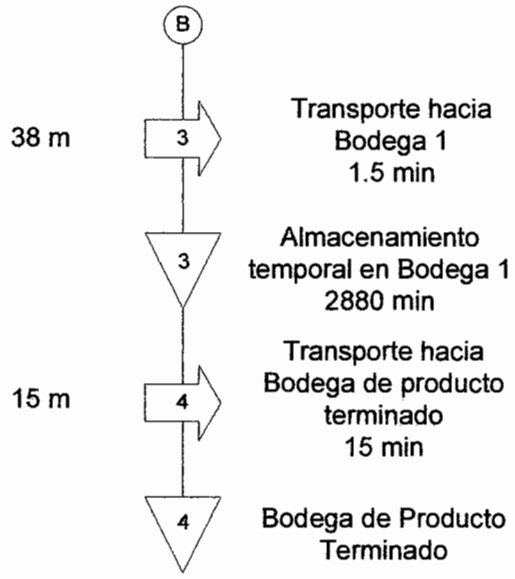


DIAGRAMA DE FLUJO

Empresa: Disar
Producto: Helado envasado ½ galón
Fecha: Diciembre 2008
Inicio: BMP

Método: Propuesto
Elaborado por: Walter Gonzalez
Hoja: 3/3



RESUMEN				
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
○	Operación	13	463.63	
▽	Almacenamiento	4	2880	
⇨	Transporte	3	35.06	117.5
D	Espera	1	3.64	
▢	Inspección-Operación	1	10.21	
Total			3392.54	117.5

Retomando el tiempo de producción total calculado en el capítulo 3, el cual era de 3421.23 minutos y comparándolo con el establecido en el diagrama de flujo propuesto se puede establecer una ganancia de 28.69 minutos.

4.1.2.2. Diagramas de movimientos sugeridos

Tal como se mencionó en el capítulo 3 se seleccionaron tres operaciones para su estudio de movimientos en lo respectivo a diagramas bimanuales, esto debido a que son las operaciones en las que las acciones manuales son la gran parte del trabajo realizado. Estas operaciones son las de llenado de envase, colocación de tapa al envase lleno, y colocación del envase lleno en caja.

Llenado de envase

Para la operación de llenado de envase se sugiere eliminar la demora que se observa en la mano derecha al momento de que se levanta el envase vacío, es decir, eliminar el descanso de la mano derecha asignándole la operación de ordenamiento de envases vacíos que tenga a corto alcance mientras la mano izquierda hace la operación de levantado de envase. Lo anterior es necesario debido a que en algunas ocasiones ocurren retrasos de producción ya que no se tienen los envases vacíos listos para su llenado e inclusive se llega a desperdiciar el helado por esta misma causa.

En la Figura 13 se presenta el diagrama bimanual para el llenado de envase.

Figura 13. **Diagrama bimanual propuesto para llenado de envase**

DIAGRAMA BIMANUAL

Empresa: Disar
Operación: Llenado de Envase
Fecha: Diciembre 2008

Departamento: Envasado
Elaborado por: Walter Gonzalez
Método: Propuesto

No.	Descripción mano derecha	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Tiempo (seg)	Distancia (cm)	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano izquierda
1	Ordena envases vacíos	●	⇨	▽	D	1.89	0	1.89	0	●	⇨	▽	D	Levanta envase vacío
2	Sostiene y mueve	●	⇨	▽	D	4.17	0	4.17	0	●	⇨	▽	D	Sostiene y mueve
3	Coloca a un lado	●	⇨	▽	D	0.84	0	0.84	0	●	⇨	▽	D	Levanta envase vacío

RESUMEN	Mano derecha	Mano izquierda
No. de operaciones	3	3
No. de transportes	0	0
No. de almacenamiento	0	0
No. de demoras	0	0
Total Tiempo (seg)	6.90	6.90
Total Distancia (min)	0	0

Colocación de tapa

Para la operación de colocado de tapa al envase lleno se sugiere eliminar la demora localizada en la mano izquierda en el momento en que la mano derecha realiza la operación de tomar tapa. Al eliminar esta demora se debe asignar a la mano izquierda el transporte de más tapas para los envases llenos; la importancia de este cambio yace en la eliminación de atrasos ocurridos al no existir más tapas para continuar con el proceso de colocación de tapas.

En la Figura 14 se presenta el diagrama bimanual para la colocación de tapa de envase.

Figura 14. **Diagrama bimanual propuesto para colocación de tapa**

DIAGRAMA BIMANUAL

Empresa: Disar
Operación: Colocación de Tapa
Fecha: Diciembre 2008

Departamento: Envasado
Elaborado por: Walter Gonzalez
Método: Propuesto

No.	Descripción mano izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano derecha
1	Alcanzar más tapas	○	➡	▽	D	0.95	20	0.95	0	●	⇨	▽	D	Toma tapa
2	Presiona tapa	●	⇨	▽	D	2.78	0	2.78	0	●	⇨	▽	D	Presiona tapa
3	Coloca a un lado	○	➡	▽	D	0.65	50	0.65	50	○	➡	▽	D	Coloca a un lado

RESUMEN	Mano izquierda	Mano derecha
No. de operaciones	1	2
No. de transportes	2	1
No. de almacenamiento	0	0
No. de demoras	0	0
Total Tiempo (seg)	4.38	4.38
Total Distancia (min)	70	50

Colocación de envase lleno en caja

Para esta operación se recomienda eliminar la demora existente en la mano izquierda cuando la mano derecha lleva el envase lleno a la caja. Al hacer esto se le debe asignar a la mano izquierda el transporte de más envases llenos a un área cercana para no atrasar el proceso.

En la Figura 15 se presenta el diagrama bimanual para la colocación de envase lleno en caja.

Figura 15. **Diagrama bimanual propuesto para colocación de envase en caja**

DIAGRAMA BIMANUAL

Empresa: Disar
Operación: Colocación de envase en caja
Fecha: Diciembre 2008

Departamento: Envasado
Elaborado por: Walter Gonzalez
Método: Propuesto

No.	Descripción mano izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano derecha
1	Alcanza más envases llenos	○	➡	▽	D	1.38	30	1.38	0	●	⇨	▽	D	Lleva envase a caja
2	Posiciona en caja	●	⇨	▽	D	1.92	0	1.92	0	●	⇨	▽	D	Posiciona en caja
3	Cierra caja	●	⇨	▽	D	3.53	0	3.53	0	●	⇨	▽	D	Cierra caja
4	Lleva caja a carretilla	○	➡	▽	D	2.06	100	2.06	100	○	➡	▽	D	Lleva caja a carretilla

RESUMEN	Mano izquierda	Mano derecha
No. de operaciones	2	3
No. de transportes	2	1
No. de almacenamiento	0	0
No. de demoras	0	0
Total Tiempo (seg)	8.89	8.89
Total Distancia (min)	130	100

4.2. Aplicación de los nuevos tiempos estándares

La aplicación de los nuevos tiempos estándares se realizará en primera instancia a través de la introducción de éstos, por escrito y con una presentación especial a los encargados de la producción. Luego lo presentado por escrito se transformará en acción al aplicarse los nuevos estándares en la línea de producción, primero en pruebas para que los operarios se familiaricen para luego llevarse a cabo la producción bajo todos los lineamientos presentados. Además, en las primeras etapas de prueba se realizarán chequeos de los tiempos en comparación con los establecidos en este trabajo para determinar el apego a los nuevos estándares.

4.3. Metodología de implementación

El estudio de tiempos y movimientos será implementado por los supervisores de producción quienes trabajarán en primera instancia con los encargados de línea, y éstos a su vez proporcionarán los nuevos conocimientos obtenidos hacia los auxiliares.

La implementación de los estudios de tiempos y movimientos se hará de la manera más clara por parte de los supervisores, con la ayuda de material escrito para que queden demostrados los beneficios resultantes de la aplicación de éstos.

Además, se llevarán a cabo nuevos estudios de tiempos y movimientos cada cierto tiempo de acuerdo a la planificación realizada por el Gerente de Producción y supervisores de línea; lo anterior se realizará en concordancia y en comparación con lo presentado en este trabajo para así tomar nuevas decisiones de mejora en cuanto al proceso estudiado.

4.4. Documentación de procedimientos

En los siguientes apartados se describen los procedimientos necesarios para el registro documental asociado con la implementación del estudio presentado en este trabajo.

4.4.1. Procedimientos a implementar

Los procedimientos a implementar son los de estudio de tiempos y estudio de movimientos.

4.4.1.1. Estudio de tiempos

Este es un procedimiento a través del cual se obtienen los tiempos de cada operación y con lo cual se establece el tiempo estándar de dichas operaciones. Este estudio se llevará a cabo cada vez que se crea necesario para verificar el desempeño del operario o cuando existan nuevas operaciones, debido a que es necesario establecer los tiempos estándar de estas nuevas operaciones.

Para la realización del estudio de tiempos estos son los pasos a seguir:

- El gerente de producción y los supervisores planificarán en que momento se realizará el estudio de tiempos.
- El supervisor tomará los tiempos en el respectivo formato, desde la primera hasta la última operación de la línea.
- Se tomarán en cuenta los elementos extraños más comunes y que no se puedan evitar, tales como el atraso por la falta de tapas para los envases de los helados.
- Se harán las tomas necesarias para cada operación dependiendo del tiempo total del ciclo de cada una, para luego promediar estos valores y así poder obtener los tiempos estándar.
- El gerente de producción y los supervisores analizarán los resultados junto con el encargado de línea.
- Por último se tomarán las medidas necesarias en caso de detectar operaciones críticas.

4.4.1.2. Estudio de movimientos

Este estudio se puede definir como el proceso por medio del cual se examinan los movimientos que hace el cuerpo para realizar una tarea determinada. Este se hará cuando se tenga una operación nueva o para transformar una operación existente que tenga movimientos ineficientes.

Los pasos a seguir al realizar el estudio de movimientos son los siguientes:

- El gerente de producción y los supervisores concertarán cuándo será necesario realizar un estudio de movimientos.
- El supervisor anotará en los formatos previamente diseñados los movimientos clasificándolos según la mano participante durante determinado procedimiento, para luego determinar cuales son eficientes y cuales no, así como también para determinar que mano está en ocio.
- El gerente de producción y el supervisor analizarán los resultados obtenidos.
- Si se encontraran movimientos ineficientes que se puedan evitar, se procederá a analizar la operación y la distribución de la estación de trabajo para hacer los cambios convenientes.

4.5. Presentación de los nuevos métodos de trabajo

Como se mencionó anteriormente, los encargados de la implementación del estudio de tiempos y movimientos serán los supervisores de producción en conjunción con los encargados de línea, por lo tanto, serán los primeros los encargados igualmente de la presentación de los nuevos métodos de trabajo.

Se asignará un tiempo especial para la presentación gráfica de los nuevos métodos de trabajo, es decir, se mostrará de manera impresa las definiciones generales del estudio de tiempos y movimientos y así mismo los nuevos métodos de trabajo en los cuales ya se aplican estas definiciones generales en el trabajo diario de los operarios. Se pretende que esto se lleve a cabo con todos los involucrados en la producción analizada en este estudio.

4.6. Capacitación del personal

La capacitación del personal se llevará a cabo de acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, es decir, se realizarán sesiones con el objetivo de introducir las definiciones generales del estudio de tiempo. En sesiones subsiguientes se introducirán las técnicas ya aplicadas al proceso de producción que atañe al personal al que se está dirigiendo la capacitación, con lo que se pretende que éstos observen de manera práctica las ventajas y beneficios que se obtienen a través de los estudios ya mencionados.

Además se hará hincapié en que estos estudios no solamente servirán como determinantes de estándares necesarios para planificaciones futuras en la producción sino que también son estudios que vienen a beneficiarles ya que son instrumentos que toman en cuenta disposiciones de órganos internacionales para el mejor funcionamiento de los operarios involucrados en cualquier tipo de producción.

4.7. Determinación de los resultados proyectados

En cuanto a los costos de mano de obra directa, como se determinó en el subcapítulo 3.3. estos se pueden disminuir de Q33.63 por hora a Q27.17, lo cual representa un costo mensual de Q6520.00, esto comparado con el costo original de Q8070.00 representa un ahorro de Q1550.00 mensuales para esta línea específicamente. Lo anterior se puede observar de mejor forma en la Tabla XXX.

Tabla XXX. **Comparación de costos de mano de obra**

	Encargado de línea	Auxiliar
Sueldo	Q1,500.00	Q1,300.00
Bono 37-200	Q250.00	Q250.00
Bono Prod.	Q120.00	
Total por mes	**Q1,870.00**	**Q1,550.00**
Comparación de costos		
Método actual	1 encargado	4 auxiliares
	Q1,870.00	Q6,200.00
	Total	**Q8,070.00**
Método propuesto	1 encargado	3 auxiliares
	Q1,870.00	Q4,650.00
	Total	**Q6,520.00**

En cuanto a los tiempos, como se mencionó en el subcapítulo 4.1.2.1. de los diagramas de operación mejorados, se puede obtener una ganancia de tiempo de 28.69 minutos, cada vez que se producen 600 ½ galones, lo cual es una cantidad promedio de tiraje de producción para esta línea.

Con lo anterior se puede establecer que si se programa esta cantidad de producción por cada día y para los diferentes sabores con los que se trabajan, al mes se puede llegar a ahorrar un tiempo de 860.7 minutos (30 días * 28.69 minutos), tiempo que se puede usar para realizar otras actividades prioritarias en las que se requieran a los operarios.

En cuanto a las mejoras establecidas en el estudio de movimientos para los diagramas bimanuales se puede mencionar la eliminación de retrasos inoportunos producidos por la falta de un sistema de producción adecuado para las manos del operario. Con lo anterior se evitará igualmente el desperdicio del producto al evitar la falta de envases para proseguir con el proceso de envasado.

5. SEGUIMIENTO PARA LA MEJORA CONTINUA

5.1. Diseño de registros de control

Como parte integral de un estudio dirigido hacia la mejora de un proceso productivo es necesario implementar el seguimiento, para garantizar no solamente una mejoría inicial sino también una gradual, en la cual cada cierto tiempo se logren mayores beneficios y menos pérdidas de recursos.

Los registros de control se convierten en una herramienta vital para establecer un sistema de seguimiento enfocado a la mejora continua. Éstos, utilizados de forma inteligente, proveen de información trascendental para la toma de decisiones en cuanto a la evaluación del apego a las nuevas normas estándares así como también para las nuevas reglas que se puedan establecer para seguir aumentando la productividad ya iniciada con los modelos propuestos.

De acuerdo a lo anterior, a continuación se presentan los registros de control que se creen necesarios para el seguimiento de los métodos propuestos y para seguir en el camino de la mejora continua.

- **Para el estudio de tiempos**

En la Figura 16 se presenta el formato diseñado para la toma de tiempos necesarios para realizar el estudio de tiempos.

Figura 16. **Formato para toma de tiempos**

Supervisor: _____ Operación: _____
Producto: _____ Operario: _____
Fecha: _____ Hora: _____

ELEMENTOS																														
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		S	L	T	Elementos extraños
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	N			
1																									A			
2																												
3																									B			
4																												
5																									C			
6																												
7																									D			
8																												
9																									E			
10																												
11																									F			
12																												
13																									G			
14																												
15																									H			
16																												
17																									I			
18																												
19																									J			
20																												
Totales																									Tiempo normal / pieza:			
No. Obser.																									Otros:			
Promedio																												

Como se puede observar en el formato anterior existen dos columnas denominadas como L y T, la columna L se utiliza para anotar los tiempos con el método de lectura continua (ver capítulo 1) y la columna T para la resta de los tiempos obtenidos en la columna L. Además a la derecha se puede observar la columna de elementos extraños acompañada de sus propias columnas L y T para las anotaciones de tiempos correspondientes a ésta.

En la Figura 17 se presenta el formato a utilizarse para el cálculo de suplementos del operario.

Figura 17. **Formato para el cálculo de suplementos**

Supervisor: _____ Operación: _____
Producto: _____ Operario: _____
Fecha: _____ Hora: _____

Suplementos	**Valores**	**Observado**
Constantes		
Personal	5	
Fatiga básica	4	
Variables		
Por estar de pie	2	
Por posición anormal:		
a. un poco incómoda	0	
b. incómoda (agachado)	2	
c. muy incómoda (tendido, estirado)	7	
Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, empujar o halar) Peso levantado en libras:		
5	0	
10	1	
15	2	
20	3	
25	4	
30	5	
35	7	
40	9	
45	11	
50	13	
60	17	
70	22	
Mala iluminación		
a. un poco abajo de la recomendada	0	
b. bastante menor que la recomendada	2	
c. muy inadecuada	5	
Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variable	0-100	
Atención requerida		
a. trabajo bastante fino	0	
b. trabajo fino o preciso	2	
c. trabajo muy fino y muy preciso	5	

Figura 17. **Continuación**

Supervisor: _____ Operación: _____
Producto: _____ Operario: _____
Fecha: _____ Hora: _____

Nivel de ruido:		
a. continuo	0	
b. intermitente – fuerte	2	
c. intermitente – muy fuerte	5	
d. de tono alto – fuerte	5	
Estrés mental		
a. proceso bastante complejo	1	
b. atención compleja o amplia	4	
c. muy compleja	8	
Monotonía		
a. nivel bajo	0	
b. nivel medio	1	
c. nivel alto	4	
Tedio		
a. algo tedioso	0	
b. tedioso	2	
c. muy tedioso	5	
Total		

En la Figura 18 se presenta el formato a utilizarse para calificar la actuación del operador necesaria para el cálculo de los tiempos estándares.

Figura 18. **Formato para la calificación del operador**

Supervisor: _____ Operación: _____
Producto: _____ Operario: _____
Fecha: _____ Hora: _____

	Habilidad		Observado	
A	Habilísimo	+ 0.15		**Habilidad.** Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operario.
B	Excelente	+ 0.10		
C	Bueno	+ 0.05		
D	Medio	0.00		
E	Regular	- 0.05		
F	Malo	- 0.10		
G	Torpe	- 0.15		
	Esfuerzo			**Esfuerzo.** Es la voluntad de trabajar, controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad.
A	Excesivo	+ 0.15		
B	Excelente	+ 0.10		
C	Bueno	+ 0.05		
D	Medio	0.00		
E	Regular	- 0.05		
F	Malo	- 0.10		
G	Insuficiente	- 0.15		
	Condiciones			**Condiciones.** Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no a la operación.
A	Buena	+ 0.05		
B	Media	0.00		
C	Mala	- 0.05		
	Consistencia			**Consistencia.** Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
A	Buena	+ 0.05		
B	Media	0.00		
C	Mala	- 0.05		

- **Para el estudio de movimientos**

En la Figura 19 se presenta el formato diseñado para el estudio de movimientos bimanuales.

Figura 19. **Formato para el estudio de movimientos bimanuales**

Supervisor:_____ Operación: _____
Producto: _____ Operario: _____
Fecha: _____ Hora: _____

No.	Descripción mano izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Tiempo (seg)	Distancia (cm	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Descripción mano derecha
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

5.2. Implementación de registros de control

La implementación de los registros de control se llevará a cabo por parte del Gerente de Producción, quien realizará una presentación tanto oral como por escrita ante los supervisores, quienes son los encargados de llevar el control, de los formatos a utilizarse para la ejecución del seguimiento de los modelos propuestos.

Igualmente, los supervisores harán la presentación de los formatos a los encargados de línea y auxiliares para que se familiaricen con éstos, a fin de que no exista recelo en cuanto a que los están controlando.

5.3. Procedimiento para el seguimiento

Se propone que para el seguimiento encaminado a la mejora continua se establezcan periódicamente espacios de análisis de los procesos propuestos, para así determinar si se están siguiendo las normas determinadas así como también para establecer la necesidad de una subsiguiente mejora.

Como primera instancia se exhorta a que se lleven a cabo los controles de seguimiento en un período de una vez por mes, para así comparar los resultados encontrados con los proyectados en el estudio presentado en este trabajo. A raíz de lo anterior se pueden tomar decisiones en cuanto al establecimiento de una nueva forma de trabajo o de la necesidad de volver a recalcar en la necesidad de apegarse a los estándares establecidos anteriormente.

5.4. Retroalimentación de métodos y procesos

Para un seguimiento de los procesos eficiente es necesario contar con una retroalimentación verdadera y apegada a la realidad, algo que es necesario para tomas de decisiones que en verdad ayuden a la mejora continua de los procesos.

Por lo tanto, al momento de realizarse los controles establecidos para el estudio de tiempos y movimientos, se anotarán por igual todas las observaciones realizadas por el supervisor que afecten de una manera u otra el apego a las normas y estándares anteriormente establecidos.

Igualmente, es de carácter obligatorio obtener toda la información que se pueda por parte de los operarios en cuanto a la forma en que éstos interactúan con los métodos propuestos, lo anterior con el fin de determinar si existe alguna contrariedad entro lo escrito y lo practicado por éstos y la manera en que les afecta los estándares determinados.

Toda la información anterior será integrada con los datos obtenidos a través de los estudios para hacer un análisis comparativo con lo establecido en este trabajo a fin de llegar a los métodos más satisfactorios, tanto para los operarios como para la producción realizada en la planta.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el análisis necesario de la situación actual del proceso de producción, lo cual fue un factor prioritario para la ejecución del estudio de tiempos y movimientos. Con este análisis se llegó a conocer con detalle todos los elementos relacionados con el proceso, con lo cual se pudo definir los pasos a seguir dentro de la lógica inherente a los estudios realizados.

2. La determinación de las actividades en las que se requería de la optimización de recursos se llevó a cabo gracias a lo mencionado en el párrafo anterior, es decir, con el análisis de la situación actual del proceso, con lo que se revelaron ciertas circunstancias que apuntaban hacia la necesidad del establecimiento de nuevas técnicas y métodos orientados hacia la eliminación de aspectos negativos dentro del proceso. De lo anterior se pudo establecer que una de las áreas prioritarias para su optimización era la línea de producción de helado envasado, siendo ésta el punto focal de estudio para el presente trabajo.

3. Se desarrollaron los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido para el proceso de producción de helado envasado, los cuales incluyeron los subprocesos de preparación de mezcla, saborización de mezcla y envasado del helado. Lo anterior fue una herramienta de mucho valor para determinar las áreas del proceso en las que se podía realizar una mejora o un reacondicionamiento para obtener mejores resultados. Se llevó a cabo la realización de los diagramas bimanuales para el subproceso de envasado del helado, ya que es en esta área donde se realizan las operaciones manuales más repetitivas dentro del proceso estudiado.

4. Se informó al personal operativo desde el inicio del trabajo de campo realizado acerca del estudio de tiempos, tanto en cuanto a definiciones generales de éste, como de las ventajas que conlleva para ellos y para la misma empresa. Se logró establecer de efectiva la cooperación de los operarios, ya que se pudo realizar el estudio de una forma objetiva y sin contratiempos.

5. Se establecieron los tiempos estándares para todas las tareas involucradas en el proceso de producción del helado envasado. Para lo anterior se tomaron en cuenta los diferentes aspectos para constituir un tiempo justo para el operario, es decir, la actuación del operario y los suplementos establecidos internacionalmente. Lo anterior se realizó bajo las directrices generales y lógicas del estudio de tiempos establecido en la parte teórica del presente trabajo.

6. Los tiempos estándar determinados se implantaron dentro de las línea de producción, con lo cual se pudo observar una cierta sistematización de los tiempos dentro de los procesos, es decir, aunque anteriormente al estudio realizado se poseían ciertos tiempos de producción, éstos no eran muy detallados ni estaban basados en un estudio científico y detallado.

7. En el capítulo relacionado con el seguimiento para la mejora continua se diseñaron las formas necesarias para llevar a cabo un control de los tiempos estándar establecidos; estas formas están encaminadas hacia un análisis comparativo con lo establecido en este trabajo para así tomar las decisiones adecuadas y pertinentes a los nuevos resultados obtenidos del seguimiento de los métodos determinados.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis general de la situación de los procesos de producción cada cierto período de tiempo relativamente corto, servirá como herramienta, tanto como para conocer, así como para dar prioridad a las áreas más necesitadas de optimización de recursos.

2. Desarrollar los diagramas de movimientos para las demás líneas de producción es un tema de urgencia, ya que estos diagramas pueden servir como base fundamental, no solamente para el establecimiento de los procedimientos correctos, sino también para determinar un sistema eficiente para la cooperación de recursos en la planta.

3. Es necesario basar las decisiones futuras relacionadas con el reacondicionamiento y mejoramiento de los procesos productivos sobre los diagramas de operaciones, ya que estos muestran fehacientemente todas las variables tiempo-espacio determinantes para la toma de decisiones.

4. Informar y capacitar a todo el personal involucrado en los procesos productivos acerca de cualquier nuevo método a instalarse debe ser una de las metas a alcanzar por parte de la gerencia de producción, lo anterior con el fin de mejorar el ambiente laboral y por lo tanto la productividad, ya que así los operarios se sentirán como parte fundamental y directa de los cambios propuestos.

5. La determinación de los tiempos estándar para las demás líneas de producción no estudiadas en este trabajo es un objetivo de carácter obligatorio, ya que esto en conjunción con un buen manejo de todos los recursos involucrados en la producción son la base para una planificación a corto, mediano y largo plazo muy eficiente.

6. Es necesario mencionar que el apego y ciertamente el control de los tiempos estándares establecidos para los diferentes procesos es un objetivo que se debe perseguir en todo momento por parte de la dirigencia de producción, ya que esto no solamente brinda mejores resultados en el presente sino que también será la base para propuestas de mejoras futuras.

7. El apego a los formatos de control establecidos para el seguimiento de los métodos propuestos es algo a resaltar, ya que de la información recabada a partir de éstos se tomarán las decisiones futuras sobre los pasos a seguir en función de la información recabada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aldana, Brayan Leonel. Desarrollo del estudio de tiempos y movimientos, en una empresa maquiladora de guantes industriales. Trabajo de graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

2. Castillo Rivas, Oscar Alexis. Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa. Trabajo de graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005.

3. Fuentes Gonzalez, Gloria Julissa. Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos lácteos. Trabajo de graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.

4. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo.** Segunda edición. México: McGraw-Hill, 2005.

5. Martínez López, Carlos Roberto. Implementación de un estudio de tiempos y movimientos al proceso de carga y descarga de camiones de una empresa de refrescos carbonatados. Trabajo de graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

6. Mazariegos Molina, Pablo José. Estudio de tiempos para la elaboración de los diagramas de procesos de las líneas de producción de bombón, dulce y paleta en la fabrica Productos La Sultana. Trabajo de graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

7. Niebel, Benjamín y Andris Freivalds. **Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo.** Onceava edición. México: Alfaomega, 2004.

8. Pineda, José Adolfo. Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fabrica Casa Blanca S.A. Trabajo de graduación Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.

9. Rojas Cancinos, Omar Alejandro. Estandarización de tiempos, estudios de costos y diseño de un programa de mantenimiento preventivo en el área de impresión litográfica, Comercializadora de Calidad, S.A. Trabajo de graduación Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.

10. Sandoval López, Edgar Roberto. Estudio de tiempos en el departamento de producción de una empresa litográfica. Trabajo de graduación Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.