



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**



# **Estudio de Ingeniería de Métodos Helados Cali, C.A**

## **PROFESOR:**

- MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

## **INTEGRANTES:**

- Galarza, Stephany
- Martínez, Marined
- Maurera, Eliannis
- Rivero, Zurilma
- Rodriguez, Francisco
- Soler, Mireya

**CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2.012**





**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS  
HELADOS CALI, C.A.**

U  
N  
E  
X  
P  
O





U  
N  
E  
X  
P  
O

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**



**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS  
HELADOS CALI, C.A.**

Proyecto Final de Curso presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la Cátedra de **INGENIERÍA DE MÉTODOS**.

---

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros  
**Asesor Académico**

**CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2.012**



## **“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS HELADOS CALI, C.A”**

Págs. 176

Proyecto Final de Cátedra: **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*”. Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

**UNEXPO**

**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero A.

Ciudad Guayana, Julio de 2.012

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de la Empresa. III. Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V. Situación Actual. VI. Situación Propuesta. VII. Estudio de Tiempo. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndices. Anexos.





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**



### ACTA DE APROBACIÓN

Quien suscribe, **MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros**, Profesor Titular de la Cátedra **INGENIERÍA DE MÉTODOS**, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-Rectorado Puerto Ordaz y designado para evaluar el Proyecto Final, titulado: **“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS HELADOS CALI, C.A.”**, considero que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los 23 días del mes de Julio de dos mil doce.

---

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros  
**Asesor Académico**



## DEDICATORIA

Queremos dedicarle este trabajo principalmente a Dios que nos ha dado la vida, fortaleza e inteligencia para terminar este proyecto de investigación.

A nuestros Padres, quienes con dedicación, paciencia y comprensión han logrado llevarnos por el buen camino.

A nuestro estimado Prof. Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros por apoyarnos día a día, por sus orientaciones, palabras de aliento y porque siempre estuvo allí para todas nuestras inquietudes durante la realización de nuestro proyecto.



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por darnos la sabiduría y la fortaleza suficiente para la realización de este proyecto.

A nuestros padres que nos apoyaron y motivaron en todo momento y no dudaron de nuestras habilidades.

Así mismo a todas las personas que de una u otra manera nos ayudaron en el desarrollo de este trabajo, especialmente al supervisor Marcos Campos, que a pesar de las limitaciones se ofreció apoyarnos hasta la finalización de este proyecto.

A nuestro profesor guía Ing. Iván J. Turmero Astros que ha sido una gran ayuda y que sobre todo, nos ha sabido entender, aconsejar y guiar en este proceso.

Por último, a cada uno de nosotros, que formamos parte de este proyecto, por conocernos y porque supimos callar y hablar en pro de nuestro trabajo.





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**Autores:** Galarza Stephany, Martínez Marined, Maurera Eliannis,  
Rivero Zurilma, Rodríguez Francisco, Soler Mireya.

**Asesor Académico:** Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Fecha:** Julio 2.012

## RESUMEN

La elaboración de este proyecto tuvo como objetivo principal la realización de un estudio métodos para el proceso de producción de la mezcla base del helado en la empresa HELADOS CALI, C.A ubicada en Puerto Ordaz, Estado Bolívar; basándonos principalmente en las herramientas de la Ingeniería de Métodos. Es un estudio de tipo no experimental y se apoya en una investigación de campo, ya que se plantea la obtención de un conocimiento general o aproximado de la realidad referente al proceso actual de la empresa, siendo evaluativo con la finalidad de dejar en forma clara, exacta y precisa las operaciones a fin de corregir e implementar nuevas alternativas que ayuden a contrarrestar las deficiencias e introducir nuevas mejoras al proceso. La recolección de los datos para la realización del proyecto se basó en la observación directa, la aplicación de entrevistas no estructuradas al supervisor de producción; así como la consulta en diversas fuentes de información. Consecutivamente se realizaron los distintos estudios correspondientes para identificar las causas de los problemas en el proceso, utilizando el Diagrama de Proceso, Análisis operacional y Estudio de Tiempo. En general, se aplicó satisfactoriamente la metodología seleccionada y se interrelacionaron adecuadamente cada uno de los elementos con el fin de incrementar la eficiencia del proceso.

**PALABRAS CLAVES:** Helados, Pasteurización, Proceso, Producción.



## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen	vii
Índice General	viii
 <b>INTRODUCCIÓN</b>	 1
 <b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b>	 3
Antecedentes de la Investigación	3
Planteamiento del Problema	3
Justificación	6
Limitaciones	7
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	8
 <b>CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	 10
Nombre de la empresa	10
Ubicación Geográfica	10
Reseña histórica	10
Misión	11
Visión	11
Valores	12
Descripción general del proceso	12
Estructura organizativa	14



<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
Ingeniería de Métodos	15
Método	15
Proceso	15
Procedimiento	16
Estudio de Métodos	16
Estudio de Trabajo	17
Estudio de Movimiento	18
Diagramas	21
Diagrama de operaciones	21
Diagrama de Proceso	22
Diagrama de flujo y/o recorrido	22
Importancia de los diagramas	23
Símbolos	23
Definición de helados	25
Tipos de helados	26
Insumos para la elaboración de helado	27
Helados Cali	28
Teknomix	29
Examen Critico	30
Análisis Operacional	31
Objetivos del Análisis Operacional	32
Puntos clave	32
Enfoques primarios	32
Preguntas que sugiere la OIT	38
Técnica del Interrogatorio	59
Estudio de Tiempos	61
Requisitos del Estudio de Tiempos	62
Manejo y estudio correcto del cronometro	64
Cronómetro ordinario o continuo	67



Ventajas del cronómetro ordinario o continuo	67
Desventajas del cronómetro ordinario o continuo	67
Cronómetro vuelta a cero	67
Ventajas del cronómetro vuelta a cero	68
Desventajas del cronómetro vuelta a cero	68
Herramientas del estudio de tiempos por cronómetro	68
Estudio de tiempos con cronómetros	69
Tipos de elementos	71
Aplicación del estudio de tiempos en el área de trabajo	72
Procedimientos del estudio de tiempos	72
Tiempo Estándar	90
Propósito del tiempo estándar	91
Tiempo Normal	91
Calificación de Velocidad	92
Método sistemático	93
Método sistemático para asignar fatiga	93
Normalización de Tolerancias	94
Procedimiento estadístico para determinar el tamaño de la muestra	94
Procedimiento para determinar el tiempo estándar	95
Pasos para calcular el tiempo estándar	96
Método General Electric	98
<b>CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>99</b>
Tipo de Investigación	99
Población y Muestra	101
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	102
Procedimiento	104



<b>CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL</b>	107
Método Actual de Trabajo	107
Diagrama de Proceso Actual	109
Plano de Distribución de Planta Actual	111
Diagrama de Flujo y/o recorrido Actual	112
Preguntas de la OIT	113
Técnicas del Interrogatorio	123
Enfoques Primarios	127
Análisis General	129
 <b>CAPÍTULO VI: SITUACIÓN PROPUESTA</b>	 131
Descripción del Método Propuesto	131
Diagrama de Proceso Propuesto	132
Plano de Distribución de Planta Propuesto	134
Diagrama de Flujo y/o recorrido Propuesto	135
Análisis de las Mejoras Propuestas	136
 <b>CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPO</b>	 137
Estudio de Tiempos	137
Operación freezer	138
Determinación de la confiabilidad del estudio	138
Cálculo de la desviación estándar de la muestra	138
Cálculo del intervalo de confianza	139
Cálculo del intervalo de la muestra	139
Cálculo del tiempo promedio seleccionado (TPS)	140
Determinación del tiempo estándar (TE)	140
Cálculo del factor de calificación del operario	140
Cálculo del tiempo normal (TN)	141
Cálculo de las tolerancias	142
Cálculo de las tolerancias por fatiga	142



Análisis de tolerancias	145
Determinación de la jornada efectiva de trabajo (JET)	146
Análisis de los resultados	147
<b>CONCLUSIONES</b>	148
<b>RECOMENDACIONES</b>	150
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	152
<b>ANEXOS</b>	155



## INTRODUCCIÓN

Toda empresa que lleve a cabo un proceso productivo o preste un servicio, siempre está en la búsqueda de crecer y aumentar su rentabilidad y el camino ideal para lograrlo es a través del aumento de su productividad. Además, se están reestructurando a fin de operar, más efectivamente y por lo tanto ser más competitivas.

La ingeniería de métodos es una herramienta muy importante que puede servir de aplicación para realizar estudios a fondo de los procesos que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de identificar posibles causas que generen las fallas en los mismos y de esta manera proponer una mejor forma de realización del trabajo, incrementando su productividad y haciendo el mejor aprovechamiento de los recursos que posee.

HELADOS CALI, C.A. es una empresa familiar que inicio sus actividades en el año 2011, en San Félix, Estado Bolívar. No obstante, al ser una empresa de elaboración y distribución de diferentes tipos de helados en todo nuestro país, lleva dentro de su proceso de producción todo lo referente a inventarios, almacén, espacio físico, etc.

El siguiente estudio de métodos permite realizar un estudio minucioso del trabajo para establecer cuáles son las áreas más críticas aplicando la técnica del interrogatorio, preguntas de la OIT, los enfoques primarios y el estudio de tiempo; para luego así obtener las ideas necesarias que dan lugar a la propuesta que permitirá el mejoramiento u optimización de la preparación de la mezcla base del helado y corregir el proceso que inicia en el área de pasteurización.



El desarrollo del presente proyecto se estructuró de la siguiente manera:

- Capítulo I El Problema: Donde se explica la problemática existente, se formulan los objetivos y la justificación de la investigación.
- Capítulo II Generalidades de la Empresa: El cual presenta la descripción y funcionalidades de la empresa en cuestión, así como del área de trabajo y del proceso realizado.
- Capítulo III Marco Teórico: Contiene los aspectos teóricos utilizados como herramienta y base del estudio realizado.
- Capítulo IV Marco Metodológico: Se describe la metodología detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos así como el Procedimiento utilizado.
- Capítulo V Situación Actual: Incluye la descripción de la situación actual evidenciada mediante la observación directa.
- Capítulo VI Situación Propuesta: En la cual se describen y presentan los aportes desarrollados por el investigador.
- Capítulo VII Estudio de Tiempo: El cual presenta los cálculos del tamaño de la muestra, evaluación del operario, cálculo del Tiempo Normal, asignación de Tolerancias, cálculo del Tiempo Estándar.
- Conclusiones y Recomendaciones.



## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Antecedentes de la Investigación**

HELADOS CALI, C.A. inicia sus actividades en el año 2011, en San Félix, Estado Bolívar, Venezuela, bajo el nombre de HELADOS PAISA, como la idea de un negocio a fin de equilibrar una época de crisis, y el resultado tuvo tan buena acogida que a corto plazo la producción cambio de ser artesanal a semi-industrial. Se encuentra ubicada en la UD 304, Manzana 28, Parcela 1, Zona Industrial, Los Pinos, Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Actualmente, esta empresa presenta fallas en el área de pasteurización donde se comienza a elaborar la mezcla base para fabricar el helado. Durante este tiempo no se le ha realizado ningún tipo de estudio, es por ello la autenticidad de este.

#### **Planteamiento del problema**

HELADOS CALI, C.A. es una marca que está creciendo a nivel nacional, se encuentra ubicada en la UD 304, Manzana 28, Parcela 1, Zona Industrial, Los Pinos, Puerto Ordaz, Estado Bolívar; y cuenta con una red de distribuidora, que ofrece a sus consumidores los mejores helados a un precio justo y de excelente calidad. Su propósito es posicionar la marca y convertir el helado en un buen hábito alimenticio y que siempre esté presente en las neveras de todas las familias venezolanas.



En los momentos actuales esta empresa presenta fallas en el área de pasteurización donde se comienza a elaborar la mezcla base para fabricar el helado, es aquí donde la preparación de estos compuestos queda defectuosa debido a que las cantidades necesarias que son asignadas en la receta para crear dicha mezcla son alteradas, es decir; no agregan los materiales descritos y esto ocasiona que la elaboración no quede al punto exacto que debería, o en otros casos no es la receta que se iba a utilizar.

Este proyecto permite identificar cuáles son los aspectos que afectan a la realización de las operaciones en cuanto a la preparación de la mezcla; con las observaciones obtenidas en el estudio del proceso se pretende imponer un nuevo método de trabajo con el propósito de mejorar las condiciones de manejo del operario en cuanto a las realización de sus actividades y desarrollar mejor la preparación de la mezcla base a utilizar en el proceso.

Otro problema a considerar es la ubicación del Laboratorio de Muestras, cuando se tiene que realizar la prueba de consistencia de la mezcla, se puede decir que el lugar donde está situado no es el más idóneo, pues se encuentra muy lejos del área de pasteurización y se realizan traslados excesivos.

Además de estos, otros inconvenientes de menor escala de prioridad, pero que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- La máquina llenadora lineal no llena todos los helados de tinita completos y esto genera retrasos y pérdidas.



- La máquina paletera no coloca todas las paletas en los helados y esto genera que la maquina siguiente no pueda recoger los helados por la paleta.
- La fotocélula no reconoce el papel o punto de sellado y por ende no sella los helados de bolsa dejándolos abiertos, generando retrasos y aglomeración.
- La máquina de vez en cuando no marca las fechas de vencimiento y sin la fecha marcada en los empaques o bolsas no pueden salir al mercado estos helados.
- El piso siempre esta mojado, ya que se lavan todas las maquinas en cada guardia.
- Las maras (cajas de plástico que utilizan para llevar los helados a la cava) siempre están sucias y causan mala impresión al momento de distribuir los helados.

Planteada la situación actual relacionada con el área de pasteurización, se procede a realizar un estudio de ingeniería de métodos y presentar las posibles propuestas o soluciones a dichos problemas.

Para la presentación de las propuestas del método actual se hará uso de los diagramas de proceso y flujo/recorrido, haciendo seguimiento al material con la finalidad de presentar en forma gráfica, clara y sencilla el método propuesto.

Aunado a esto, no se tienen determinados los estándares de tiempo. Esta medición es necesaria para que los encargados de la empresa puedan pronosticar satisfactoriamente los tiempos de ejecución de las operaciones que requieren todos los empleados; como las tolerancias que tienen todos



los operarios en la jornada de trabajo. El desconocimiento de los tiempos estándares no permite el óptimo funcionamiento de la empresa.

Debido a la falta de estándares de tiempo, surgió la necesidad de determinar el tiempo de ejecución de un operario para realizar la base de helado y evaluar el tiempo que el empleado interviene en realizar una determinada actividad.

### **Justificación**

Es de mucha importancia la realización de este proyecto porque permitirá conocer el manejo que debe tener un operario con la maquina al momento de fabricar el producto, ya que, no toda persona esta apta para manejar cualquier tipo de instrumento y entonces se requiere una instrucciones prácticas que se le deben dar al operario antes de proceder a utilizar estos aparatos o máquinas.

El propósito de esta investigación es proporcionar la información necesaria para un mejor método de trabajo de los operarios en el área de pasteurización utilizando las herramientas de ingeniería de métodos. Además, proponer una mejor distribución del área. Este conjunto de acciones van a permitir mejorar las labores o actividades de los operarios.

Es beneficioso porque nos proporcionará los detalles y las ciertas debilidades que la empresa podría presentar y a su vez contribuiría con el mejoramiento de las actividades realizadas por el operario. Así mismo, para obtener una mejor productividad con alta calidad de helados.



## **Limitaciones**

Las limitaciones para la elaboración de esta investigación fueron las siguientes:

- Carencia de información referente a la empresa.
- La carencia de planos de la empresa, lo cual afecta la elaboración de este estudio.
- La falta de manuales de descripción de los procesos que realiza la empresa.
- La restricción de fotografías dentro de la empresa.
- Falta de información referente a la situación actual con respecto a los tiempos estándares que debería tener la empresa.
- Falta de información de la eficiencia del personal que labora en Helados Cali.
- La política de privacidad que tiene la empresa, ya que, no permite el acceso a varios estudiantes para la toma de datos.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Evaluar el proceso de preparación de la mezcla base del helado de la empresa HELADOS CALI, C.A, a través de la realización de un estudio de movimientos y estudio de tiempos, con el fin de proponer un nuevo método de trabajo que permita optimizar el proceso.



## Objetivos específicos

- Visitar HELADOS CALI, C.A., y evaluar el proceso a través de la observación directa.
- Identificar los elementos que se relacionan en el proceso de preparación de la mezcla base del helado en el área de pasteurización.
- Describir el proceso de preparación actual y presentar los hechos e información en forma ordenada para su estudio y análisis.
- Elaborar el diagrama de proceso que permitirá visualizar la situación actual de las actividades realizadas por el operario.
- Elaborar el diagrama de flujo/recorrido del proceso de preparación de la mezcla base del helado.
- Aplicar el método del interrogatorio para visualizar la naturaleza actual del desarrollo de las actividades en el proceso de preparación de la mezcla base del helado.
- Analizar el método actual por medio de la aplicación de las preguntas recomendadas por la Organización Internacional del trabajo (OIT).
- Realizar el análisis operacional al proceso de pasteurización.
- Proponer un nuevo método eficiente para solucionar el problema que afecta mayormente al proceso.
- Elaborar el diagrama de proceso que contengan nuevas propuestas.
- Elaborar el diagrama de flujo recorrido que contengan las propuestas.
- Analizar el comportamiento y los cambios realizados al proceso.
- Realizar el estudio de tiempos del proceso en el área de pasteurización.
- Asignar los elementos del proceso y tomar los tiempos por medio del cronometro.



- Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método Westinghouse.
- Establecer las tolerancias por concepto de fatigas por medio del método sistemático.
- Normalizar tolerancias por concepto de fatigas y necesidades personales.
- Obtener el tiempo estándar de todo el proceso.
- Analizar los resultados arrojados por el estudio de tiempos.
- Presentar las conclusiones a que se lleguen.
- Presentar las recomendaciones que se generen para la mejora del proceso.



## CAPÍTULO II

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **Nombre de la empresa**

HELADOS CALI, C.A.

#### **Ubicación geográfica**

Helados CALI, C.A está ubicada en la UD 304, Manzana 28, Parcela 1, Zona Industrial, Los Pinos, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

#### **Reseña histórica**

HELADOS CALI, C.A. es una empresa familiar que inicio sus actividades en el año 2011, en San Félix, Estado Bolívar, Venezuela, bajo el nombre de HELADOS PAISA, como la idea de un negocio a fin de equilibrar una época de crisis, y el resultado tuvo tan buena acogida que a corto plazo la producción cambio de ser artesanal a semi-industrial.

En noviembre del 2005, se instala la fábrica de Helados en la Ciudad de Puerto Ordaz, y se sustituye el nombre por HELADOS CALI; que significa “Calidad Certificada”, trabajando con la fabricación y producción de helados industriales, ofreciendo productos de excelente calidad, cumpliendo con los altos estándares de manufactura.

Desde esa fecha la empresa se ha focalizado en fabricar productos de excelente calidad a precio competitivos.



HELADOS CALI, desarrolla sus propias formulas de helados y sirops. Y para ello mezclamos la pureza de lo natural y lo industrial, con la precisión de la ciencia y la tecnología.

Actualmente la empresa cuenta con un centro de distribución en la Ciudad de Maracay, Estado Aragua.

### **Misión**

Consolidar a HELADOS CALI, C.A. como la empresa líder en producción y comercialización de helados, dentro de los estándares de calidad que satisfagan as expectativas de nuestros clientes, empleados y accionistas; creciendo en forma sostenida y racional, con un equipo humano motivado con sólidos principios éticos y orientados al servicio, para así proyectar una imagen de solidez y responsabilidad.

### **Visión**

Convertir a HELADOS CALI, C.A. para el año 2012 en una empresa reconocida a nivel nacional a través de la fabricación y comercialización de productos congelados que brinde calidad, bienestar y precios justos a nuestros clientes y consumidores, buscando mantener la rentabilidad y sostenibilidad que beneficie a nuestros accionistas, empleados y a la comunidad en general.



## Valores

- Servicio
- Honestidad
- Excelencia
- Respeto
- Responsabilidad
- Compromiso social

## Descripción general del proceso

Todo el proceso abarca desde la materia prima hasta su elaboración final:

Se toman los ingredientes necesarios para elaborar la crema base del helado y los operadores la trasladan al área de pasteurización donde se mezclan estos ingredientes para obtener dicha crema, aquí ellos están a una temperatura de 82°C para la disminución de las cargas microbiana que proviene de los insumos utilizados o del manipuleo del operador, también es para disolver los ingredientes de la mezcla y así se produce un producto uniforme de mejor sabor. Este proceso de pasteurización dura aproximadamente un tiempo de 45 minutos

Esta mezcla se pasa por un sistema de homogenizador y el proceso pasa a través de unos pistones para eliminar los glóbulos de grasa que se producen por la manteca vegetal, después de la preparación se espera 45 minutos para que se pasteurice la crema. Después la crema pasa por un intercambiador de placas que pasa por agua fría y agua caliente para matar



los gérmenes, luego se hace una prueba para ver la consistencia de la crema o el dulce que se elabora y de ahí pasa a unos tanques de maduración donde es allí cuando los emulsificantes hacen su función de compactar los ingredientes es decir que la grasa y el agua se unan dándole un aspecto viscoso. En esta área de maduración la mezcla pasa de 2 a 6 horas para que la crema se haga más tensa y salga a una temperatura exacta.

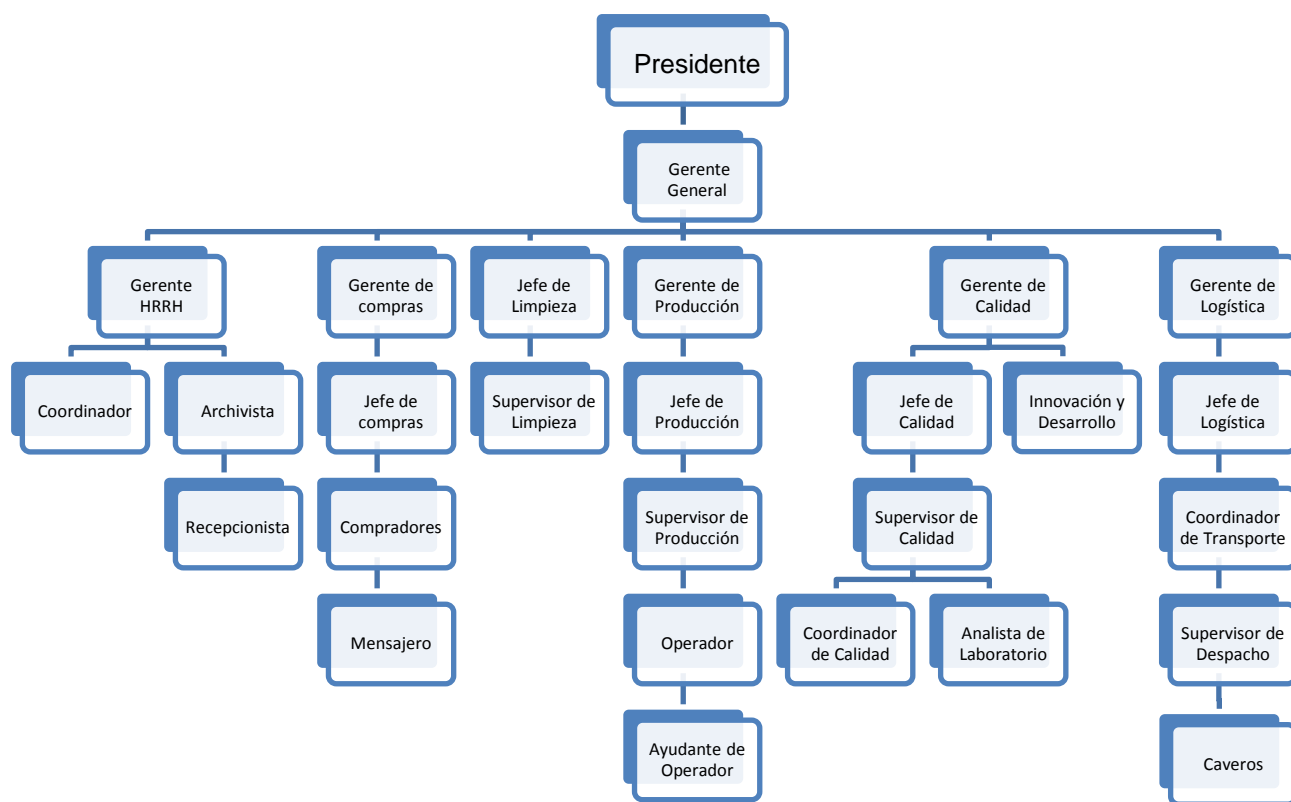
Después la mezcla es pasada a unos tanques donde se le agrega el sabor, color y olor que se desea y de ahí mediante tuberías pasa a un freezer donde es pasada al mix a congelarse, pasa por el compresor del freezer directo al molde o estuzado donde se le da forma al helado ya estos sean paletas o tinitas.

Luego estos helados pasan a una cava de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Se homogeniza y pasa a ser enfriada por una cámara de refrigeración a una temperatura que la mezcla sale semi-congelada, todo esto sucede en el área de pasteurización, luego es trasladada por medio de tuberías al área de maduración donde esta un tiempo de 4 horas y aquí es donde las grasas se solidifica y los estabilizantes realizan su función lo que hace que la leche y el agua y la manteca vegetal se unan dándole a la mezcla una viscosidad y facilita el incremento del aire durante el batido.

Luego, se envía a una cámara de refrigeración donde la mezcla esta a una temperatura de  $2^{\circ}\text{C}$  y la mezcla sale semi-congelada y de aquí ya la mezcla lista se procede a ser trasladada a las máquinas donde están los moldes de los helados, se agrega la mezcla a los moldes y esta máquina hace que los moldes avancen sucesivamente y se les incrusta la paleta, luego sigue su curso y el helado es bañado por una capa de chocolate y queda a una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  y por último se lleva a empaquetar.



## Estructura organizativa





## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### **Ingeniería de Métodos**

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten mas la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

#### **Método**

Proceso o camino sistemático establecido para realizar una tarea o trabajo con el fin de alcanzar un objetivo predeterminado.

#### **Proceso**

Conjunto de actividades que están interrelacionadas, serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar el producto hacia sus especificaciones finales de forma y tamaño.



## **Procedimiento**

Un procedimiento es un conjunto de pasos lógicos que consiste en seguir ciertas etapas predefinidas para realizar una tarea y desarrollar una labor de manera eficaz.

## **Estudio de Métodos**

El estudio de métodos es una herramienta que se usa con la intención de evaluar la eficiencia de los métodos de trabajo existentes, con vista de identificar las posibles fallas que posea que afecten de manera directa o indirecta la productividad de la empresa, para esto se aplican técnicas de estudios de movimientos y estudio de tiempos, entre otras. El estudio de métodos se logra de manera metodológica, a través de un conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo o indirecto a un concienzudo escrutinio, con el propósito de introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad, con la finalidad de incrementar las utilidades de la empresa.

La técnica del estudio de métodos aporta beneficios de gran importancia para la empresa al mejorar la eficiencia eliminando el trabajo innecesario, las demoras evitables y otras formas de desperdicio, así como también la determinación del tiempo estándar que se requiere para la fabricación de un producto, el cumplimiento de las normas y estándares, y la retribución al trabajador por su rendimiento, entre muchos otros según sea el caso. Es la Técnica más recomendada para incrementar la productividad de la empresa y sus aplicaciones incluyen tanto el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y



habilidades para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de la ingeniería de producción. Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge una relación maquina-trabajador eficiente. Una vez establecido el método completo, se incluye también un seguimiento para asegurar que se cumplen los estándares predeterminados.

El procedimiento Global incluye: definir el problema, desglosar el trabajo en operaciones, analizar cada operación para determinar los procedimientos de manufactura más económicos para la cantidad dada, con la debida consideración de la seguridad del operario y su interés en el trabajo, aplicar valores de tiempos adecuados, y después darle seguimiento para asegurar que opera el método prescrito.

### Estudio de Trabajo

Se entiende por estudio de trabajo, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

- **Estudio de tiempos:** Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.



- **Estudio de movimientos:** Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

### Estudio de movimiento

Técnica que consiste en el estudio de los movimientos del cuerpo humano que son utilizados para ejecutar una operación o trabajo determinado, con el objetivo de ser evaluados, identificando los productivos e improductivos, de forma tal que una vez analizados se puedan reducir, combinar, simplificar, y en el mejor de los casos eliminar, para luego establecer una mejor secuencia o sucesión de movimientos más favorables que permita lograr la eficiencia máxima.

La O.I.T, aplica un procedimiento para mejorar los métodos de producción, el cual consiste en 7 etapas las cuales son:

1. **Seleccionar:** Consiste en identificar cual es el problema, que es lo que ocurre, como se manifiesta teniendo en cuenta que no toda la información esta asociada al problema, la misma debe ser confiable, suficiente y necesaria. Se evalúa las fuentes de información determinando cual es el objetivo específico fundamental, su alcance y considerar los beneficios económicos y su factibilidad. se considera la magnitud y los entes involucrados.



- Se debe prestar atención a los indicadores, que son todas aquellas situaciones que de una u otra forma nos indican el grado de funcionamiento de una actividad. Dando respuesta a algunas interrogantes:
  - ✓ ¿Cuál es el problema real?
  - ✓ ¿Qué es lo que realmente está mal?
  - ✓ ¿Cuáles son los efectos?
  - ✓ ¿Qué departamentos están involucrados?
  - ✓ ¿Cuánto trabajo se requerirá para corregir el problema?
  - ✓ ¿Qué tareas implica el proyecto?
  - ✓ ¿Cuánto tiempo tomará?
  - ✓ ¿Qué personal puede colaborar?

2. **Registrar**: Consiste en reflejar a través de La diagramación todos los hechos tal cual como son y no como aparentan, eliminando o desechando ideas preconcebidas, para ello, se debe tomar como referencia la disposición de los locales (general) y el puesto de trabajo (específico) y se apoya en los diagramas de Operación, Proceso, Flujo o Recorrido, Bimanual y Hombre-Máquina. Recolectando todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos

3. **Examen Crítico**: Consiste en la revisión exhaustiva y detallada de la información, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados llegando a plantear posibles alternativas de solución al problema, para ello debe



considerarse un conjunto de técnicas como son: la técnica del interrogatorio, enfoques primarios y preguntas de la O.I.T.

4. **Idear**: Consiste básicamente en crear, innovar, nuevas formas de hacer los procedimientos considerando las circunstancias para cada caso, es decir, teniendo en cuenta todas aquellas modificaciones de tipo objetivas y materiales que garanticen las mejoras. Se redimensiona el problema. En cuanto a calidad se define los planes muestreos, atributos y técnicas de evaluación y medición, estableciendo parámetros.
5. **Implantar**: El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado, para garantizar la puesta en práctica de las mejoras teniendo en cuenta aspectos de planificación, disposición y aplicación.
6. **Mantener en uso**: Se verifica los intervalos regulares, el cumplimiento de las propuestas y definir los mecanismos para corregir las variables, la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos.

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere el análisis. Cabe hacer mención que las etapas 1, 2 y 3 son INEVITABLES.



## Diagramas

Los diagramas o gráficos son tipos de esquema o información que permiten representar detalles de cualquier proceso estos pueden ser entendidos a simple vista por cualquier persona.

### Aspectos en la preparación de los diagramas:

1. Representación gráfica de los hechos
2. Mayor visión de la relación entre las operaciones
3. Obtener los detalles por observación directa, según el proceso
4. Verificar:
  - Exactitud de los hechos
  - Totalidad del registro de los hechos
  - Demasiadas suposiciones

### Diagrama de operaciones

Es un gráfico que muestra la secuencia lógica de todas las operaciones del puesto de trabajo, taller, máquinas o área en estudio, así como los márgenes de tiempo, inspecciones y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima, hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala el ensamblaje con el conjunto principal, se aprecian detalles generales de fabricación. Es usado para revisar cada operación en inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones.



## Diagrama de proceso

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Es utilizado con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

## Diagrama de flujo y/o recorrido

Es un plano o diagrama de la empresa donde se representa el área de trabajo, este muestra la ubicación específica de las maquinas, puestos de trabajos, los movimientos que realizan y las distancia de una área a la otra.

Este tipo de diagrama es importante debido a que nos orienta o nos da una visión de los recorridos que se ejecutan entre el operario y las maquina y la distancia que este debe recorrer. Así se puede determinar cómo distribuir mejor el espacio de trabajo y lograr que el operario no se retrase tanto al trasladarse.

También al realizar este diagrama se nos da un panorama de las operaciones secuenciales que se dan enumeradas desde la primera operación hasta la última que se efectúa.



## Importancia de los diagramas

Facilita al Analista de Método, en la parte del diseño de un puesto de trabajo o para mejorarlo, presentar de forma rápida, clara, sencilla y lógica la información actual (hechos) relacionados con el proceso. Son herramientas o medios gráficos que le permiten realizar un mejor trabajo en un tiempo menor.

## Símbolos

Son representaciones estandarizadas que permiten elaborar los diagramas de una manera uniforme y están regidos por la ISO (Oficina Nacional Estandarizada).

### Simbología:

- **Operación** 

La operación sucede cuando se cambia intencionalmente alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto, o cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad. La operación también se da cuando se entrega o se recibe información o bien cuando se lleva a cabo un calculo o se planea algo. El símbolo utilizado para la operación es un círculo.



- **Verificación**



La verificación es un paso necesario para probar una teoría. Pero, aunque resulte positiva, no nos asegura que el resultado verificado sea correcto. La inspección sucede cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características. El símbolo de la inspección es un cuadrado.

- **Transporte**



Se denomina transporte trasladar de algún lugar a otro algún elemento, en general personas o bienes, pero también un fluido. El transporte es una actividad fundamental dentro del desarrollo de la humanidad.

- **Almacén**



Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes. Los almacenes son usados por fabricantes, importadores, exportadores, comerciantes, transportistas, clientes, etc. El símbolo del almacenaje es un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo.

- **Demora**



Es el retraso culpable o deliberado en el cumplimiento de una obligación o deber, esta no permite la ejecución de la acción prevista. El símbolo de la demora es una letra D mayúscula.



- **Combinado**



Son actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo. Ocurren al mismo tiempo pero no se sabe cuál de las dos empieza primero. Los símbolos para esas actividades se combinan tal como aparece en el ejemplo que representa la combinación de operación e inspección.

Estos símbolos permiten representar en forma gráfica, sencilla y rápida todas y cada una de las actividades que están sucediendo en el proceso, método o procedimiento. Dan una idea general de la situación actual de la producción que permitirá realizar los respectivos análisis y tomar decisiones correspondientes. A través de los símbolos de almacenaje, demora y traslado se pueden detectar los costos ocultos de cada una de las actividades que nos reportan gastos de recurso humano, pérdida de tiempo, material, etc.

### **Definiciones de helados**

- El Boletín Oficial del Estado define los helados como preparaciones alimenticias que han sido llevadas al estado sólido, Semisólido o pastoso por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas utilizadas y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficiente hasta el momento de su venta al consumidor.



- El helado es un producto delicioso y nutritivo que se puede definir como leche batida, congelada, endulzada y concentrada, que es consumido en diferentes formas y tamaños.
- Preparaciones alimenticias que han sido llevadas al estado sólido, semisólido o pastoso por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas puestas en producción y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficiente hasta el momento de su venta al consumidor.

### **Tipos de helados**

- **Helados de Crema**

De 7 a 10 % de grasa de leche, 6 a 8% de sólidos no grasos, 20 a 32% de sólidos totales de leche, 0.5% de estabilizador, 0.2% de monoglicéridos y diglicéridos, 0.1% de emulsificantes y una incorporación de aire de 100% del volumen de la mezcla.

- **Helados de Leche**

Contiene 2.5% de grasa de leche, 5% de sólidos de leche no grasos, 12% y 27% de sólidos totales y una incorporación de aire de 100% del volumen de la mezcla.



- **Sherbets o Sorbetes**

Son productos congelados compuestos de azúcar, agua, fruta, color, sabor, estabilizantes y a veces sólidos de leche en forma de leche descremada en polvo, leche entera en polvo o leche condensada.

- **Helados de Fruta**

Fracción de fruta del 20%. Hay cuatro tipos de helados de fruta: con componentes lácteos y con aire batido, con pocos componentes lácteos y con aire batido, sin componentes lácteos y con aire batido y sin componentes lácteos y sin aire batido.

### **Insumos para la elaboración de helados**

- **Grasa**

Le da mejor sabor y textura al helado y hace más fácil el batido, se saca de la leche entera como por ejemplo la crema fresca. Otras opciones pueden ser la mantequilla, grasa láctea anhidra y grasa vegetal.

- **Azúcar**

La cantidad de azúcar que se utiliza va a influir sobre la disminución del punto de congelación, la suavidad del producto, la resistencia a la descongelación, en la sensación de derretimiento y la suavidad del helado.



- **Estabilizador**

Produce suavidad, mejora la textura, reduce la formación de cristales de hielo y da al producto uniformidad y resistencia a la descongelación. Se utiliza para evitar la separación de azúcar y para que el helado no se desmorone.

- **Emulsificantes**

Permiten la emulsión de líquidos que no se mezclan, ayudan a que el helado sea más suave, de apariencia más seca y que haya más aireación.

- **Saborizantes**

Pueden ser naturales o artificiales, los más comunes son de sabores a fruta, aunque el sabor de la fruta fresca es limitado. Otro sabor es el de nueces.

### **Helados Cali**

Es una marca que está en crecimiento a nivel nacional, contando con una red de distribuidoras, que ofrece a sus consumidores los mejores helados a un precio justo y de excelente calidad. El objetivo principal de Helados Cali, es posicionar la marca, convirtiendo el helado en un buen hábito alimenticio y que siempre esté presente en las neveras de todas las familias venezolanas.



## **Teknomix**

### **Planta automática para la producción de mezcla de helado**

La línea va completa de todos los componentes como los dos mezcladores/pasteurizadores, intercambiador de calor, homogeneizador, bombas y válvulas y está lista para el uso previa conexión a la línea de suministro de energía eléctrica/ agua.

La línea TEKNOMIX comprende:

- Plantas batch.
- Plantas HTST con ahorro energético, para exigencias productivas mayores.
- El sistema BATCH.

Contempla plantas pre-montadas sobre bastidor, compactas que comportan facilidad de instalación, funcionamiento y mantenimiento. En las plantas batch la mezcla se pasteuriza en las tinas de pasteurización a 80/85°C, se pasa por el homogeneizador a 180/200 bar y sucesivamente se enfría a 4/5°C por medio de un intercambiador de calor a placas. Las capacidades van de 300 a 1.200 litros/hora de mezcla de helado.

- **El sistema HTST (*High Temperature Short Time*)**

Proyectado para medianas y grandes producciones de helado, con ahorro energético, prevé plantas montadas sobre bastidor y no, completas de todos los sistemas de control y seguridad.



En este tipo de equipo la mezcla se prepara en dos tinas de mezcla a  $+55/60^{\circ}\text{C}$  (esta operación facilita la disolución de los ingredientes y el aumento de volumen del producto final).

Sucesivamente la mezcla se pre-calienta a  $70/75^{\circ}\text{C}$ , homogeniza a 180/200 bar y finalmente se pasteuriza en el intercambiador a placas a  $+85^{\circ}\text{C}$  por 40 segundos.

El enfriamiento final a  $4/5^{\circ}\text{C}$  termina el proceso. Las capacidades varían de 600 a 3.000 litros/hora de mezcla de helado.

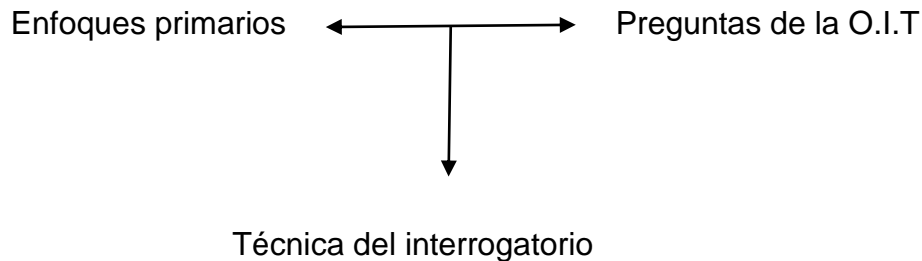
Se ha prestado especial atención y cuidado al sistema de lavado automático para asegurar la máxima higiene. A complemento de las líneas de pasteurización podemos además suministrar triblender, tinas de maduración, estanque productor de agua helada y bombas de alimentación de mezcla.

### **Examen Crítico**

Es una etapa que se caracteriza por la revisión exhaustiva, minuciosa y detallada de todas las actividades inherentes al problema, con el objetivo de escudriñar a través del escrutinio en la realización de las operaciones debe realizarse de forma crítica, eliminando todas aquellas situaciones preconcebidas o predeterminadas, esto permitirá poner a prueba la información existente para buscar alternativas orientaciones y posibles soluciones al problema.



**Esta etapa consta de tres sub-etapas, las cuales son:**



### **Análisis Operacional**

Realizar un estudio enfocándose en: el diseño, materiales, tolerancia, procesos y herramientas, y en base a esto se plantean las siguientes interrogantes con el propósito de poder detectar los posibles cambios en cada uno de ellos. Ya sea haciéndolos más eficientes, productivos, o en su defecto poder eliminar procesos innecesarios.

Las interrogantes planteadas en forma general serian:

- Estudiar los elementos productivos e improductivos de una operación.
- Dirigir la atención del operario y el diseño del trabajo preguntando quién.
- Realizar un estudio en la distribución de planta preguntando dónde.
- Realizar arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones.



## Objetivos del Análisis Operacional

- Usar el análisis de la operación para mejorar métodos.
- Aplicar las interrogantes: por qué, cómo, cuándo, dónde, quién, de tal forma que en base a esto nos permita poder identificar los procesos y métodos que podamos mejorar para, con el fin de mejorar métodos, procesos, tiempos.

## Puntos Claves

- Use el análisis de la operación para mejorar el método.
- Centre la atención en el propósito de la operación preguntando porque.
- Centre su enfoque en diseño, materiales, tolerancias, procesos y herramientas preguntando cómo.
- Dirija al operario y el diseño del trabajo preguntando quien.
- Concéntrese en la distribución de planta preguntando dónde.
- Examine con detalle la secuencia de manufactura preguntando cuando.
- Siempre intente simplificar eliminando, combinando y re-arreglando las operaciones.

## Enfoques Primarios

### Propósito de la Operación

Consiste en justificar el objetivo, el ¿para qué? y ¿por qué?, determinando así la finalidad de la tarea. Es recomendable evaluar para así



determinar si es posible eliminar de lo contrario, combinar, simplificar, reducir o mejorar, en base a la operación más crítica.

La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores, sin costo adicional.

### **Diseño de la Parte o Pieza**

Considerar al diseño como algo importante, su complejidad, y evaluar si es posible mejorarlo a través de:

- Disminución de número de partes o piezas.
- Reducción del número de operaciones, longitud de recorridos, uniando partes, haciendo maquinados y ensamblajes más fáciles.
- Utilización de un mejor material.

### **Tolerancias y/o Especificaciones**

La tolerancia es el margen entre la calidad lograda en la producción, y en la deseada (rango de variación). Las especificaciones es el conjunto de normas o requerimientos impuestos al proceso para adecuar el producto terminado respecto al producto diseñado.

Este enfoque se refiere a las tolerancias y las especificaciones que se relacionan con la calidad de producto, es decir, su habilidad para satisfacer una necesidad dada, por tal razón se debe seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro de costo.



## **Materiales**

Presentan un porcentaje alto de costos total de la producción y su correcta selección y uso adecuado es muy importante. Los costos se reducirán a medida que:

- Si se puede sustituir por uno más barato.
- Si es uniforme, y de acuerdo a las condiciones en que llega al operario.
- Si se pueden reducir los almacenamientos, demoras y material en proceso.
- Si se utiliza el material hasta el máximo.
- Si se encuentra utilidad a los desperdicios y piezas defectuosas.

Para el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo minuciosos estudios acerca de qué sistema de almacenamiento usar debido al tipo y cantidad de materia prima utilizada en la empresa. En este estudio realizado intervienen muchos factores como son: costo, que se puedan aprovechar al máximo posible, las instalaciones de almacenamiento existentes, utilización de desechos, estandarizar los materiales, tener un buen proveedor con buena disponibilidad y un buen precio.

## **Preparación y Herramental**

Las actividades de preparaciones deben estar estandarizadas; éstas son necesarias para el proceso; se enfocaría en evitar perder tiempo por este



concepto que traduciría en disminución de costos significativos. Para esto se debe considerar:

- Mejorar la planificación y control de la producción.
- Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc. al inicio de la jornada de trabajo.
- Programar trabajos similares en secuencia
- Entregar por duplicado las herramientas de corte.
- Implantar programas de trabajo para cada operación.

Las herramientas, deben tener la calidad adecuada, deben corresponderse con la actividad que se realiza, y hacer de su uso el correcto, para ello se recomienda:

- Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- Diseñar las herramientas que pueda utilizar las máquinas a su máxima capacidad.
- Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- Introducción una herramienta más eficiente.

### **Proceso de Manufactura**

El ingeniero de métodos debe entender que el tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en dos pasos: plantación y control de inventarios. Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar lo siguiente:



- Reorganización de las operaciones
- Mecanizado de las operaciones manuales
- Utilización de instalaciones mecánicas más eficientes
- Operación más eficiente de las instalaciones mecánicas
- Fabricación cerca de la forma final
- Uso de robots.

### **Condiciones de Trabajo**

Se consideran tanto las condiciones que afectan al operario, como las que afectan a la operación en sí. Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado considerando su entorno:

- Adoptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas.
- Control de ruidos y vibraciones.
- Ventilación.
- Promover orden, limpieza y buen cuidado de instalaciones.
- Evitar desechos de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinas.
- Proporcionar al personal la protección adecuada.
- Organizar y promover un buen programa de buenos auxilios.

### **Manejo de Materiales**

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión del dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro, es por ello que hay que tratar en primera instancia de



eliminar o reducir la manipulación de productos en base a los siguientes indicadores:

- Demasiadas operaciones de carga y descarga.
- Transporte manual de carga pesada.
- Largos trayectos de materiales.
- Congestionamientos de algunas zonas.

Y en segunda instancia, mejorar los procedimientos de transporte y su manipulación, en base a los siguientes indicadores:

- Incrementar el número de unidades a manipular cada vez.
- Aprovechar la fuerza de la gravedad.
- Disponer de los medios que faciliten el transporte.
- Utilizar equipos de manipulación de materiales que tengan usos variados.
- Realizar una buena selección del equipo de manejo de los materiales.

### **Distribución de la Planta y/o Equipos**

Implica la reorganización física de los elementos del proceso en cuanto a:

- Espacio necesario para el movimiento de materiales.
- Áreas de almacenamiento.
- Trabajadores indirectos.
- Equipos y maquinarias de trabajo.
- Puestos de trabajo.



- Personal de taller.
- Zonas de carga y descarga.
- Espacios para transportes fijos.

Una buena y correcta distribución, acarrea las siguientes ventajas:

- Reducción de riesgo y aumento de seguridad.
- Aumento de la moral y satisfacción del trabajador.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos en la producción.
- Ahorro del área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.

### **Preguntas que sugiere la OIT (Organización Internacional del Trabajo)**

Existe una lista indicativa de preguntas utilizables al aplicar el interrogatorio previsto en el estudio de métodos que sugiere la Organización Internacional del Trabajo.

Estas preguntas están enumeradas y se presentan según de qué se trate:



## **Operaciones**

1. ¿Qué propósito tiene la operación?
2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
3. ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
4. ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
5. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
6. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
7. ¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?
8. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto? ó ¿se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?
9. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
10. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?



11. ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior? ó ¿de una operación posterior?
12. ¿Fue añadida por el departamento de ventas como suplemento fuera de serie?
13. ¿Puede comprarse la pieza a menor costo?
14. Si se añadiera una operación, ¿se facilitaría la ejecución de otras?
15. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?
16. Si la operación se implantó para rectificar una dificultad que surge posteriormente, ¿es posible que la operación sea más costosa que la dificultad?
17. ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
18. ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?



## **Modelo**

1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
3. ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
4. ¿No puede utilizarse una pieza de serie en vez de ésta?
5. ¿Cambiendo el modelo se facilitaría la venta?, ¿se ampliaría el mercado?
6. ¿No podría convertirse una pieza de serie para reemplazar a ésta?
7. ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
8. ¿El costo suplementario que supondría mejorar el aspecto y la utilidad del producto que darla compensado por un mayor volumen de negocios?
9. ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se pueden presentar en plaza por el mismo precio?
10. ¿Se utilizó el análisis del valor?



### **Condiciones exigidas por la inspección**

1. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
2. ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?
3. ¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores?
4. Si se modifican las condiciones exigidas a esta operación, ¿será más fácil de efectuar?
5. Si se modifican las condiciones exigidas a la operación anterior, ¿ésta será más fácil de efectuar?
6. ¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?
7. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
8. ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
9. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
10. ¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las de productos (u operaciones) similares?



11. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
12. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
13. ¿Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentaría o disminuiría las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?
14. ¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?
15. ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?
16. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
17. ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?

### **Manipulación de Materiales**

1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
2. En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?



3. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadores de horquilla?
4. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
5. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
6. ¿Se justifica un transportador?, y en caso afirmativo, ¿qué tipo sería el más apropiado para el uso previsto?
7. ¿Es posible aproximar entre ellos los puntos donde se efectúan las sucesivas fases de la operación y resolver el problema de la manipulación aprovechando la fuerza de gravedad?
8. ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?
9. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
10. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
11. ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?
12. ¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?



13. ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
14. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
15. ¿Podría utilizarse con provecho un chigre eléctrico o neumático o cualquier otro dispositivo para izar?
16. ¿Si se utiliza una grúa de puente, ¿funciona con rapidez y precisión?
17. ¿Puede utilizarse un tractor con remolque?, ¿podría reemplazarse el transportador por ese tractor o por un ferrocarril de empresa industrial?
18. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
19. ¿Se podrían utilizar canaletas para recoger el material y hacerlo bajar hasta unos contenedores?
20. ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?
21. ¿Está el almacén en un lugar cómodo?
22. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?



- 
23. ¿Pueden utilizarse transportadores de un piso a otro?
24. ¿Se podrían utilizar en los puestos de trabajo recipientes de materiales portátiles cuya altura llegue a la cintura?
25. ¿Es fácil despachar las piezas a medida que se acaban?
26. ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
27. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
28. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
29. ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?
30. ¿Se eliminarían las operaciones con grúa empleando un montacargas hidráulico?
31. ¿Podría el operario entregar las piezas que acaba al puesto de trabajo siguiente?
32. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el sitio?



33. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
34. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
35. ¿Se evitarían agolpamientos con una mejor programación de las etapas?
36. ¿Se evitarían las esperas de la grúa con una mejor planificación?
37. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

### **Análisis del Proceso**

1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra?, ¿no se puede eliminar?
2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
3. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
4. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?, ¿o mejoraría si se le modificara el orden?



5. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
6. ¿No sería conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo un cursograma analítico?
7. ¿Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las de más operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
8. ¿Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
9. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
10. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?
11. ¿Si hubiera giras de inspección, ¿se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?
12. ¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

### **Materiales**

1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?



2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?
4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
5. ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
6. ¿El material es entregado suficientemente limpio?
7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?
8. ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborado?
9. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad?, ¿se controla su uso y se trata de economizarlos?
10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra
11. ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?



12. ¿Se reduciría el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?
13. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
14. ¿Se podrían utilizar materiales nuevos: plástico, fibra prensada, etc.?
15. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones que no son necesarias para el proceso estudiado?
16. ¿Se podrían utilizar materiales extraídos?
17. ¿Si el material fuera de una calidad más constante, ¿podría regularse mejor el proceso?
18. ¿No se podría reemplazar la pieza de fundición por una pieza fabricada, para ahorrar en los costos de matrices y moldeado?
19. ¿Sobra suficiente capacidad de producción para justificar esa fabricación adicional?
20. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
21. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
22. ¿Se podrían evitar algunas dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?



23. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?
24. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

### **Organización del Trabajo**

1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?
2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
4. ¿Cómo se consiguen los materiales?
5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
6. ¿Hay control de la hora?, en caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y fin de la tarea?
7. ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, el almacén de herramientas, el de materiales y en la teneduría de libros del taller?
8. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?



9. ¿Los materiales están bien situados?
10. ¿Si la operación se efectúa constantemente, ¿cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
11. ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?
12. ¿Existe un control preciso entre las piezas registradas y pagadas?
13. ¿Se podrían utilizar contenedores automáticos?
14. ¿Qué clases de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas?
15. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
16. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
17. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
18. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarán y se les dan suficientes explicaciones?
19. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?



20. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?

21. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

### **Disposición del lugar de trabajo**

1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?

2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?

3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?

4. ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?

5. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?

6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?

7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?

8. ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?



9. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
10. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
11. ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
12. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
13. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

### **Herramientas y Equipo**

1. ¿Podría idearse una plantilla que sirviera para varias tareas?
2. ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
3. ¿Podría utilizarse un dispositivo de alimentación o carga automática?
4. ¿La plantilla no se podría hacer con material más liviano o ser de un modelo que lleve menos material y se maneje más fácilmente?
5. ¿Existen otros dispositivos que puedan adaptarse a esta tarea?



6. ¿El modelo de plantilla es el más adecuado?
7. ¿Disminuiría la calidad si se utilizara un herramental más barato?
8. ¿Tiene la plantilla un modelo que favorezca al máximo la economía de movimientos?
9. ¿La pieza puede ponerse y quitarse rápidamente de la plantilla?
10. ¿Sería útil un mecanismo instantáneo mandado por leva para ajustar la plantilla, la grapa o la tuerca?
11. ¿No se podrían instalar eyectores en el soporte para que la pieza se soltara automáticamente cuando se abriera el soporte?
12. ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?
13. Si el trabajo tiene que ser exacto, ¿se dan a los operarios calibradores y demás instrumentos de medida adecuados?
14. ¿El equipo de madera está en buen estado y los bancos no tienen astillas levantadas?
15. ¿Se reduciría la fatiga con un banco o pupitre especial que evitara la necesidad de encorvarse, doblarse y estirarse?
16. ¿Es posible el montaje previo?
17. ¿Puede usarse un herramental universal?



18. ¿Puede reducirse el tiempo de montaje?
19. ¿Las herramientas están en posiciones calculadas para el uso a fin de evitar la demora de la reflexión?
20. ¿Cómo se reponen los materiales utilizados?
21. ¿Sería posible y provechoso proporcionar al operario un chorro de aire accionado con la mano o con pedal?
22. ¿Se podría utilizar plantillas?
23. ¿Se podrían utilizar guías o chavetas de punta chata para sostener la pieza?
24. ¿Qué hay que hacer para terminar la operación y guardar las herramientas y accesorios?

### **Condiciones de Trabajo**

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?



5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
7. Si los pisos son de hormigón, ¿se podrían poner enrejados de madera o esteras para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
8. ¿Se puede proporcionar una silla?
9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en los lugares cercanos del trabajo?
10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
11. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
12. ¿Se enseñó al trabajador a evitar accidentes?
13. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
14. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
15. ¿Con cuánta minucia se limpia el lugar de trabajo?
16. ¿Hace en la fábrica demasiado frío en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?



17. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

**Enriquecimiento de la tarea de cada puesto**

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?
3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
7. ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
8. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
9. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo el trabajo a su manera?
10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
11. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?



12. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?
13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?
14. ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?
15. ¿Se puede prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
16. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

### **Técnica del interrogatorio**

Es el medio para efectuar el **examen crítico**, sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Se comprenden las actividades con objeto de: eliminar, combinar, reordenar y reducir las operaciones factibles al cambio.

En esta primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones, es decir:



✓ **Primera Fase: Preguntas Preliminares**

**Propósito:**

- ¿Qué se hace?
- ¿Por qué se hace?
- ¿Qué otra cosa podría hacerse?
- ¿Qué debería hacerse?

**Lugar:**

- ¿Dónde se hace?
- ¿Por qué se hace allí?
- ¿En qué otro lugar podría hacerse?
- ¿Dónde debería hacerse?

**Sucesión:**

- ¿Cuándo se hace?
- ¿Por qué se hace entonces?
- ¿Cuándo podría hacerse?
- ¿Cuándo debería hacerse?

**Persona:**

- ¿Quién lo hace?
- ¿Por qué lo hace esa persona?
- ¿Qué otra persona podría hacerlo?
- ¿Quién debería hacerlo?

**Medios:**

- ¿Cómo se hace?
- ¿Por qué se hace de ese modo?



¿De qué otro modo podría hacerse?

¿Cómo debería hacerse?

Esas preguntas, en ese orden deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

### ✓ Segunda Fase: Preguntas a Fondo

Estas preguntas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, el medio o todos. Investiga que se hace y el por qué se hace según el “debe ser”.

En esta se busca la posibilidad de plantear una nueva forma de hacer el trabajo teniendo en cuenta las especificaciones de cada caso.

### Estudio de tiempos

Es una técnica de medición del trabajo que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea bajo normas establecidas. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de métodos.



## Requisitos del estudio de tiempos

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación. También es importante que el método que va a estudiarse se haya estandarizado en todos los puntos donde se va a Utilizar. Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

El operario debe verificar que se está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación. El supervisor debe comprobar el método para cerciorarse de que las alimentaciones, velocidades, herramientas de corte, lubricantes, etc., se ajusten a la práctica estándar establecida por el departamento de métodos.

### **Para lograr un buen estudio de tiempos, es necesario:**

1. Seleccionar al trabajador promedio.
2. El trabajador seleccionado de ser un operador calificado que tenga la experiencia los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo, según la norma o método establecido.
3. Obtener y registrar toda la información pertinente acerca de la tarea del operario y de las condiciones de trabajo.
4. Registrar toda la información completa del método. Descomponiendo la tarea en elementos.
5. Medir con el instrumento adecuado.



6. Determinar la velocidad de trabajo, o sea, valorar o efectuar la calificación de actuación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia).
7. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
8. Añadir los suplementos al tiempo básico para obtener el tiempo tipo.
9. Obtener el tiempo estándar en piezas por hora y/o en horas por piezas. El ingeniero Industrial (analista del estudio de tiempos) tiene que observar los métodos mientras hace el estudio de tiempos. La definición de estudio de tiempos postula que la tarea medida se realiza conforme a un método especificado.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en realizar un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución para que cualquier operario que conozca su trabajo pueda hacerlo continuamente y con agrado. La realización del estudio de tiempos es necesario para:

- Reducir los costos.
- Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
- Establecer salarios con incentivos.
- Planificar.
- Establecer presupuestos.
- Comparar los métodos.
- Equilibrar cadenas de producción.



## Manejo y estudio correcto del cronómetro

El cronómetro es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente. La mayoría de los cuales se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

- a) Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)
- b) Cronómetro decimal de minutos de (0.001)
- c) Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)
- d) Cronómetro electrónico o digital.

**a) El cronómetro decimal de minutos (de 0.01):** Tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.

**b) El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min:** Es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min. En dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min. no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.



Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior.

El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

**c) El cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora):** Tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

Es posible montar tres cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido.



En primer lugar, al accionar la palanca se pone en movimiento el cronómetro 1 (primero de la izquierda), prepara el cronómetro 2, y arranca el 3. Al final del primer elemento, se desconecta un embrague que activa el cronómetro 3 y vuelve a accionar la palanca. Esto detiene el cronómetro 1, pone en marcha el 2 y el cronómetro 3 continúa en movimiento, ya que medirá el tiempo total como comprobación. El cronómetro 1 está ahora en espera de ser leído, en tanto que el siguiente elemento está siendo medido por el cronómetro 2.

**d) Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora:** Este cronómetro permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos. La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6 000 centésimas de minuto.

Todos estos cronómetros tienen una pequeña esfera donde se totaliza el número de vueltas que da la saeta principal.



**Para el estudio de tiempos se utilizan generalmente dos tipos de cronómetro:**

### **Cronómetro ordinario o continuo (modo acumulativo)**

El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.

#### **Ventajas del cronometro ordinario o continuo**

- Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
- Se puede comprobar la exactitud del cronometraje, es decir que el tiempo transcurrido en el estudio debe ser igual al tiempo cronometrado para el último elemento del ciclo registrado.

#### **Desventajas del cronometro ordinario o continuo**

- El gran número de restas que hay que hacer para determinar los tiempos de cada elemento, lo que prolonga muchísimo las últimas etapas del estudio.

### **Cronómetro vuelta a cero**

El reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.

Algunos relojes de representación numérica o digitales los construyen



integrados en el tablero de apoyo, con dos pantallas: la de tiempo para cada evento (modo vuelta a cero) y la del tiempo total (modo acumulativo).

### **Ventajas del Cronómetro vuelta a cero**

- Se obtiene directamente el tiempo empleado en ejecutar cada elemento.
- El analista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.

### **Desventajas del Cronómetro vuelta a cero**

- Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.
- No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace mas nada por eliminarlos.
- Es difícil tener en cuenta el tiempo total empleado en relación con el tiempo concedido.

### **Herramientas del estudio de tiempos por cronómetro**

Es deseable que el tiempo sea exacto, comprensible y verificable. Algunas de las herramientas esenciales necesarias para el analista de tiempo en la realización de un buen estudio de tiempo incluyen:

- Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).



- Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.
- Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntarlos detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Lápiz.
- Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
- Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

### **Estudio de tiempos con cronómetros**

Antes de realizar un estudio con cronómetro, se debe saber:

- **Identificar el estudio**
  - ✓ N°. de estudio
  - ✓ N°. de hojas
  - ✓ Nombre del tomador de Datos
  - ✓ Fecha del estudio
  - ✓ Quien aprueba el estudio
- **Información que permita identificar**
  - ✓ El producto pieza
  - ✓ Nombre del producto
  - ✓ N°. de pieza
  - ✓ N°. de plano del producto



- **Información para identificar**
  - ✓ Nombre
  - ✓ Número
  - ✓ Categoría
  
- **Duración del Estudio**
  - ✓ Inicio
  - ✓ Término
  - ✓ Duración o tiempo transcurrido
  - ✓ Dato Medido
  - ✓ Dato Estándar
  
- **Condiciones de Trabajo**
  - ✓ Croquis o plano del lugar de trabajo
  - ✓ Iluminación, ventilación, ruido, temperatura.
  - ✓ Espacios de trabajo, herramientas.
  
- **Descomponer la Tarea en Elementos**
  - ✓ Elemento: Es la parte delimitada de una tarea definida.
  
- **Definir el ciclo**
  - ✓ Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.



## Tipos de elementos

- **Repetitivos:** Reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.
- **Casual:** No aparecen en cada ciclo de trabajo en intervalos irregulares.
- **Constante:** Son aquellos cuyo tiempo básico es igual en cada ciclo.
- **Manejables:** Su tiempo básico varía en los ciclos.
- **Manuales:** Son los que realiza el trabajador.
- **Mecánicos:** Realizados por máquinas o utilizando la fuerza motriz.
- **Dominantes:** Duran más tiempo que los otros elementos.
- **De Contingencia:** Su tiempo es utilizado para proveer más material, equipo, herramientas, al proceso.
- **Extraños:** Elementos que se presentan de manera variable o constante en el proceso, pero que al analizarlos no deben formar parte del proceso.

### La clasificación de los elementos nos sirve para:

- Separar el trabajo o actividades productivas de las NO productivas.
- Aislar, eliminar, estudiar, etc. aquellos elementos que causan problemas. (Alto costo, cuellos de botella).
- Estudiar los efectos que causan fatiga.
- Hacer especificaciones detalladas del trabajo.



## Aplicación del estudio de tiempos en el área de trabajo

### Procedimiento del estudio de tiempos

Una vez que se ha establecido el método, estandarizado las condiciones y las operaciones, se han capacitado los elementos para seguir al operario, el trabajo está listo para un buen estudio de tiempos con cronómetros.

- Selección del operario

Es muy importante estudiar al operario indicado. Por esta razón hacer un estudio de tiempos sobre el operario equivocado puede duplicar la dificultad para hacer el estudio y disminuir la exactitud del estándar. El operario debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo. Si el analista en estudio de tiempos aplica correctamente el procedimiento de valoración de desempeño, puede llegar al mismo estándar de tiempo final dentro de ciertos límites prácticos, aun cuando el operario trabaje deprisa o despacio.

Sin embargo, desde cualquier punto de vista, es mejor si el estándar cronometrado se basa en las observaciones de un trabajador efectivo y cooperativo que trabaje a un nivel de desempeño aceptable. Como regla empírica, no es apropiado medir a un operario trabajando con una variación mayor al 25% arriba o abajo del 100%. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que



está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado.

El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto. Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista. Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quien estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajos en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

- **Registro de información significativa**

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un



principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas.

También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas. Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debería aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinando en la actuación normal del operario. Por ejemplo, si en un taller de forja por martinete se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor. Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.



### **Posición del Observador:**

Una vez que el analista ha realizado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo.

En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

### **División de la operación en Elementos:**

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de Therbligs conocidos por “elementos”.

A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 minutos) el observador debe escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes



de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual.

**Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:**

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los de ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

- **Toma de tiempo**

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante el estudio:



**Método de Regreso a Cero:** Esta técnica ("snapback") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña. En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.



4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

**Método Continuo:** Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min., y de elementos de 0.02 min. Cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min.), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos, anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.



- **Selección y registro de los elementos**

Para los propósitos del estudio de tiempos, el trabajo desempeñado por el operario se divide en elementos. Un elemento es una parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica. Deben definirse con claridad. De preferencia la descripción del elemento debe indicar el punto de inicio, el trabajo específico incluido y el punto final. El estudio de tiempos por elementos tiene las siguientes ventajas Valorar el desempeño con más exactitud. Crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; estos pueden verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos. Identificar el trabajo no productivo. El registro de tiempo de cada elemento se hace de acuerdo al método que mejor le convenga al analista de tiempo (continuo o vuelta a cero).

- **Calificación de la actuación del operario**

En el sistema de calificación de la actuación del operario, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario “normal” que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se le expresa en forma decimal o en tanto por ciento (%), y se le asigna al elemento observado. Un operario “normal” se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo representativo del promedio. El principio de la calificación de la actuación del operario es el de saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo.



## **Características de un Buen Sistema de Calificación**

La primera y la más importante de las características de un sistema de calificación es su exactitud. No se puede esperar consistencia o congruencia absoluta en el modo de calificar, ya que las técnicas para hacerlo se basan, esencialmente, en el juicio personal del analista de tiempos. Sin embargo, se consideran adecuados los procedimientos que permitan las diferentes analistas, en una misma organización, el estudio de operarios diferentes empleando el mismo método para obtener estándares que no tengan una desviación mayor de un 5% respecto del promedio de los estándares establecidos por el grupo. Se debe mejorar o sustituir el plan de calificación en que haya variaciones en los estándares mayores que la tolerancia de más o menos 5%. El plan de calificación que dé resultados más consistentes y congruentes será también el más útil, si el resto de los factores son semejantes.

Se puede corregir un plan de calificación que tuviera consistencia al ser utilizado por los diversos analistas de tiempos de una planta y que, sin embargo, estuviese fuera de la definición aceptada de exactitud normal. Un procedimiento para calificar al operario que produzca resultados incongruentes o inconsistentes, cuando lo empleen diferentes analistas de tiempos, es seguro que termine en fracaso.

## **Métodos de Calificación**

1. Método Westinghouse.
2. Calificación Sintética.
3. Calificación Objetiva.
4. Calificación por Velocidad.



## 5. Calificación Modificado.

Para efecto de esta práctica utilizaremos el Método Westinghouse, el cual es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente.

### 1. Método Westinghouse

Fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La Habilidad se define como “pericia en seguir un método dado” y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La Habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.

La Habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración en las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza con



coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro, y aun de operación a operación en una labor determinada.

Según el Sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima).

El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que es de más 15%, para los individuos superhábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

Según este sistema o método de calificación, el Esfuerzo o Empeño se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al



esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17 °C mientras que generalmente se mantiene en 20 °C a 23 °C, las condiciones se considerarían debajo de lo normal.

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones “de estado general” se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la Consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material,



afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños. Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible, una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores.

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por eso, operaciones de esta naturaleza tendría requisitos más exigentes de consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que al analista tenga acerca del trabajo.

- **Tolerancias**

El tiempo normal de una operación no contiene ninguna tolerancia, es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a marcha normal; sin embargo, una persona necesita de cierto tiempo para atender necesidades personales, para reponer la fatiga, además existen otros factores que están fuera de su control que también consumen tiempo.



En general las tolerancias se aplican para cubrir tres áreas generales:

- ✓ Necesidades Personales.
- ✓ Fatigas.
- ✓ Demoras Inevitables.

Las tolerancias deben calcularse en forma tan precisa como sea posible, o de otra manera se anulará por completo el esfuerzo puesto al hacer el estudio, las tolerancias se aplican al estudio de acuerdo a tres categorías:

#### **Tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo:**

Tolerancias que deben considerarse solo en el tiempo de maquinado. Aplicables solo al tiempo de esfuerzo. Las tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo se expresan usualmente como porcentaje (%) del tiempo del ciclo que incluyen necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, mantenimiento de la máquina. Las tolerancias de tiempo de maquinado incluyen tiempo para mantener las herramientas y variaciones de potencia mientras que las tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo, comprenden fatigas y demoras inevitables.

- ✓ **Necesidades Personales:** Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.
- ✓ **Fatiga:** La fatiga se considera como una disminución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una



acumulación de productos de desechos en los músculos, y en el torrente sanguíneo, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. La fatiga puede ser también mental. Una persona debe ser colocada, de ser posible en el trabajo que más le agrade. El método utilizado para determinar la fatiga es el método sistemático el cual incluye: criterios de temperatura, de ventilación, humedad, ruidos, duración de la actividad de repetición del ciclo, demanda física, demanda mental o visual, y de posición del operador. Cada criterio esta conformado por varios niveles ponderados, y se evalúa de acuerdo a las condiciones observadas durante el estudio. La ponderación total (sumatoria de todos los criterios), se somete a una tabla que indica el porcentaje por fatiga, o si se requiere en minutos.

- ✓ **Demoras inevitables:** Las demoras pueden ser evitables o inevitables. En la determinación del tiempo estándar no se consideran las demoras evitables causadas intencionalmente por el obrero. Las demoras inevitables incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempo y otros, irregularidades en materiales, dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario.

### **Método para el cálculo de tolerancias**

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancias estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un observador estudie dos o quizás tres operaciones durante un largo período. El operador registra la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto y después de establecer



una muestra razonablemente representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica aplicable.

La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante el estudio de muestreo de trabajo. En este método, se toma un gran número de observaciones al azar, por lo que sólo requiere por parte del observador, servicios en parte de tiempo, o al menos, intermitentes. En este procedimiento no se emplea el cronómetro, ya que el observador camina solamente por el área que se estudia sin horario fijo, y toma breves notas sobre lo que cada operación está haciendo.

- **Cálculo de los suplementos**

Los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte especial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de políticas de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

**Suplementos por descanso:** Se calculan de modo que permitan al trabajador reponerse de la fatiga. Tienen dos componentes principales los suplementos fijos y los suplementos variables. Los suplementos fijos, a su vez, se dividen en los siguientes.

**Suplementos por necesidades personales:** Se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a beber algo, a lavarse o al baño en la mayoría de las empresas que lo aplican suele oscilar entre 5 y 7 por ciento.



**Suplementos por fatiga básica:** Es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es frecuente que se fije en 4 del tiempo básico, cifra que considera suficiente para un trabajador que cumpla su tarea sentado, que ejecute un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear manos, piernas sentidos sino normalmente.

**Suplementos variables:** Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones ambientales son malas y no pueden ser mejoradas, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.

- **Recomendaciones para el descanso**

Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas, si bien no hay regla fija sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante 10 ó 15 minuto a media mañana y a media tarde.

- **Importancia de los periodos de descanso**

1. Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día
2. contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo.
3. Rompen la monotonía de la jornada.
4. Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales.



5. Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.

**Otros suplementos:** Algunas veces al calcular el tiempo estándar es preciso incorporar otros suplementos además del suplemento por descanso.

**Suplementos por contingencia:** Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo estándar para prever demoras que no se pueden medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

**Suplementos por razones de política de la empresa:** Es una cantidad no ligada a las primas, que se añade al tiempo tipo (o alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que en circunstancias excepcionales, a nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

**Suplementos especiales:** Se conceden para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero en las cuales este no se podría efectuar debidamente.

- **Propósito de los suplementos**

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tiempo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se acostumbra a expresar las tolerancias como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se puede ajustar fácilmente al tiempo de margen.



## Tiempo estándar

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Se determina sumando los tiempos estándares permitidos para cada uno de los elementos que comprenden el estudio de los tiempos estándares elementales, lo cual dará el estándar en minutos por pieza o en horas por pieza. La mayoría de las operaciones industriales tienen ciclos relativamente cortos (inferiores a cinco minutos), por lo tanto usualmente es más conveniente expresar los estándares en términos de horas por 100 piezas.

$$TE = TPS \times Cv + \Sigma Tol$$

**En donde:**

**TE** = Tiempo Estándar

**TN** = TPS x Cv

**TPS** = Tiempo Promedio Seleccionado

**Cv** = Factor de Calificación  $Cv = 1 \pm c$

**c** = Coeficiente de confianza

$$TPS = \frac{\Sigma lecturas}{numero\ de\ observaciones}$$



## Propósito del tiempo estándar

- Base para el pago de incentivos.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.
- Método para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimientos de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de planes de mantenimiento.

## Tiempo Normal

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS \times Cv$$

Donde:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

Tiempo Promedio Seleccionado



$$C_v = 1 \pm c$$

Calificación de Velocidad

### Calificación de Velocidad

Es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación (  $c$  ). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea.

El sistema de calificación debe ser exacto, evaluar la influencia del juicio personal del analista, cuando exista variación en los estándares mayores que la tolerancia de  $\pm 5\%$  se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.



## **Método sistemático**

Consiste en determinar de manera objetiva la cantidad de tiempo que debe asignarse por concepto de tolerancia el cual consiste en evaluar un conjunto de factores de manera cualitativa y cuantitativa, por niveles sabiendo que de menor o mayor la criticidad del mismo aumenta, se realizara entonces la suma de los puntos que luego son buscados en una tabla de concesiones en función de su límite y de la jornada de trabajo.

### **Método sistemático para asignar Tolerancia por fatiga**

En este método se debe evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la Jornada de Trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

La tabla de concesiones está diseñada para trabajar únicamente para trabajar con 4 tipos de jornadas (8.5, 8.7, 7.5, 7 h/día). La jornada de trabajo puede ser continua o discontinua. Para el caso de J.T diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\text{Minutos concedidos} = \frac{\text{CONCESION \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESION \%}}$$

A pesar de que los distintos tipos de tolerancias vienen expresadas en unidad de tiempo debe tener una unidad en común para que tanto la fija



como las variables puedan ser sumadas. Las tolerancias variables se refieren a la fatiga y la necesidad personal el resto de las tolerancias por lo general son fijas.

### Normalización de tolerancias

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$JET = JT - \sum TOLERANCIAS FIJAS$$

$$\begin{array}{ccc} JET - (Fatiga + NP) & \longrightarrow & Fatiga + NP \\ TN & \longrightarrow & X \end{array}$$

### Procedimiento estadístico para determinar el tamaño de la muestra

1. Definir el coeficiente de confianza  $c$ , el cual va a depender del conocimiento del proceso y manejo de la herramienta. Utilizando la tabla de  $t$  student, se interpola para hallar el valor de  $T_c$ .
2. Definir el intervalo de confianza  $I$ :

$$Lc = I = \bar{X} \pm \frac{tc \times S}{\sqrt{n}}$$



3. Determinar la desviación estándar (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / n}{n - 1}}$$

4. Determinar el Intervalo de la muestra (Im):

$$Im = \frac{2 \times tc \times S}{\sqrt{n}}$$

5. Criterio de decisión:

$$\text{Si } \begin{cases} Im \leq I \rightarrow \text{Se Acepta } n \\ Im > I \rightarrow \text{Se Rechaza } n \therefore \text{Se recalcula } n \end{cases}$$

6. Nuevo tamaño de la muestra N`:

$$N' = \frac{4 \times tc^2 \times S^2}{I^2} \therefore N = N' - n$$

### Procedimiento para determinar el Tiempo Estándar

1. Seleccionar el trabajo que va a ser estudiados.
2. Registrar todos los datos necesarios.
3. Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.



4. Medir la cantidad de trabajo, seleccionado la técnica de medición más adecuada para el caso.
5. Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.
6. Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

### **Pasos para calcular el tiempo estándar**

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

2. Calcular Cv:

$$Cv = 1 \pm c$$

3. Cálculo de TN

$$TN = TPS \times Cv$$

4. Análisis de tolerancias.
5. Factores de fatiga (Condiciones de trabajo).
  - Temperatura
  - Condiciones Ambientales
  - Humedad



- Nivel de Ruido
- Ilutación
- Duración del trabajo
- Repeticiones del ciclo
- Esfuerzo físico
- Esfuerzo mental o visual
- Posición de trabajo: Parado

Cálculo de la fatiga:

$$\text{Min. fatiga} = \frac{\text{CONCESION \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESION \%}}$$

#### 6. Calculo de JET

$$JET = JT - \sum TOLERANCIAS FIJAS$$

#### 7. Normalizando

$$\begin{array}{ccc} JET - (Fatiga + NP) & \longrightarrow & Fatiga + NP \\ TN & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = \frac{TN \times (Fatiga + NP)}{JET - (Fatiga + NP)}$$

#### 8. Calculo de Tiempo estándar

$$TE = TPS \times Cv + \Sigma Tol$$



$$TE = TN + \Sigma Tol$$

### Método General Electric

Método desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario.

TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

Mientras más rápido sea el proceso la probabilidad de ocurrencia de errores es mayor a los cuales pudieran estar asociados a diferentes causas. También es importante que la actividad que se vaya a seleccionar para el estudio de tiempo debe tener cierto grado de repetividad.



## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### Tipo de Investigación

Según el nivel de conocimiento científico, se ha formulado el tipo de estudio de acuerdo con el tipo de información que se espera obtener, así como el nivel de análisis realizado y los objetivos e hipótesis planteadas.

La investigación es una actividad humana orientada a la obtención de nuevos conocimientos y, por esa vía, ocasionalmente dar solución a problemas o interrogantes de carácter científico.

El Diseño de una Investigación es el conjunto de actividades coordinadas e interrelacionadas que deberán realizarse para responder la pregunta de la investigación. El diseño debe señalar todo lo que se debe hacerse, de tal forma que cualquier investigador con conocimiento en el área pueda alcanzar los objetivos del estudio, responder las preguntas que se han planteado y asignar un valor de verdad a la hipótesis de la investigación.

El estudio realizado en la empresa HELADOS CALI, C.A., es de tipo **no experimental**, porque se pudo observar la producción de los helados tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Como señala Kerlinger (1979, p. 116). “La investigación no experimental o ex post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.



Cabe destacar, que el estudio es **Descriptivo**, porque a través de él se pudo describir la naturaleza actual de la disposición de los equipos y material dentro del sitio del trabajo. Este tipo de estudio busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones. Con mucha frecuencia las descripciones se hacen por encuestas (estudios por encuestas), aunque éstas también pueden servir para probar hipótesis específicas y poner a prueba explicaciones. Mediante este se pudo registrar, interpretar y analizar la herramienta del análisis operacional, el enfoque primario, las técnicas del interrogatorio y las preguntas de la OIT (Oficina Internacional del Trabajo).

Los estudios **exploratorios** se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. A la vez es de tipo **exploratorio**, porque permitió analizar lo que realmente está pasando en el área de producción de HELADOS CALI, C.A., y las variables que están incidiendo en la eficiencia de la producción.

De **Campo**, porque el estudio fue realizado observando los hechos en el propio área de producción de la empresa HELADOS CALI, C.A., y porque a través de él se aplicaron métodos y técnicas que permitieron la recolección de datos de información directamente relacionada con el proceso. Esto ocurre cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios; su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas.



**Evaluativo**, ya que, el objetivo del mismo es evaluar y juzgar el método actual de trabajo de la empresa, a fin de corregir las fallas presentadas. En este tipo de investigación se valoran los resultados de un programa en razón de los objetivos propuestos para el mismo, con el fin de tomar decisiones sobre su proyección y programación para un futuro.

**Aplicado**, debido a que permite la creación de procedimientos que servirán de guía para las acciones de mejora y eficacia en el proceso. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, es decir, busca el conocer para hacer, actuar, construir y modificar.

De acuerdo al problema planteado, se incorpora el tipo de investigación denominado **proyecto factible**, debido a que la propuesta que se plantea es la de un modelo funcional viable o de solución posible para un problema de tipo práctico, para la empresa HELADOS CALI, C.A.

### **Población y Muestra**

La población que se tiene son todos los productos elaborados en HELADOS CALI, C.A; estos son:

- ConoChicle
- Polet Crunch (Paleta)
- Polet (Paleta)
- Max Polet (Paleta)
- Mausí (Paleta)
- Emotions



- Tentacion
- Fres
- Super Cono
- Tinitas
- Sorpresa
- 4,7 litros
- 750 cm<sup>3</sup>

La muestra seleccionada para el estudio fueron los helados de paleta, en un total de 1000 maras de producción diaria, donde cada mara tiene una capacidad de 63 o 72 helados. Por lo tanto, se estudiara la mezcla base de este tipo de helados.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes recursos e instrumentos:

- **Entrevista informal**

Se entrevisto al Supervisor de Producción, obteniendo como resultado la información de las diferentes actividades que se ejecutan para la elaboración la mezcla base del helado en el área de pasteurización.

- **Observación directa**

Se realizaron varias visitas a la empresa con el fin de estudiar los procesos de producción del helado. Esta es la principal fuente de información



de las operaciones que se realizan actualmente en la empresa, donde se pueden concretar acciones de corrección. Así como la observación del funcionamiento, comportamiento y estado de los equipos, y operarios.

- **Materiales**

Todos los necesarios para tomar notas y apuntes como:

- ✓ Cronometro para estudio de tiempo
- ✓ Formatos para estudio de tiempo que permitan registrar los tiempos tomados.
- ✓ Formatos para consesiones por fatiga.
- ✓ Tabla de método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- ✓ Tabla Westinghouse.
- ✓ Tabla t- student.
- ✓ Cuestionario (Preguntas de la OIT y técnicas del interrogatorio)
- ✓ Calculadora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lápiz.

- **Computador**

Se necesitó un computador para llevar de manera organizada la información general de la empresa HELADOS CALI, C.A.

La información fue suministrada de manera directa por un supervisor, y por medio de la observación del proceso dentro de las instalaciones de la



empresa HELADOS CALI C.A, empleándose como instrumento, la entrevista personal.

### **Procedimiento**

**Para la realización del estudio de movimiento se utilizó el siguiente procedimiento:**

1. Se realizaron varias visitas a la empresa HELADOS CALI, C.A para observar con detalle el proceso de producción del helado, así como el funcionamiento de los equipos en el área, y su ubicación.
2. Se realizó la delimitación del estudio, seleccionando para ello el área de pasteurización, donde se realiza la mezcla base de los helados.
3. Se entrevistó al supervisor de producción con la finalidad de recopilar información más detallada que no se puede apreciar a simple vista.
4. Se describió el método actual de trabajo del proceso de preparación de la mezcla base del helado en el área de pasteurización.
5. Luego de haber obtenido toda esta información se descargó de forma clara, precisa y detallada en un diagrama de proceso con su respectivo resumen de operaciones, traslados, demoras y almacenamientos, para así poder observar con mayor facilidad la situación de la empresa.
6. Se realizó el plano de distribución de planta, señalando detalladamente cada área.
7. Como complemento a lo anterior se realizó el diagrama de flujo recorrido donde se presenta el proceso en cada una de las áreas que lo componen.



**Para aplicar la técnica del análisis operacional se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:**

1. Se realizaron varias visitas a la empresa para observar con detalle el proceso actual de producción del helado.
2. Se analizo el método actual de trabajo que se presenta en el área de pasteurización para así proponer las mejoras al proceso.
3. Una vez establecidos los objetivos de la investigación se aplico el examen crítico establecido por la OIT compuesto por las preguntas preliminares, técnica del interrogatorio y análisis operacional.
4. Una vez analizados los resultados del examen crítico, la técnica del interrogatorio, el análisis operacional y los diagramas actuales, se procede a diseñar un nuevo método de trabajo donde se planteen cambios en los aspectos que lo requieran con el objetivo de mejorar el proceso.
5. Luego de haber obtenido toda esta información se descargó de forma clara, precisa y detallada en un nuevo diagrama de proceso con su respectivo resumen de operaciones, traslados, demoras y almacenamientos, para así poder observar con mayor facilidad la propuesta y modificaciones ejecutadas.
6. Se realizo el nuevo plano de distribución de planta, señalando detalladamente cada área.
7. Como complemento a lo anterior se realizó el diagrama de flujo y recorrido propuesto donde se presenta el nuevo recorrido que debe hacer el operario.



**Para llevar a cabo el estudio de tiempo en la empresa se realizó el siguiente procedimiento:**

1. Visita a la empresa, para observar de forma directa el trabajo que realiza el operario en el freezer que compacta y congela los helados.
2. Toma de tiempos de cada una las operaciones que se realiza en el freezer.
3. Registrar los tiempos tomados en el formato.
4. Se calculo el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.
5. Suponer un coeficiente de Confianza (c).
6. Hallar el Intervalo de Confianza (I)
7. Calcular el Intervalo de la Muestra (Im) y comparar con el Intervalo de Confianza (I).
8. Calificar al operario mediante el método Westinghouse para hallar el Cv.
9. Calcular el Tiempo Normal (TN).
10. Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).
11. Normalizar las tolerancias.
12. Calcular el Tiempo Estándar.

Por último, una vez analizados los resultados obtenidos, se realizaron las conclusiones y recomendaciones necesarias para proponer posibles soluciones al proceso.



## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

HELADOS CALI, C.A. es una empresa familiar que inicio sus actividades en el año 2011, en San Felix, Estado Bolívar, Venezuela, bajo el nombre de HELADOS PAISA, como la idea de un negocio a fin de equilibrar una época de crisis, y el resultado tuvo tan buena acogida que a corto plazo la producción cambio de ser artesanal a semi-industrial.

En los momentos actuales la empresa Helados CALI, C.A presenta fallas en el área de pasteurización, donde se comienza a elaborar la mezcla base para fabricar el helado.

### **Método actual del trabajo**

La empresa Helados CALI C.A, se encarga de elaborar y distribuir helados en diversos sectores de la ciudad. El procedimiento que esta empresa hace es el siguiente: se realiza el pedido de materia prima a sus proveedores, luego es trasladada a la empresa donde un operador verifica las compras realizadas y la mercancía; esta materia prima es trasladada a un almacén temporalmente.

Después el área de producción realiza un pedido donde especifica todo lo que necesita y la envía con un ayudante de área al almacén, este se la entrega al el supervisor, este verifica la orden y procede a entregarle lo que necesita. El ayudante recibe los productos y se dirige otra vez al área de producción, llega al almacén de materia prima, en este lugar lo esperan otros ayudantes que se encargan de colocar los productos en el almacén que



corresponde, por lo menos en almacén 1 (leche, suero y cacao) y en almacén 2 (azúcar, estabilizantes y manteca vegetal).

De aquí un operario toma los ingredientes necesario para realizar la mezcla y se dirige al área de pasteurización, invierte todos los ingredientes y espera alrededor de 45 minutos que la mezcla se homogenice, el supervisor de calidad acompañado del bioanalista hacen una prueba y si la mezcla no está en el punto justo tienen que repetir este proceso lo que ocasiona las demoras, entonces si está en su punto justo sigue su curso y mediante tuberías pasa al área de maduración donde los estabilizantes hacen que la leche el agua y la manteca se unan , esto dura de 2 a 6 horas y respectivamente en esta área se le agrega el olor y sabor que se desea a la mezcla. Igual mediante tuberías la mezcla pasa a un freezer donde la mezcla sale semi-congelada y de una vez es envasado y sellado con su respectiva presentación, de aquí procede a colocarse una serie de 40 unidades de helados en unas cajas o maras, luego un operario las lleva en carretilla y se dirige al congelador donde están temporalmente, debido a que están siendo esperada por el camión, para ser distribuidos en toda la ciudad.



## Diagrama de Proceso actual de la producción de la mezcla base del helado en HELADOS CALI, C.A.

**Proceso:** Producción de la mezcla base de helados.

**Diagrama:** Proceso.

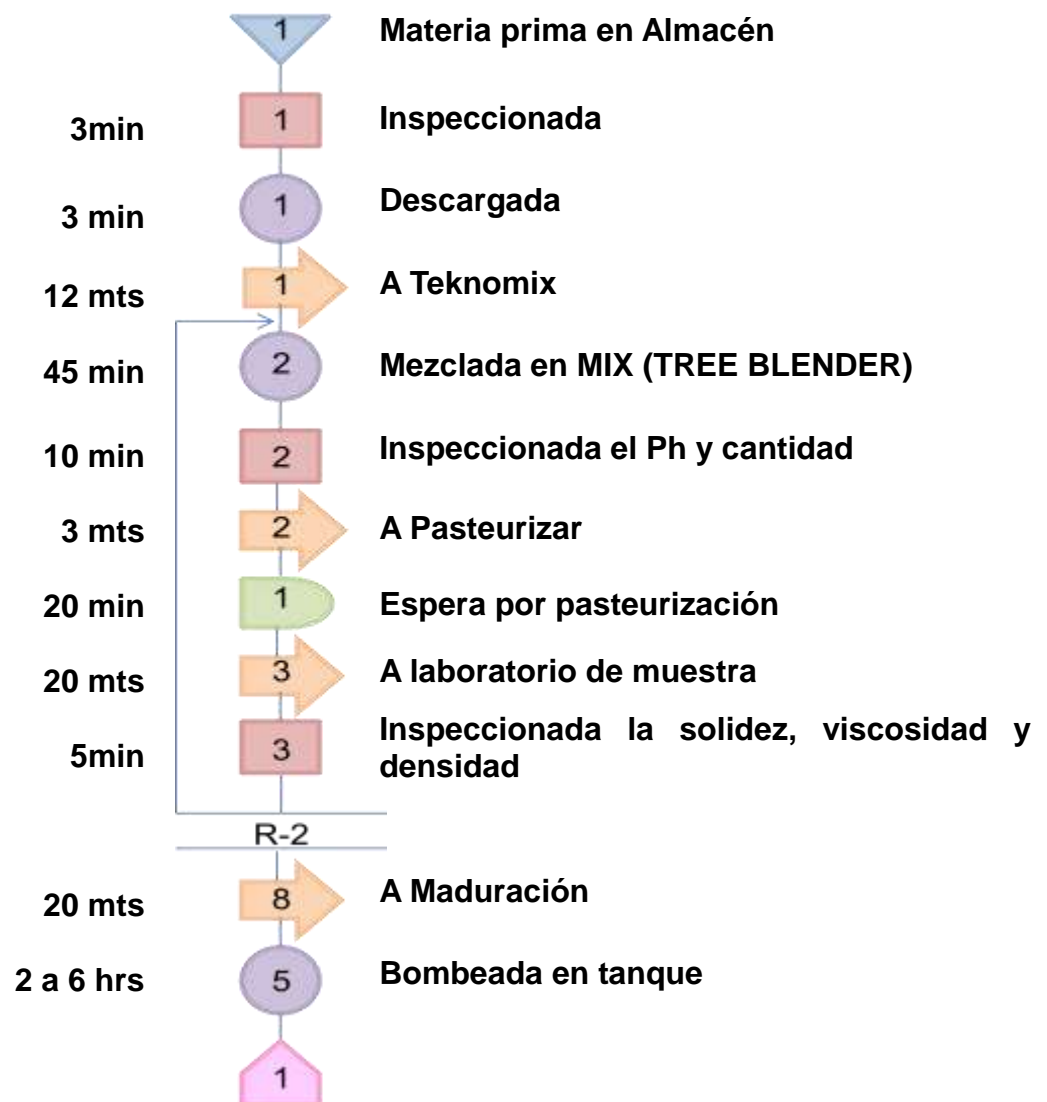
**Inicio:** Recibe la materia prima.

**Fin:** Barras almacenado en cajas.

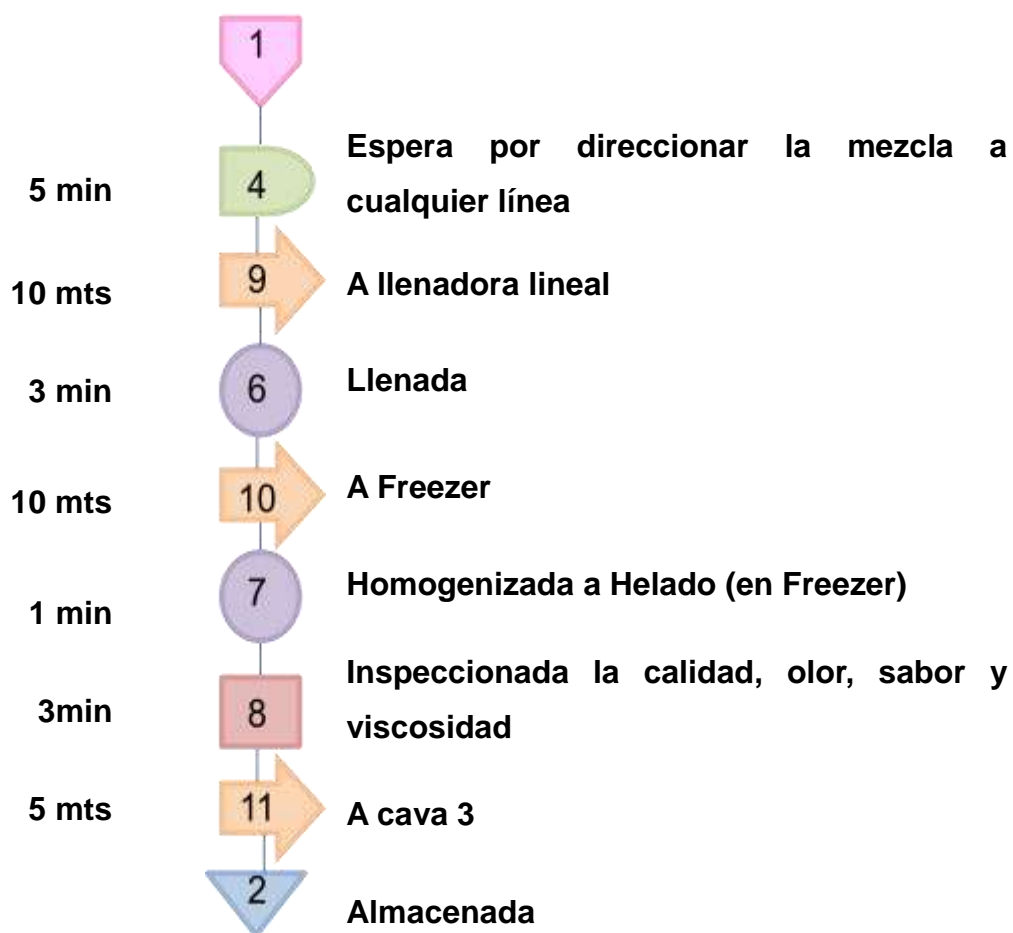
**Método:** Actual.

**Fecha:** 23/05/2012






**Seguimiento:** Base de helados







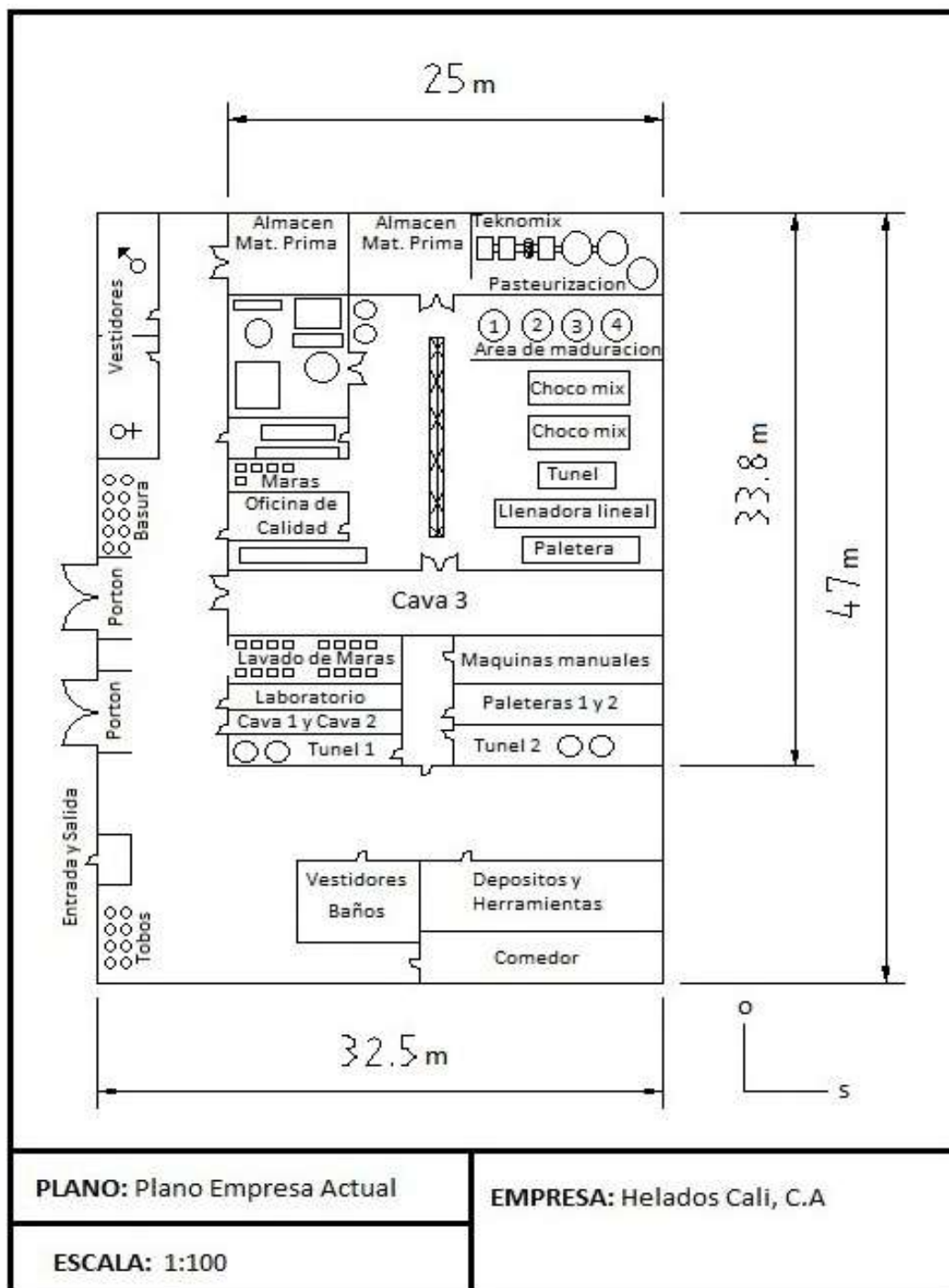
### RESUMEN

		8
		7
		2
(65 min)		4
(126 mts)		11

**TOTAL = 32 OPERACIONES**

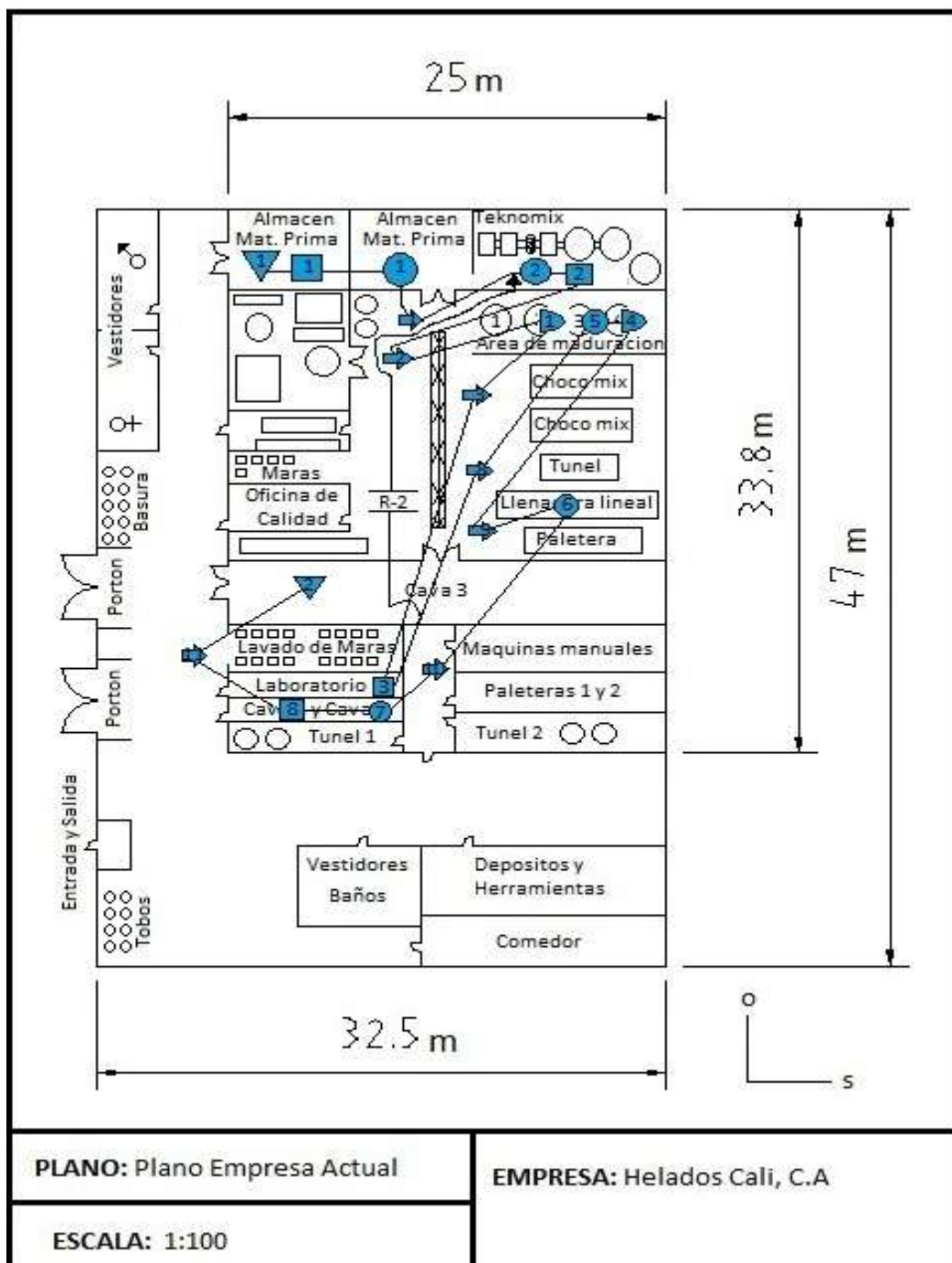


## Plano de Distribución de Planta Actual





**Diagrama de flujo y/o recorrido actual de la producción de la mezcla base del helado en HELADOS CALI, C.A.**





## Preguntas de la OIT

### A) Operaciones

#### 1. ¿Qué propósito tiene la operación?

Hacer crema y que haya crema, ya que esta es utilizada constantemente y de no haber se genera paradas en las maquinas hasta un determinado tiempo.

#### 2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?

Si, teniendo la materia prima a nuestro alcance, se puede tener el resultado o la meta que la empresa propone al operador.

#### 3. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿O se implanto para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?

Si, esta operación es para uso general de todo el que desee el producto.

#### 4. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?

No, ya que los empleados obedecen las especificaciones establecidas por la empresa.

#### 5. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?



Si, ya que se tienen dos plantas, y de no haber una (planta 1) entonces la otra la puede sustituir (planta 2).

### **B) Diseño de Piezas y Productos**

#### **1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?**

Si, ya que la empresa puede inventar un *bypass* para sustentar las maquinas y no permitir que se dañe un producto.

#### **2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?**

No, debido a que los equipos utilizados son de otro país.

#### **3. ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?**

Si, puede formularse una crema nueva y se reducen los costos en cuanto a leche y azúcar, la ase puede ser semi-cremosa y depende del producto que se requiera.

#### **4. ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?**

Si, puede mejorarse la presentación y la calidad.

#### **5. ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se puedan presentar en plaza por el mismo precio?**



No, porque son diferentes los productos.

**C) Normas de calidad**

**1. ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?**

Si, trata de inculcarse al personal que el producto salga en buenas condiciones al mercado ya que los principales consumidores son los niños.

**2. ¿Qué condiciones de inspección debe llevar esta operación?**

Chequeado por el operador, luego por el supervisor de calidad seguido de una analista de laboratorio y después un coordinador de calidad.

**3. ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?**

Si, está obligado, al igual los ayudantes ya que la supervisora de calidad le transmite una charla de cómo debe salir el producto.

**4. ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?**

Si.

**5. ¿Se podrían elevar las normas para manejar la calidad sin aumentar necesariamente los costos?**

Se elevarían los costos para optimizar las áreas de trabajo.



**6. ¿Se reducirían los costos apreciablemente si se rebajaran las normas?**

No, las normas de salubridad seguirán siendo las mismas.

**7. ¿Existe una forma de dar al producto un acabado de calidad superior al actual?**

Si, porque ahí se incluye todo el personal a trabajar en conjunto, para así sacar el mejor producto al mercado.

**8. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?**

Si, se puede hacer un análisis de cómo ha venido haciéndose y hacerle un seguimiento para ver en que se puede mejorar el producto.

**9. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?**

No, depende del cliente si le gusta o no el producto, o sea la salida del producto.

**D) Disposición del lugar de trabajo**

**1. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?**



En todos lados hay existencia de accidente lo que hay es que tratar de evitarlos y darle una charla al personal de cómo evitar los incidentes o accidentes.

**2. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?**

Si, se da la prevención en los actuales momentos se esta colocando un techo raso para darle un buen servicio a los trabajadores y se les da los implementos necesarios para que trabajen con mayor facilidad o mejor comodidad.

**E) Organización del trabajo**

**1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?**

El jefe inmediato al entrar el turno le asigna una función a cada operario ya sea para un cambio u otra cosa que se requiera.

**2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que al operario siempre tiene algo que hacer?**

Si, siempre ya sea limpieza a las maquinas, al piso y a toda el área de trabajo.



## **F) Condiciones de trabajo**

### **1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?**

Si, actualmente no existen inconvenientes con la iluminación.

### **2. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores o estufas?**

La temperatura no es la más agradable, ya que no se cuenta con aires ni ventiladores.

### **3. ¿Se justificaría la instalación de aparatos ventiladores?**

Si, actualmente se está esperando la instalación de un aire industrial pero lo traen de Italia.

### **4. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?**

No, al menos que le coloque al personal aparatos auditivos, pero igual estos ruidos persisten.

### **5. ¿Se pueden eliminar los vapores, humo, y el polvo con sistemas de evacuación?**

No, siempre hay vapor porque las cremas se elaboran con agua caliente.



**6. ¿Se puede proporcionar una silla o cualquier otro artefacto similar?**

Si, a los supervisores, analista de almacén y los pilotos de choco-mío.

**7. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?**

Si, en los pasillos y al frente de cada máquina.

**8. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?**

Si, se colocan afiches, se les dictan charlas constantemente al personal y se trata en lo posible de que no haya accidentes.

**9. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?**

Si, el piso es seguro, siempre y cuando las botas estén en buenas condiciones, es decir; no estén desgastadas.

**10. ¿Se le enseño al trabajador a evitar los accidentes?**

Si, se les participa debidamente como evitar los incidentes ya que los mismos pueden ser causa de un accidente o en el peor de los casos la muerte.



**11. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?**

Sí, porque es ropa manga larga.

**12. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?**

Si, diariamente se le hace limpieza profunda a la planta y a todas sus maquinarias.

**13. ¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?**

Se realiza una vez por turno y son tres turnos de trabajo al dia.

**14. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?**

Si, para evitar que pasen accidentes.

**G) Enriquecimiento de la tarea de cada puesto**

**1. ¿Es la tarea aburrida y monótona?**

Lo es en cierto sentido, sin embargo, son tareas de mucho ajetreo y movimiento lo cual anula a cierta medida la monotonía.

**2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?**

Si, depende de la opinión de cada persona.

**3. ¿Cuál es el tiempo de ciclo?**



Depende el tipo de máquina y operación que se esté realizando, pero dura aproximadamente de 5 a 10min.

**4. ¿Puede el operario realizar el montaje de su propio equipo?**

Si, cuando está en mantenimiento o limpieza o una falla que tenga la maquina que él pueda solventar o solucionar.

**5. ¿Puede el operario realizar el mantenimiento de sus propias herramientas?**

Si, ya que las misma son utilizadas constantemente por el mismo.

**6. ¿Es posible y deseable la rotación entre los puestos de trabajo?**

Si, para que el personal se encuentre mejor capacitado.

**7. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?**

Si, diariamente se le pasa un reporte.

**H) Análisis de procesos**

**1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?**



Las operaciones pueden combinarse pero no sería conveniente podría sobrecargar las operaciones que deben hacer los operarios y ocasionar cuellos de botella.

**2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones? ¿o mejoraría si se modificara el orden?**

Se puede modificar y mejorar el orden, así tendríamos un avance en cada área o cada máquina.

**3. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?**

Si, dado que a la decencia de una operación con la otra debe seguir esa sucesión.

**4. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro lugar para evitar los gatos de manipulación?**

No, las operaciones deben efectuarse donde están predeterminadas.

**5. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?**

Si, el operador se encarga de verificar que el material o el producto salgan en buenas condiciones.

**6. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?**



Se inspecciona ocasionalmente para evitar pérdidas.

## **Técnica del Interrogatorio**

### **a) Propósito**

- **¿Qué se hace?**

Se elabora helados de diversos sabores con la finalidad de satisfacer al cliente.

- **¿Por qué se hace?**

La empresa busca lo mejor para que el cliente quede satisfecho, y se preocupa porque siempre haya mercancía o producto en sus sucursales.

- **¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Adquirir una cava más grande, donde se pueda tener almacenado el producto del cliente sin este haberlo pedido.

- **¿Qué debería hacerse?**

Tener una relación del producto para cuando el cliente lo pida tenerlo a la mano.



## **b) Lugar**

- **¿Dónde se hace?**

Los Helados CALI se elaboran en la UD 304, Manzana 28, Parcela 1, Zona Industrial, Los Pinos, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

- **¿Por qué se hace allí?**

Estos helados se elaboran allí debido a que se encuentran las maquinas correspondiente para su elaboración y esto hace que el trabajo sea mas eficaz.

- **¿En qué otro lugar podría hacerse?**

En cualquier lugar que tenga las maquinas apropiadas para la elaboración del mismo, pero la empresa actualmente no posee otro sitio de trabajo.

- **¿Dónde debería hacerse?**

En las maquinas requeridas para su fabricación.

## **C) Sucesión**

- **¿Cuándo se hace?**

Cuando el cliente hace el pedido.



- **¿Por qué se hace entonces?**

Para cubrir las necesidades del cliente o del consumidor final.

- **¿Cuándo podría hacerse?**

Solo puede hacerse en los momentos anteriormente indicados.

- **¿Cuándo debería hacerse?**

Se debería hacer igualmente pero más eficiente.

#### **d) Persona**

- **¿Quién lo hace?**

Los operadores y ayudantes, estos realizan todo el proceso de producción.

- **¿Por qué lo hace esa persona?**

Porque es la que está capacitada para hacer ese producto y conoce perfectamente el manejo de las maquinas.

- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**

Los jefes inmediatos que también conocen a la medida el proceso.



- **¿Quién debería hacerlo?**

El operador ya que este es el que es el más capacitado.

**e) Medios**

- **¿Cómo se hace?**

Este proceso de elaboración comienza por elaborar la mezcla base, luego pasa a las maquinas donde salen semi-congelado, después va a su respectivo en base y al final a la cava.

- **¿Por qué se hace de ese modo?**

Porque es necesario darle forma y congelación al producto.

- **¿De qué otro modo podría hacerse?**

Se puede hacer manualmente, pero no se obtendrían los mismos resultados.

- **¿Cómo debería hacerse?**

Con el procedimiento que se requiere y la maquina correspondiente al producto a fabricar.



## Enfoques primarios

- **Propósito de la operación**

En esta actividad seleccionada es óptimo disminuir los tiempos, traslados, distribución de los equipos y/o materiales de manera de forma tal que reduciría las demoras producidas en dicho proceso; y de esta manera aumentar la cantidad de unidades producidas por unidad de tiempo.

- **Materiales**

En cuanto a la materia prima que llega a la empresa tiene un lugar de destino que sería el almacén, de allí es distribuida a planta 2 donde tienen un almacén provisional y ahí las clasifican, es decir; los productos como leche y azúcar van en un lugar y el suero manteca y gomas van en otro para así evitar que se dañe la mercancía. Esta materia prima es comprada a proveedores extranjeros ya que son de mejor calidad según para lo que se requiere fabricar.

- **Análisis del proceso**

La actividad que se realiza para la fabricación de la mezcla del helado es sencilla, el operador toma los ingredientes necesarios según la receta y los agrega a la maquina donde comienza el proceso para hacer dicha mezcla base, luego pasa a las siguientes áreas a continuar con su proceso para crearse el helado como tal. Al principio del proceso es recomendable que el operador este muy claro de las cantidades necesaria y de la mezcla que se requiere hacer, ya que esta es la base del producto.



- **Condiciones de trabajo**

Para tener excelentes resultado en el proceso es recomendable que los operarios se encuentren en un ambiente de trabajo agradable, por eso hacemos hincapiés en lo siguiente:

- ✓ El sitio de trabajo no cuenta con un ambiente climático agradable, debido a que no hay existencias de ventiladores ni aires, y esto ocasiona desgaste físico en el operario. Es recomendable mejorar estas condiciones climáticas para así disminuir la fatiga en los empleados.
- ✓ El proceso de fabricación de helado no es peligroso, pero el operario debe cumplir con su equipo de seguridad, y así se prevenir más los incidentes. Se recomienda estar más pendiente de los empleados porque estos no siempre andan con sus implementos de seguridad.
- ✓ En cuanto al piso siempre esta mojado porque se limpian constantemente las maquinas en cada turno de trabajo y es casi imposible mantenerlo seco, por tanto se recomienda participarle a los operadores que las botas estén en buen estado para evitar caídas.

- **Manejo de materiales**

Los productos o materia prima son manipulados por los ayudantes mediante carretillas los cuales son trasladados al almacén, estos productos son manipulados con poco cuidados ya que no son frágiles.



- **Distribución de planta o equipo**

Debido a las demoras ocasionadas en el proceso, sería conveniente hacer una distribución nuevamente de espacio y también sería prudente hacer un laboratorio en planta 2 para así disminuir en traslado significativo que este proporciona.

### **Análisis General**

En la empresa HELADOS CALI, C.A, dentro de su proceso de producción de helados, presenta varios problemas, entre los cuales se puede decir que el más significativo son las fallas en el área de pasteurización, donde se comienza a elaborar la mezcla base para fabricar el helado.

Otro inconveniente es que la máquina llenadora lineal no llena todos los helados de tinita completos y esto genera retrasos y pérdidas, la máquina palettera no coloca todas las paletas en los helados y esto genera que la máquina siguiente no pueda recoger los helados por la paleta generando aun más pérdidas, igualmente la fotocélula no reconoce el papel o punto de sellado y por ende no sella los helados de bolsa dejándolos abiertos, generando retrasos y aglomeración. La máquina de vez en cuando no marca las fechas de vencimiento y sin la fecha marcada en los empaques o bolsas no pueden salir al mercado estos helados.

Aunado a esto, el piso siempre esta mojado ya que se lavan todas las máquinas después de cada guardia de trabajo y las maras donde transportan los helados una vez q ya están listos para el mercado siempre están sucias.



Los problemas que pudimos observar en la producción de helados de esta empresa son estos en orden de importancia:

- Fallas en el área de pasteurización, donde se comienza a elaborar la mezcla base para fabricar el helado.
- La maquina no llena todos los helados de tinita completos.
- La máquina paleta no coloca todas las paletas en los helados y esto genera que la maquina siguiente no pueda recoger los helados por la paleta.
- La fotocélula no reconoce el papel y no sella los helados de bolsa.
- La máquina no marca la fecha de vencimiento.
- El piso siempre está mojado, ya que se lavan todas las máquinas en cada guardia.
- Las maras (cajas de plástico que utilizan para llevar los helados a la cava) siempre están sucias.



## CAPÍTULO VI

### SITUACIÓN PROPUESTA

#### Descripción del método propuesto

Como una propuesta para solucionar el problema expuesto, luego de haber realizado el estudio de movimientos, el análisis operacional y enfocándonos en la deficiencia que presenta el proceso en el área de pasteurización y la falta de instrucciones a los operadores, se plantea a continuación lo siguiente:

- Especificar una medida estándar para cada ingrediente y de acuerdo a la producción que se espere obtener, para así evitar la pérdida de tiempo en las verificaciones de consistencia de la base del helado.
- Siguiendo el orden de ideas, concientizar a los operarios a través de charlas y talleres de sensibilización para que se pueda obtener un producto con la calidad deseada para así disminuir el margen de pérdidas que presenta actualmente en el proceso de mezclado.
- Colocar el laboratorio más cerca del área de maduración para disminuir el traslado debido a que es un procedimiento rápido y el traslado muy largo.



## Diagrama de proceso de producción propuesto de la mezcla base del helado en HELADOS CALI, C.A

**Proceso:** Producción de la mezcla base de helados

**Inicio:** Materia prima en almacén

**Fin:** Almacenamiento de los helados

**Fecha:** 19/06/12

**Método:** Propuesto






**Seguimiento:** Base de helados







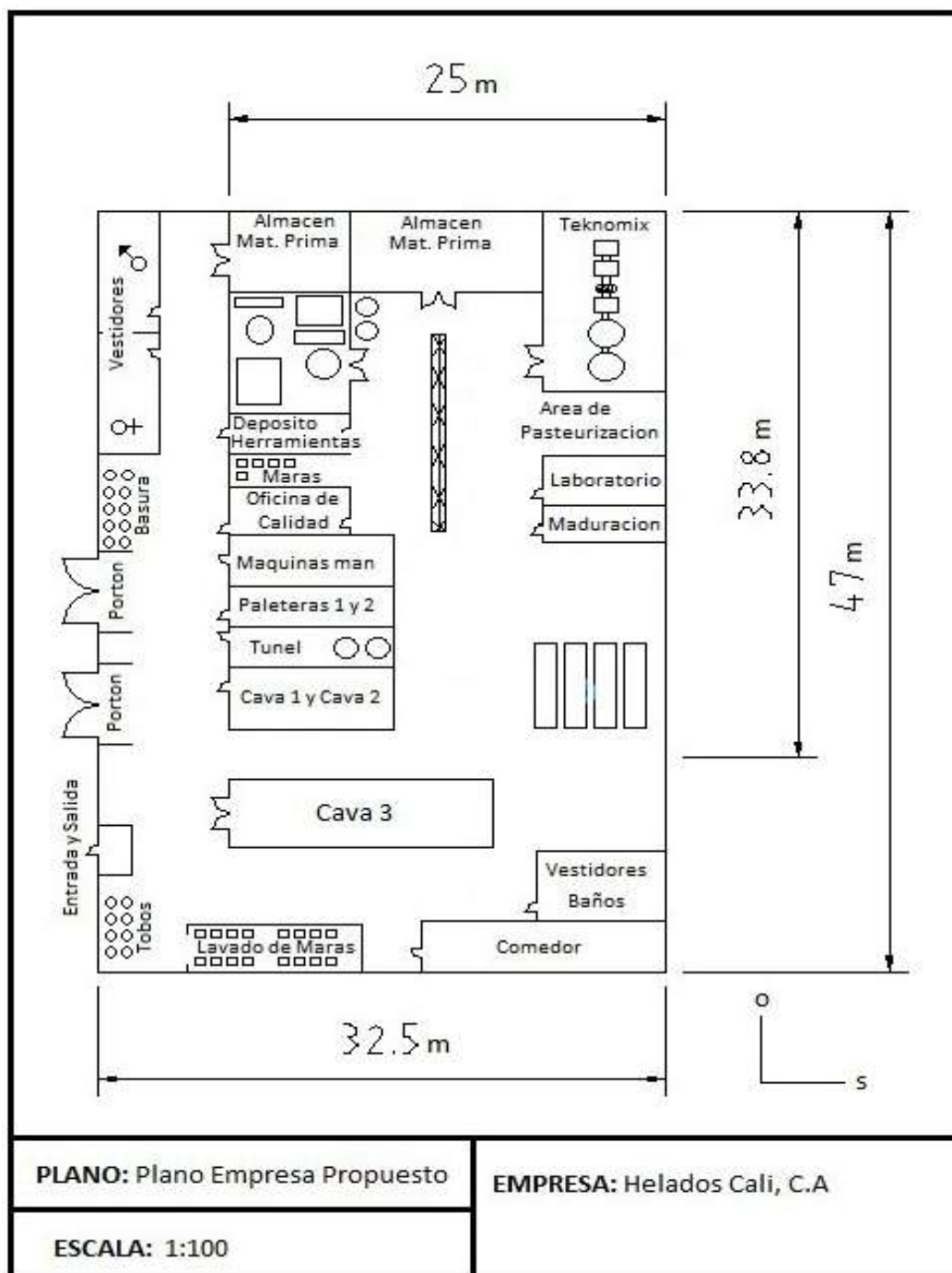
#### RESUMEN

		5
		5
		2
(25 min)		2
(80 mts)		7

**TOTAL = 21 OPERACIONES**

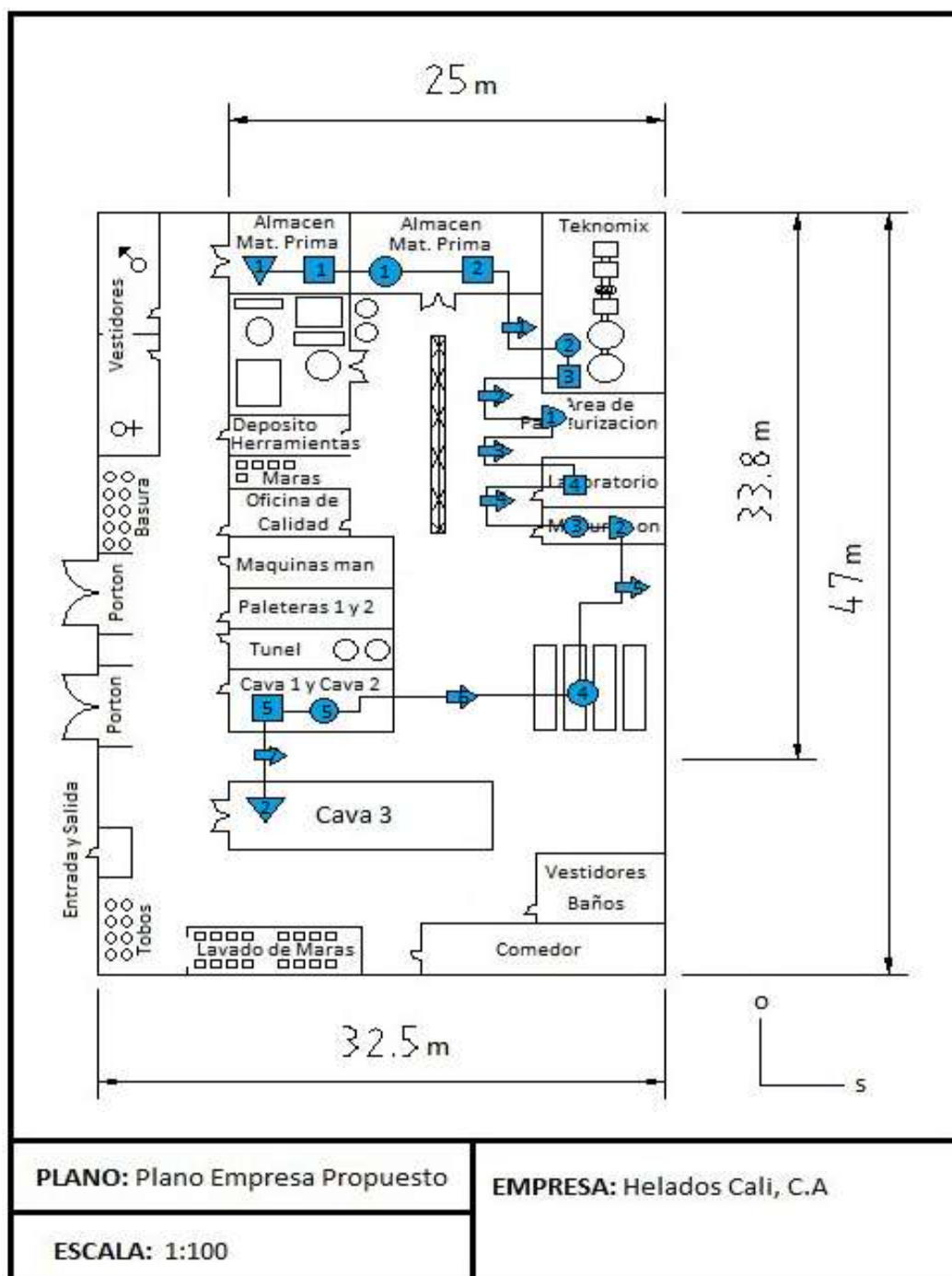


## Plano de Distribución de Planta Propuesto





### Diagrama de flujo y/o recorrido propuesto





## Análisis de las mejoras propuestas

En la fábrica HELADOS CALI C.A, existen diversos problemas, los cuales fueron evidenciados por medio de las preguntas de la OIT, enfoques primarios y análisis operacional, por lo tanto se plantea lo siguiente:

1. El recorrido para realizar la prueba para verificar la solidez, viscosidad y densidad es muy extenso con respecto a la ubicación de pasteurización donde se toma la muestra. De acuerdo a esta situación se plantea que el laboratorio se traslade cerca del área que se requiere pues en estos momentos no es la más adecuada.
2. La distribución del área de depósito no es la más adecuada, pues constantemente se requieren maras para transportar los helados a los freezer y existen demoras en buscarlas, equipos que son necesarios para la distribución del producto terminado y sin ellos el proceso se acumula.
3. El personal que labora en la empresa trabaja por turnos, esto genera un retraso cuando termina el turno y llega el otro personal, pues la limpieza que deben tener los operarios es imprescindible y el procedimiento para realizar su entrada a la planta es el análisis de su ph corporal y el análisis bacteriológico, los cuales deben ser aprobados para su ingreso. Debido a esto, se propone que los empleados lleguen un poco antes (ajustando su horario de entrada) para no retrasar el proceso y control de las maquinas.



## CAPÍTULO VII

### TIEMPO ESTÁNDAR

#### Estudio de Tiempos

Para el estudio de tiempos, se elaboro un análisis a la operación que se realiza en el freezer que compacta y congela los helados que elabora la empresa HELADOS CALI, C.A, con el propósito de identificar los elementos que intervienen en este proceso.

El estudio de tiempo, se llevo a cabo con el propósito de estandarizar una de las actividades que se realizan en esta fábrica que forma parte de las operaciones que se ejecutan en la empresa como lo es el congelado o compactado en freezer.

En la que se realizaron observaciones directas sobre el tiempo que lleva congelarse o compactarse el helado. Se midió con el cronometro este tiempo que lleva el helado en el freezer.



Se obtuvo los siguientes datos por medio de la toma de ciertos tiempos que fueron recolectados directamente por medio del operario que realiza la operación.

#### **Operación en el Freezer:**

- Se recibe el helado del proceso de llenado
- Se introduce en el freezer
- Se traslada a cava 3



## Operación Freezer

		<b>HELADOS CALI, C.A</b>									
<b>Empresa:</b> Helados Cali, C.A					<b>Departamento:</b> Planta						
<b>Operación:</b> Congelado en Freezer			Departamento Ing. Industrial				<b>Fecha:</b> 12/07/2012				
<b>Realizado por:</b> Grupo de laboratorio 2012-1						<b>Días de Estudio:</b> 10					
<b>Ciclo</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>E-1 (min)</b>	3.22	3.30	4.13	4.43	3.45	4.27	3.58	4.29	4.52	4.04	
<b>L</b>	3.22	3.30	4.13	4.43	3.45	4.27	3.58	4.29	4.52	4.04	

### Determinación de la confiabilidad del estudio

Para una muestra de  $n = 10$ , el nivel de confianza seleccionado en el estudio es  $NC = 95\%$ .

### Cálculo de la desviación estándar de la muestra

$$s = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2/n}{n-1}} = \sqrt{\frac{156,0481 - 153,89929}{9}} = 0,48$$



### Cálculo del intervalo de confianza

$$I = \bar{X} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} ; \text{ Si } Tc = t(\alpha, n - 1)$$

Donde:

- $n-1 = 10-1 = 9$
- $\alpha = 1 - NC$
- $\alpha = 1 - 0,95$
- $\alpha = 0,05$
- Por tabla de t-student:  $Tc = t(0.05, 9) = Tc = 1,833$

### Intervalo de confianza

$$I = \bar{X} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 3,923 + \frac{1,833 * 0,48}{\sqrt{10}} = 4,2012 \text{ min}$$

$$I = \bar{X} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 3,923 - \frac{1,833 * 0,48}{\sqrt{10}} = 3,6447 \text{ min}$$

### Cálculo del intervalo de la muestra

$$Im = \frac{2 * Tc * S}{\sqrt{10}} = \frac{2 * 1,833 * 0,48}{\sqrt{10}} = 0,5564 \text{ min}$$



### Criterio de Decisión

- Si  $Im \leq I$  se acepta
- Si  $Im > I$  se rechaza
- $0,5564 \leq 4,2012$

Como  $Im \leq I$  se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

### Cálculo del tiempo promedio seleccionado (TPS)

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n Ti}{n} = 3,923$$

### Determinación del tiempo estándar

$$TE = TPS \times CV \times \sum Tol$$

### Cálculo del factor de calificación del operario

Por medio del Sistema Westinghouse se obtuvieron los siguientes datos:

- **Habilidad:** Buena C1 +0,06  
Se otorga esta calificación debido a la destreza que tiene el empleado.
- **Esfuerzo:** Bueno C2 +0,02  
Ya que la actividad no requiere un alto esfuerzo físico.



- **Condiciones:** Excelentes B +0,04

El freezer donde se hace el proceso se encuentra en óptimas condiciones.

- **Consistencia:** Buena C +0,01

Debido a que el empleado trabaja por turnos, depende del tiempo que tarda en realizar las operaciones.

**En resumen:**

Factor	Clase	Rango	%
Habilidad	C1	Buena	+0,06
Esfuerzo	C2	Bueno	+0,02
Condiciones	B	Excelentes	+0,04
Consistencia	C	Buena	+0,01
<b>Total (c)</b>			<b>+0,13</b>

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 \pm 0,13 = 1,13$$

Esto quiere decir que el operario labora un 13% por encima del promedio.

### **Cálculo del tiempo normal (TN)**

$$TN = TPS * CV$$

$$TN = 3,923 * 1,13 = 4,43299 \text{ min}$$



## Cálculo de las tolerancias

- Cálculo de la Jornada de trabajo

El horario de trabajo en la empresa HELADOS CALI, C.A es por 3 turnos, el primero de 7:00am a 3:00pm, el segundo de 3:00pm a 11:00pm y el tercero de 11:00pm a 7:00am. Esto quiere decir que la jornada de trabajo es de 8hr al día, de acuerdo al turno de trabajo. Además, es una jornada de trabajo continua.

## Cálculo de tolerancias por fatiga

Para el cálculo de las tolerancias por fatiga, se determino el total de puntos de la hoja de concesiones dando como resultado:

Describiendo los factores, tenemos:

- **Condiciones de Trabajo**
  - ✓ **Temperatura:** Grado 1, es un ambiente donde la climatización está bajo control eléctrico o mecánico. Donde la temperatura está entre 20°C y 24°C.
  - ✓ **Condiciones ambientales:** Grado 1, lugar donde las operaciones se realizan en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.




- ✓ **Humedad:** Grado 1, la humedad es normal, con ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%.
- ✓ **Nivel de ruido:** Grado 1, ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en ambientes poco ruidosos.
- ✓ **Iluminación:** Grado 1, luces sin resplandor, iluminación fluorescente.
- **Repetitividad y esfuerzo aplicado**
  - ✓ **Duración del trabajo:** Grado 2, Operación o sub-operación que puede completarse en 15 minutos o menos.
  - ✓ **Repetición del ciclo:** Grado 2, Operación de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar.
  - ✓ **Esfuerzo físico:** Grado 2, Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2,5kg y 12,5kg.
  - ✓ **Esfuerzo mental o visual:** Grado 2, Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.



- **Posición de trabajo**

- ✓ **Parado, sentado, moviéndose, altura de trabajo:** Grado 1, realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos.

		<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NÚMERO	II - 001
				VIGENCIA	
				FECHA	12/07/2012
CÓDIGO DE CARGO: N/P	CONCESIONES: FATIGA	FECHA <input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA			
ÁREA: PASTEURIZACIÓN	GERENCIA O DIVISIÓN: N/P	PREPARADO POR: ESTUDIANTES			
PROYECTO: INGENIERIA DE METODOS	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: CONGELADO EN FREEZER	REVISADO POR: IVAN TURMERO			
PROCESO: COMPACTADO EN FREEZER	TÍTULO DEL CARGO: SUPERVISOR	APROBADO POR: IVAN TURMERO			
PUNTOS POR GRADO DE FACTORES					
FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to.	
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>					
1 TEMPERATURA	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
3 HUMEDAD	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
5 LUZ	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
<b>REPETITIVIDAD:</b>					
6 DURACION DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
7 REPETICION DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
8 DEMANDA FISICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>	
<b>POSICIÓN:</b>					
10 DE PIE MOVIENDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	
TOTAL PUNTOS: <b>175 PUNTOS</b>					
CONCESIONES POR FATIGA: <b>18 MINUTOS</b> (MINUTOS)					
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>					
TIEMPO PERSONAL: <b>10 MINUTOS</b>					
DEMORAS INEVITABLES: <b>100 MINUTOS</b>					
TOTAL CONCESIONES: <b>128 MINUTOS</b>					
NOTA: SEÑALAR CON UNA <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE					



Con el puntaje obtenido de 175 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga, en la clase A4, entre los rangos de 171 y 177, porcentaje de concesión por clase de 4% y una jornada de 480 minutos, con estos datos se determinó que los minutos concedidos por fatiga son 18 minutos.

### Análisis de tolerancias

- **Almuerzo:** Puesto que la jornada de trabajo es continua, el almuerzo es de 60 minutos.
- **Merienda:** En la empresa no existen concesiones por motivo de merienda.
- **Tiempo de preparación inicial (TPI):** 20 minutos, durante este tiempo se limpia y ordena el área de trabajo y las máquinas.
- **Tiempo de preparación final (TPF):** 20 minutos, durante este tiempo se limpia y ordena el área de trabajo y las máquinas.
- **Fatiga:** La fatiga en el personal de trabajo es en algunos momentos cuando se espera que la maquina llenadora, llene los envases con helado.
- **Necesidades personales:** La empresa tiene establecido un tiempo de 10 minutos por concepto de necesidades personales.



## Determinación de la jornada efectiva de trabajo (JET)

Para el cálculo de la JET, se aplica

$$JET = \text{Jornada de trabajo} - \text{Tolerancias Fijas}$$

$$JET = 480 - (60 + 20 + 20)$$

$$JET = 380 \text{ min}$$

Ahora se procede a normalizar las tolerancias (variables), para ello se debe tener en cuenta los 18 minutos de tolerancia por fatiga y los 10 minutos por necesidades personales.

$$\begin{array}{ccc} JET - (Fatiga + NP) & \longrightarrow & Fatiga + NP \\ TN & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 380 - (18 + 10) & \longrightarrow & 18 + 10 \\ 4,43299 & \longrightarrow & X \end{array}$$

$$X = \frac{4,43299 \times (18 + 10)}{380 - (18 + 10)} = 0,35262 \text{ min}$$

Por último el tiempo estándar de la operación en el freezer viene dado por la ecuación:

$$\begin{aligned} TE &= TN + \sum \text{Tolerancias} \\ TE &= 4,43299 \text{ min} + 0,35262 \text{ min} \\ \mathbf{TE} &= \mathbf{4,78561 \text{ min.}} \end{aligned}$$



### **Análisis de los resultados**

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo en la operación de congelado en el freezer en la empresa HELADOS CALI, C.A, se obtuvieron los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determino que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 3,923 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de congelado en el freezer es de 4,43299 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se asignaron tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, dando como resultado tolerancias variables de 0,35262 min.
- Por último se determino para la actividad que realiza el empleado en cuanto al congelado de los helados en el freezer el tiempo estándar cuyo valor obtenido fue de 4,78561 min.



## CONCLUSIONES

Después del estudio de métodos realizado se ha logrado el objetivo general y se propuso un método eficiente de trabajo para mejorar el proceso productivo de HELADOS CALI, C.A, mediante la aplicación de herramientas de la ingeniería de métodos.

A través de esta herramienta, se logró concluir lo siguiente:

1. Existen deficiencias en el área de pasteurización donde se comienza a elaborar la mezcla base para fabricar el helado, es aquí donde la preparación de este compuesto queda defectuosa debido a que las cantidades necesarias que son asignadas en la receta para crear dicha mezcla son alteradas.
2. Las máquinas presentan fallas internas, lo que ocasiona retrasos en el proceso de fabricación.
3. El operario no agrega las cantidades necesarias para crear la mezcla base del helado, esto ocasiona mala calidad en el producto.
4. La distribución de la planta está mal organizada, ya que, la ubicación del Laboratorio de Muestras no esta cerca del área de pasteurización donde es requerida la prueba, esto produce traslados y demoras que pueden ser evitadas.
5. De acuerdo a las mediciones de tiempo tomadas en el área de trabajo el T.P.S. es de 3.923 minutos; las tolerancias variables de 0,35262 min, lo que nos da como resultado un tiempo estándar de 4,78561



minutos en la operación en el freezer que compacta y congela los helados.

6. El trabajo realizado por el operario se caracteriza por una habilidad, consistencia y un esfuerzo bueno.
7. El trabajo del operario se caracteriza por no requerir de gran esfuerzo físico, mientras que por concepto mental o visual requiere de atención frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la maquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados, por otra parte, el trabajo se ejecuta en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos.
8. El ambiente de trabajo es adecuado, ya que cuenta con un sistema de aire acondicionado, con aire fresco, libre de malos olores y se torna agradable para los operarios.

Son estas informaciones las que tomaremos de bases para indicar las recomendaciones pertinentes, que debería seguir la empresa para la optimización y mejora de su proceso.



## RECOMENDACIONES

A través de las conclusiones obtenidas en la empresa HELADOS CALI, C.A es recomendable solventar los problemas existentes en la misma. Una vez realizado el estudio de métodos se recomienda lo siguiente:

1. Hacer una mejor distribución de las áreas de trabajo de la empresa, con la finalidad de reducir los traslados excesivos e innecesarios por parte del operario.
2. Se sugiere realizar mantenimiento preventivo a las máquinas periódicamente y así evitar el retraso en los procesos.
3. Especificar una medida estándar para cada ingrediente y de acuerdo a la producción que se espere obtener, para así evitar la pérdida de tiempo en las verificaciones de consistencia de la base del helado.
4. Colocar el laboratorio más cerca del área de maduración para disminuir el traslado debido a que es un procedimiento rápido y el traslado muy largo.
5. Contratar personal para mantener el área seca, pues cada cambio de turno se requieren lavar las máquinas.
6. Un ajuste al horario de los trabajadores para que no existan retrasos previos en los exámenes de rutina que deben cumplir al entrar a la empresa.
7. Utilizar los estándares del estudio de tiempo como herramienta factible para conseguir una mayor eficiencia y productividad.



8. Se recomienda hacer inspecciones al área de trabajo con el fin de determinar si el operario se encuentra trabajando a la hora establecida. Debido a que el operario se toma más tiempo para el almuerzo y se retira de su puesto de trabajo mucho antes de la hora establecida del cambio de turno.
9. Concientizar a los operarios a través de charlas y talleres de sensibilización para que se pueda obtener un producto con la calidad deseada para así disminuir el margen de pérdidas que presenta actualmente en el proceso de mezclado.



## BIBLIOGRAFÍA

- **Elaboración de Helados.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.solucionespracticas.org.pe/fichastecnicas/pdf/FichaTecnica22-Elaboracion%20de%20helado.pdf>
- **Estudio del proceso de producción de helados crema de la empresa Helados Cremosos de San Félix, Estado Bolívar.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos84/estudio-del-proceso-produccion-helados-cremosos/estudio-del-proceso-produccion-helados-cremosos.shtml>
- **Helados Alonso.** (Documento en línea). Disponible en: [http://www.heladosalonso.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=61&Itemid=62](http://www.heladosalonso.com/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=62)
- **Helados Cali.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.heladoscali.com/>
- **Investigación.** (Documento en línea). Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3n>
- **La cadena del frio. Helados Cali.** (Video en línea) Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=OyVTHGMNmNs&feature=endscreen>



- **La investigación. Mario Tamayo y Tamayo.** (Documento en línea). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/14072579/Librometodologia-de-La-Investigaciontamayo1#page=42>
- **Los helados, Definición.** (Documento en línea). Disponible en: [http://heladosgael.com/gael/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=17](http://heladosgael.com/gael/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=17)
- **Narváez, Rosa R. de** (1997). Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación. 2º Edición. Unexpo.
- **Niebel, Benjamín.** Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares Y Diseños del Trabajo. 10º Edición. Editorial Alfaomega.
- **Sampieri, Roberto H.** (2007). Metodología de la Investigación. 2º Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- **Técnicas de Estudio.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion37.htm>
- **Técnicas de Estudio.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.tecnicas-de-estudio.org/investigacion/investigacion21.htm>
- **Teknomix.** (Documento en línea). Disponible en: <http://www.teknoice.com/scheda.php?linea=teknomix>



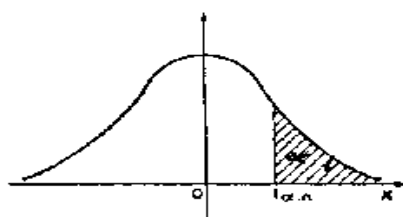
- **Tipo de Estudio y Diseño.** (Documento en línea). Disponible en:  
[http://www.saludinvestiga.org.ar/pdf/tutorias/Articulo1\\_Tipo\\_de%20estudio\\_disenio.pdf](http://www.saludinvestiga.org.ar/pdf/tutorias/Articulo1_Tipo_de%20estudio_disenio.pdf)
- **TURMERO,** Iván. (2012), Apuntes De Clases De Ingeniería De métodos, Ingeniería Industrial. Unexpo.



# ANEXOS



## Anexo 1. Tabla de Distribución de t-student



$\alpha/2$ gl	0,40	0,30	0,20	0,10	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,863	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,648	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
50	0,255	0,528	0,849	1,298	1,676	2,009	2,403	2,678	3,262	3,495
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
80	0,254	0,527	0,846	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,415
100	0,254	0,526	0,845	1,290	1,660	1,984	2,365	2,626	3,174	3,389
200	0,254	0,525	0,843	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,339
500	0,253	0,525	0,842	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,106	3,310
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291




## Anexo 2. Hoja de Concesiones por fatiga

CONCESIONES POR FATIGA				$\text{MINUTOS CONCEDIDOS} = \frac{\text{CONCESIÓN \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	L I M I T E S D E C L A S E		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		5 1 0	4 8 0	4 5 0	4 2 0
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	... Y MAS	30	118	111	104	97



### Anexo 3. Hoja de concesiones

		<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NÚMERO	II - 001
				VIGENCIA	
				FECHA	
CÓDIGO DE CARGO:	CONCESIONES:	FECHA	<input type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA		
ÁREA:	GERENCIA O DIVISIÓN:	PREPARADO POR:			
PROYECTO:	DEPARTAMENTO O SECCIÓN:	REVISADO POR:			
PROCESO:	TÍTULO DEL CARGO:	APROBADO POR:			
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>					
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>	
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>					
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
<b>REPETITIVIDAD:</b>					
6 DURACION DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
7 REPETICION DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
8 DEMANDA FISICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>	
<b>POSICIÓN:</b>					
10 DE PIE MOVIENDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	
TOTAL PUNTOS: _____					
CONCESIONES POR FATIGA: _____ (MINUTOS)					
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>					
TIEMPO PERSONAL: _____					
DEMORAS INEVITABLES: _____					
TOTAL CONCESIONES: _____					
NOTA: SEÑALAR CON UNA <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE					



## Anexo 4. Tabla Westinghouse

INGENIERÍA DE MÉTODOS

DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

## ***SISTEMA WESTINGHOUSE***

<u><i>HABILIDAD</i></u>			<u><i>ESFUERZO</i></u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u><i>CONDICIONES</i></u>			<u><i>CONSISTENCIA</i></u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente



## Anexo 5. Método sistemático para asignar fatiga

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

1

### DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD.  
4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN

1. TEMPERATURA	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 3</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 4</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$ . b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$ .
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada.
	<u>GRADO 4</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

2

3. HUMEDAD	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de $21^{\circ}\text{C}$ a $24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.
4. NIVEL DE RUIDO	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
5. ILUMINACIÓN	<u>GRADO 1</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.



- GRADO 2.** (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
- GRADO 3.** (15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
- GRADO 4.** (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

**B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO:** 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.

**1. DURACIÓN DEL TRABAJO**

- GRADO 1.** (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
- GRADO 2.** (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
- GRADO 4.** (80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.

**2. REPETICIÓN DEL CICLO**

- GRADO 1.** (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

- GRADO 2.** (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
- GRADO 4.** (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador

**3. ESFUERZO FÍSICO**

- GRADO 1.** (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2.** (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3.** (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.



#### 4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

- GRADO 4.** (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.
- GRADO 4.** (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

#### C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

- GRADO 1.** (10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
- GRADO 2.** (20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se sienta sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.
- GRADO 3.** (30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse, o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
- GRADO 4.** (40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.



## Anexo 6. Productos Helados Cali

