

300618  
3a  
2a



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**“BUSQUEDA DE LA COMPETITIVIDAD MEDIANTE  
UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA,  
ENFOCADO A LA REDUCCION DE COSTOS”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA INDUSTRIAL  
**P R E S E N T A :**  
**JUAN JOSE AVENDAÑO MENDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
Ing. José M. Cajigas Rondero

México, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
---------------------	----------

### **CAPITULO I.- LA FUNCION DEL INGENIERO INDUSTRIAL.**

1.1	Breve historia de la Ingeniería Industrial.	3
1.2	Búsqueda de la competitividad.	6
1.3	Programa de mejora continua "Reto para el Ingeniero Industrial".	10
1.4	La Ingeniería Industrial y su relación con otras áreas de la empresa.	12

### **CAPITULO II.- CONOCIMIENTO DE LA PLANTA.**

2.1	La medición de los procesos productivos.	15
2.2	Estandarización de una planta farmacéutica.	17
2.3	Cálculo del requerimiento de mano de obra.	46
2.4	Determinación y utilización de la capacidad de planta.	50

### **CAPITULO III.- PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A LA REDUCCION DE COSTOS.**

3.1	El costo de un producto.	53
3.2	En qué consiste un programa de mejora continua.	65
3.3	Los índices de productividad.	73
3.4	El computador, un arma importante para establecer un programa de mejora continua.	80

#### **CAPITULO IV.- ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**

<b>4.1</b>	<b>Ahorro #1</b>	<b>88</b>
<b>4.2</b>	<b>Ahorro # 2</b>	<b>117</b>
<b>4.3</b>	<b>Ahorros totales</b>	<b>144</b>

#### **CAPITULO V.- REPERCUION DE UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA EN LA SEGURIDAD.**

<b>5.1</b>	<b>Impacto de un accidente en los procesos productivos de la empresa.</b>	<b>147</b>
<b>5.2</b>	<b>Cuotas de seguridad.</b>	<b>155</b>
<b>5.3</b>	<b>La seguridad industrial a la par con la productividad.</b>	<b>163</b>
<b>5.4</b>	<b>Plan de seguridad industrial.</b>	<b>167</b>

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>170</b>
---------------------	------------

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>173</b>
---------------------	------------

## **INTRODUCCION**

Las economías mundiales cambian a un ritmo muy acelerado. Ya no se habla de economías aisladas; sino de bloques económicos que crecen día a día.

El nivel competitivo de las industrias se ha elevado considerablemente, originando un proceso de reestructuración en todas las industrias, empresas u organizaciones de servicio. Esta complejidad ha llegado debido a los avances en la tecnología, problemas de salud, problemas ambientales, desempleo y restricciones económicas, de los últimos años.

De lo anterior surge la necesidad de establecer un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A REDUCIR COSTOS**, que nos ayudará a lograr un mejor aprovechamiento y transformación de los recursos materiales y humanos con los que cuenta una compañía, para que de esta forma podamos controlar y reducir los costos de producción, que nos llevarán a lograr una mayor competitividad, sin que afecte el nivel de servicio que el cliente necesita (nivel de excelencia) y con la calidad que el requiera.

"La prosperidad de una nación avanzada, está en paralelo con la alta productividad, generada por la transformación de la materia prima en cosas prácticas y útiles".

Así mismo, un P.M.C. nos ayudará a encarar una situación muy compleja; el poder prevenir y controlar las lesiones y enfermedades, daño a la propiedad, fallas de seguridad, para que de esta forma podamos mantener un ambiente sano y seguro y hacer constar que estos aspectos no sólo son primordiales para el desenvolvimiento de cualquier empresa, sino para el desarrollo de todos sus empleados y trabajadores.

El abatir costos es el resultado Final que se obtiene cuando todas las partes que integran a la empresa aceptan, participan y fomentan un PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA; el mejoramiento de la productividad garantiza la seguridad y el crecimiento de la empresa.

# **I. LA FUNCION DEL INGENIERO INDUSTRIAL**

## **1.1. BREVE HISTORIA DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL**

La Ingeniería Industrial nace en el proceso de transformación de la producción artesanal, a la industria durante el siglo XVIII. En esta transformación, adquieren significado tres conceptos que forman la base de la Ingeniería Industrial:

- a) Organización
- b) Trabajo productivo
- c) Tiempo

Los estudios del trabajo, la creación de nuevas formas de organización y el mejor aprovechamiento del tiempo se constituyen en un nuevo campo de estudio que recibe el nombre de Ingeniería Industrial.

Este nombre se originó debido a que las actividades antes señaladas, se desarrollaron en el ente productivo más importante de esa época: La industria.

Este tipo de ingeniería proporcionó el conocimiento y comprensión, necesarios para el proceso de mecanización y empezó a ser una profesión distinta a las otras ramas de la Ingeniería. Sus aplicaciones se ejercitaron en todo tipo de actividades industriales y, además, pasó a ser la rama de la Ingeniería que daba la misma atención al factor humano, que a los factores mecánicos y materiales. Por esta razón, a la Ingeniería industrial se le conoce como Ingeniería de los Sistemas de Actividad Humana.

Durante la Segunda Guerra Mundial, se desarrolló una nueva forma de plantear los problemas, con las características siguientes: un enfoque inicial encaminado a la toma de decisiones, una evaluación del problema apoyada en un criterio de efectividad económica y el apoyo en modelos matemáticos formales.

Al aparecer el computador, se empieza a desarrollar una serie de interdisciplinas como: Teoría de Información, de Decisiones, de Control, Cibernética, Teoría General de Sistemas, Investigación de Operaciones; campos que se fueron incorporando paulatinamente a la Ingeniería Industrial, como herramientas metodológicas sumamente útiles.

Estos desarrollos prácticos e intelectuales han contribuido a interpretar las organizaciones humanas como sistemas operativos.

Hoy en día, los problemas nacionales de energía, medio ambiente, inflación, escasez de recursos, transportación, concentración urbana, **COMPETENCIA INTERNACIONAL** y desempleo, están dando un nuevo cariz al Ingeniero Industrial ligándolo íntimamente a la solución de estos problemas, dentro de nuestras empresas e instituciones.

## ETAPAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

### 1.- INGENIERIA INDUSTRIAL CONVENCIONAL

ESTUDIOS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS, MECANIZACION, ETC.

### 2.- INGENIERIA INDUSTRIAL APOYADA EN MODELOS.

MODELOS DE DECISION, DE INVESTIGACION, DE OPERACION, DE CONTROL, ETC.

### 3.- INGENIERIA INDUSTRIAL APOYADA EN LOS SISTEMAS DE INFORMACION.

SISTEMAS DE MANUFACTURA FLEXIBLES, FLUJO DE INFORMACION, CONCEPTOS JUSTO A TIEMPO, PLANEACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (M.R.P).

### 4.- INGENIERIA INDUSTRIAL APOYADA EN LA CIBERNETICA Y LA TEORIA GENERAL DE SISTEMAS.

SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, CONTROLES DE ADAPTACION Y PROCESOS, ROBOTICA. CIMS (SISTEMAS DE MANUFACTURA INTEGRADOS POR COMPUTADORA) CAD/CAM.

FIG. 1

Todo esto converge en el objetivo esencial de la Ingeniería Industrial :

**"LA BUSQUEDA CONTINUA DE NUEVAS FORMAS DE OPTIMIZACION DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS POR HOMBRES, MAQUINAS Y MATERIALES".**

De lo anterior, surge la definición de Ingeniería Industrial, la cual, es la siguiente:

**"LA INGENIERIA INDUSTRIAL SE OCUPA DEL DISEÑO E INSTALACION DE SISTEMAS INTEGRADOS DE HOMBRES, MATERIALES Y EQUIPO, BUSCANDO OPTIMIZAR LA OPERACION Y EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA".<sup>1</sup>**

## **1.2 BUSQUEDA DE LA COMPETITIVIDAD. NECESIDAD DE DESARROLLAR UN PROGRAMA ENFOCADO A LA REDUCCION DE COSTOS.**

La economía mundial cambia día a día. Ya no se habla de economías aisladas, sino de bloques económicos. Diversos tratados de comercio permiten que las importaciones y exportaciones se efectúen fácilmente, dando entrada a toda clase de productos. El nivel competitivo en las industrias de hoy en día, se ha elevado considerablemente. La mayoría de las industrias, no importando su ramo, ya sea alimenticio, textil, farmacéutico, metal-mecánico, etc., buscan fabricar productos de alta calidad, pero a un **BAJO COSTO** y que satisfagan las necesidades de sus clientes.

1. H.B. Maynard, *Industrial Engineering*, Mac Graw-Hill, U.S.A. 1971, pag 5

De lo anterior surge la necesidad de establecer un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**, que nos ayudará a lograr un mejor aprovechamiento de todos nuestros recursos.

Servirá como una guía de posibles soluciones, en la búsqueda de nuevos materiales, equipos, personal calificado, nuevos procesos de fabricación, etc., que nos lleve a **REDUCIR** nuestros **COSTOS**; incrementando así, nuestra productividad en todas la áreas (productivas) de la planta.

Es importante mencionar, que países como México; que llegaron tarde al proceso de industrialización por su particular desarrollo histórico, se vieron forzados a desequilibrar sus economías; importando tecnologías, lo que ocasionó un desigual desarrollo en las organizaciones productivas.

Por ésto, la aplicación de la Ingeniería Industrial (Programa de Mejora Continua) en sus conceptos, métodos y técnicas; dependerá del ambiente socio-económico en que está inscrita la organización productiva, así como del nivel de solución en que se encuentren sus problemas más elementales.

Sin embargo, podemos generalmente decir que las responsabilidades de la

Ingeniería Industrial están enfocadas a un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**, que abarca los siguientes puntos:

1. Problemas diarios (paros de máquinas, ritmos de producción, eficiencia, etc..).
2. Problemas de futuro (distribución de planta, automatización, etc.).
3. Cambios en el proceso; (cómo hacerlo mejor, más económico, etc.).
4. Motivación al personal de la empresa; (cambio de actitud).

La Ingeniería Industrial es fundamentalmente una función staff, que recomienda soluciones variables y, por su carácter interdisciplinario, presenta a la Dirección una de las mejores herramientas de toda administración.

Algunas de las actividades que desarrolla la Ingeniería Industrial y que son parte de un Programa de Mejora Continua se enlistan a continuación:

- Selección de procesos y métodos.
- Selección y diseño de herramientas y equipo.
- Diseño de facilidades: distribución de edificios, máquinas y equipo de manejo de materiales, almacenamiento de materias primas y productos terminados.

**PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y SU INTERRELACION  
CON LOS RECURSOS DE LA EMPRESA**

**RECURSOS**

**TERRENOS  
Y  
EDIFICIOS.**

- Seguridad
- Dist. de planta.

**MATERIALES.**

- Almacenamiento.
- Manejo.
- Desperdicios.

**INSTALACIONES  
MAQUINA Y  
EQUIPO.**

- Partes de máquina.
- Eficiencias.
- Dispositivos y herramientas.

**SERVICIOS  
DE HOMBRES.**

- Solución de problemas.
- Soportes administrativos.

**\*INGENIERIA INDUSTRIAL\***

OBTIENE LOS DATOS

PROYECTA.

EVALUA.

COORDINA.

PARA PRODUCIR

BIENES Y SERVICIOS

FIG. 2

- Diseño y/o mejora de sistemas de planeación y control para la distribución de bienes y servicios, producción, inventarios, calidad, mantenimiento e ingeniería.
- Desarrollo de sistemas de control de costos, control presupuestal, análisis de costos y sistemas de costos estándar.
- Diseño e instalación de estudios de factibilidad y sistemas de análisis.
- Diseño e instalación de sistemas de información gerencial.
- Desarrollo de medidas de eficiencia y estándares (medición de trabajo).
- Sistemas, procedimientos y políticas de oficina.
- Estudios de localización de planta, con mercados potenciales, fuentes de materia prima, suministro de mano de obra, financiamiento e impuestos.
- Sugerencias de capacitación al personal (incrementar productividad en base a la mano de obra).

### **1.3 PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA; UN RETO PARA EL INGENIERO INDUSTRIAL.**

El Ingeniero Industrial se enfrenta con desafíos bastante importantes. Estos desafíos son aún más agudos en los países en desarrollo; como resultado de ciertas condiciones típicas de su cultura y su política.

Es importante comprender, que en los países desarrollados se entiende por **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**, a aquel programa promotor de eficiencia, lo que simplifica de alguna forma, dicho programa, pero en países en desarrollo, un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA** con pocas excepciones, se enfrenta al desafío de motivar a la Gerencia y de educar a las personas con quienes se va a trabajar, antes de solicitar su apoyo y su ayuda, principalmente, porque falta conocimiento en el uso y aplicación de un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**; su importancia y la viabilidad de sus contribuciones al desarrollo de nuestras empresas.

Otro desafío estiba en el hecho de que la mayoría de las técnicas disponibles para la aplicación de un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**; son producto de investigación y experiencia en países bien desarrollados. Hay que tomar en cuenta entonces, las diferencias sociales, políticas y culturales entre los países en desarrollo y los países desarrollados.

Por ejemplo; en los países desarrollados, donde hace falta mano de obra y, en general, se tiene exceso de capital; se espera aumentar la eficiencia en la operación de cualquier sistema, mediante la automatización.

En nuestros países se presenta el problema al revés: sobra la mano de obra no especializada y falta el capital.

Podemos concluir que, dadas las condiciones actuales en nuestra economía; es necesario establecer un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A REDUCIR COSTOS** el cual nos ayudará a adoptar metodologías fáciles, que nos servirán para educar, motivar y guiar al personal de la empresa, en la búsqueda de ahorros potenciales que, llevarán a la empresa a un nivel competitivo superior.

#### **1.4 LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y SU RELACION CON OTRAS AREAS DE LA EMPRESA.**

La Ingeniería Industrial (Depto. de Ingeniería Industrial en una Compañía), es una área de servicio que, como se ha mencionado con anterioridad, desarrolla un papel importante, dentro de la Empresa.

La Ingeniería Industrial no puede lograr el éxito deseado (una mayor productividad) por sí sola. Al contrario; tiene que relacionarse con otros departamentos, para lograr que su trabajo sea efectivo. Esta interrelación con otros departamentos de la Compañía, es algo natural, ya que el último fin de todos ellos, está enfocado al bienestar y sobrevivencia de la Compañía.

El establecimiento de un **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A LA REDUCCION DE COSTOS** es un ejemplo palpable de dicha interrelación, ya que como se verá más adelante, cada uno de los departamentos de la Empresa contribuirá con su granito de arena para que este programa tenga éxito.

El Ingeniero Industrial, con la ayuda de otros departamentos, detectará las áreas de oportunidad (mejoras) que pueden llevarse a cabo dentro de la planta (áreas productivas). Estudiará en base a métodos establecidos (estudios de factibilidad etc.) qué mejoras proporcionarán una mayor utilidad o una mayor productividad dentro de las áreas productivas, redistribuirá y coordinará el trabajo entre los departamentos involucrados y, finalmente, proporcionará los resultados reales obtenidos.

La FIG. 3 muestra dicha interrelación.

## RELACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL CON OTROS DEPARTAMENTOS

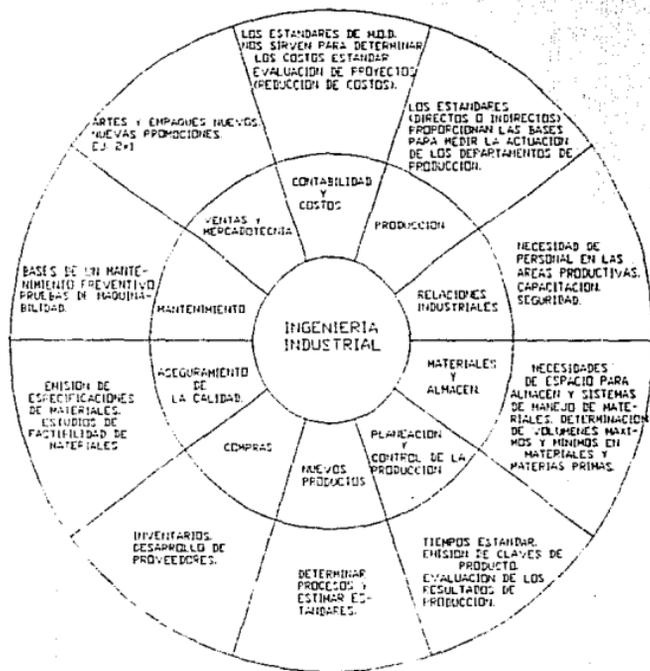


FIG. 3

## **II. CONOCIMIENTO DE LA PLANTA**

### **2.1 MEDICION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

Los Estándares de Producción, son estándares desarrollados para mano de obra directa y mano de obra indirecta, usando estudios de trabajo y técnicas de medición de trabajo reconocidos.

Estudio de tiempo, es el procedimiento que se utiliza para estimar el tiempo requerido para llevar a cabo una tarea, usando un método establecido. El resultado de estimar el tiempo, el cual incluye tolerancias (personales, máquina, etc.), es el TIEMPO ESTANDAR para realizar la actividad en cuestión.

#### **2.1.1 Uso de los Estándares de Mano de Obra**

Los estándares de mano de obra, son una de las principales herramientas de medición de la industria y son comunmente usados para los siguientes propósitos:

1. Para establecer estándares de desempeño individuales y en grupo. (Los estándares de producción establecen días de trabajo, precisamente para un pago justo).
2. Para determinar la utilización operador/máquina.

3. Para coordinar y balancear el trabajo de personal.
4. Para determinar requerimiento de equipo y mano de obra. (Los estándares permiten a un planeador, calcular el número de gente y el tipo de equipo necesario para alcanzar los requerimientos de producción).
5. Para comparar métodos.
6. Para establecer itinerarios. (Los itinerarios de producción deben basarse en medidas confiables, para permitir una mejor coordinación de las operaciones del departamento).
7. Para determinar costos estándar.
8. Para fijar exactamente áreas, que requieran acciones correctivas.
9. Para determinar la efectividad de supervisión. (Un supervisor es provisto de materiales, máquinas, herramientas y métodos. Es importante el supervisar su coordinación, para lograr los resultados esperados. Los estándares indican la proporción con la cual se espera

que el supervisor coordine sus recursos y, posteriormente, mida sus resultados).

10. Para determinar la efectividad de operación. (Una vez que el plan de operación está basado en estándares de producción sólidos; puede ser usado como una medida más confiable, con la cual los resultados "Reales" son medidos.

## 2.2 ESTANDARIZACION DE UNA PLANTA (FARMACEUTICA).

### Introducción

Esta sección servirá como una guía para lograr la estandarización de cualquier tipo de planta industrial. Para efectos de una mejor comprensión, se mostrarán algunos pasos lógicos (metodología), que nos encaminarán, a través de varios temas, necesarios para entender y desarrollar estándares de mano de obra. La determinación de dichos estándares, es muy importante; ya que con ellos podremos obtener una radiografía (Base) de la planta productiva para, posteriormente, establecer un Programa de Mejora Continua, enfocado a reducir costos y finalmente, medir sus alcances.

A partir de este punto, toda la información se referirá al establecimiento de un PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA en una planta farmacéutica

(productora de cepillos dentales y antisépticos para la higiene bucal), sin que esto limite la aplicación de dicho programa, a cualquier ramo de la industria.

Las secciones que se cubrirán a continuación son las siguientes:

**2.2.1 Ingeniería de Métodos**

**2.2.2 Estudios de Tiempos**

**2.2.3 Balanceo de Líneas**

**2.2.4 Estándares de Producción**

Ver FIG. 4

**2.2.1 Ingeniería de Métodos**

La Ingeniería de Métodos, intenta eliminar todos los elementos u operaciones innecesarias y obtener así, el mejor método para realizar aquellos elementos que forman parte de las operaciones productivas.

A continuación se enlistan 4 pasos para lograr la optimización de métodos:

- 1) Análisis de la operación.
- 2) Muestreo de trabajo.

DESARROLLO DE ESTANDARES  
DE INGENIERIA PARA  
MANO DE OBRA DIRECTA  
E INDIRECTA.

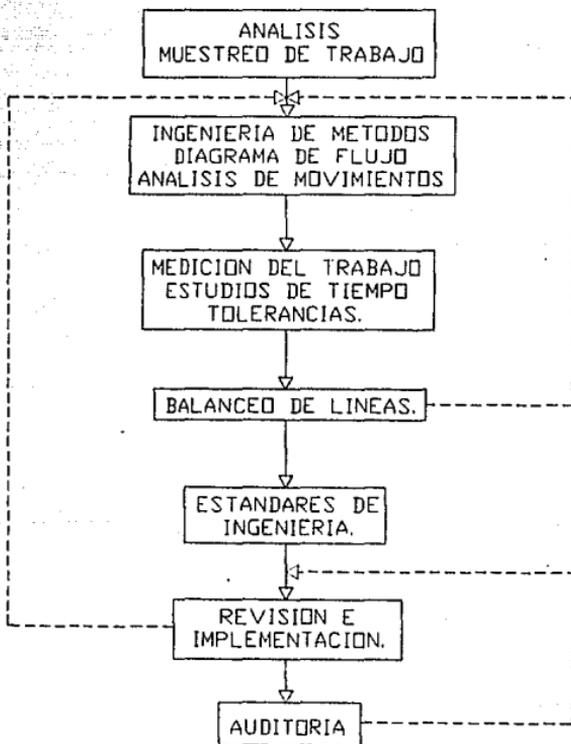


FIG. 4

3) Diagrama de flujo de proceso.

4) Economía de movimientos.

**1) Análisis de la operación**

Esta clase de análisis, separa el trabajo en factores como requerimiento de inspección, de materiales y manejo de materiales. Cada uno de estos factores es examinado críticamente, para descubrir todas las posibilidades para mejorar los métodos.

Diez factores deben considerarse:

- Propósito de la operación
- Materiales
- Diseño de partes
- Lugar de trabajo
- Análisis de procesos
- Posibilidades de mejora
- Requerimiento de materiales
- Condiciones de trabajo
- Manejo de materiales
- Métodos

Existen 6 preguntas que son aplicadas a cada uno de los factores anteriores.

**¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Cómo?, y ¿Por qué?. Respuestas inteligentes a dichas preguntas, nos llevarán a las áreas donde las mejoras son posibles.**

## **2) Muestreo de Trabajo.**

"El muestreo es una técnica de análisis, basada en las leyes de la probabilidad". Es un estudio aplicado a grupos de gente y/o máquinas. Consiste en un número predeterminado de observaciones (Random), para cuantificar retrasos y otros factores no-productivos, que intervienen en la operación. (Entrar a una área de trabajo a diferentes horas y por diferentes entradas mejora las probabilidades de obtener condiciones reales).

### **Sumario:**

Los siguientes pasos sirven para llevar a cabo un muestreo de trabajo:

- 1. Establecer el objetivo.**
- 2. Establecer el área de estudio.**
- 3. Establecer las categorías productivas y no-productivas.**
- 4. Estimar el porcentaje de ocurrencia de las actividades medidas.**
- 5. Determinar la precisión de los resultados.**
- 6. Determinar el número de observaciones que se harán.**

- 7. Determinar la ruta de observación.**
- 8. Establecer los horarios de observación.**
- 9. Preparar el estudio con un formato propuesto.**

**La FIG. 5 es un muestreo de trabajo del área de fabricación de cepillos.**



### **3. Diagramas de Flujo de Procesos.**

**"Un diagrama de flujo de procesos, es una forma gráfica; que describe los pasos separables de un procedimiento, el cual, se utiliza para realizar un trabajo, que se requiere para modificar un producto desde una etapa a otra".**

**Para facilitar el entendimiento de toda una operación, la Ingeniería de Métodos utiliza una gama de símbolos (estándar), para detallar los procesos de manufactura, como una secuencia de actividades productivas.**

**Las actividades de un Diagrama de Procesos, están clasificadas bajo cinco títulos:**

- Operación**
- Transportación**
- Inspección**
- Retrasos**
- Almacenamiento**

**Estos símbolos se usan en algunas técnicas (Diagramas), tales como:**

# MANUFACTURA DEL CEPILLO

## DIAGRAMA DE FLUJO

ALMACENAMIENTO DE  
MATERIALES.

INYECCION DE MANGOS

INSPECCION

ALMACENAMIENTO

ENCERBADO DE CEPILLO

ACONDICIONAMIENTO DEL  
CEPILLO.



FIG. 6

- **Diagramas de Flujo de Procesos.** (Ayudan a diseñar el mejor proceso posible y área de trabajo, antes de empezar a trabajar).
  
- **Diagramas de Operación.** (Analizan una operación específica; búsqueda de mejoras).
  
- **Diagramas de Análisis de Hombres.** (Describen gráficamente todos los pasos que realiza una persona, para cumplir con sus tareas laborales). El objetivo es minimizar elementos no-productivos, tales como retrasos, transportación, almacenamiento, etc.

#### **4. Economía de Movimientos**

Una de las técnicas disponibles para lograr un mejor método de trabajo, es la aplicación de los principios de la Economía de Movimientos. Nuestro objetivo es eliminar las pérdidas causadas por el innecesario uso de la energía humana.

La economía de movimientos puede ser separada en 5 categorías:

- a) El cuerpo humano
- b) El lugar de trabajo
- c) Herramienta y equipo

- d) Manejo de materiales
- e) Conservación de tiempo

**a) El Cuerpo Humano**

- Usar las dos manos para lograr un trabajo productivo.
- Ambas manos deben moverse simultáneamente, en dirección opuesta y simétrica, empezando y terminando sus movimientos al mismo tiempo.
- Movimientos circulares, suaves y continuos, deben de desarrollarse para manos y brazos.
- El trabajo debe estar adaptado para permitir un desarrollo rítmico y automático.
- Dentro de los límites de la operación, es importante moverse en distancias cortas posibles y usar la clase de movimiento práctico, más bajo.

**Clases de movimiento:**

1. Movimiento de dedos
2. Movimiento de dedos y muñeca
3. Movimiento de dedos, muñeca y antebrazos
4. Movimiento de dedos, muñeca, antebrazo y parte superior del brazo
5. Movimiento de dedos, muñeca, antebrazo, parte superior del brazo y tronco
6. Movimientos que requieren el uso de piernas y pies (caminar)

**b) Lugar de trabajo**

- El lugar de trabajo debe diseñarse, para que el movimiento de manos y brazos se mantenga dentro del área normal de trabajo.
- El trabajo que requiera el uso de la vista, debe permanecer dentro del campo visual normal.
- La altura del lugar de trabajo, debe ser diseñada para permitir trabajar ya sea, de pie, o sentado.
- El área de trabajo debe estar limitada para minimizar el movimiento (caminar).
- Buenas condiciones de trabajo, en un lugar de trabajo; permiten un mejor desempeño.

**c) Herramientas y Equipo**

- Las herramientas y equipos deben de ser colocados en un lugar pre-establecido para su fácil manejo.
- Uso de pedales, cuando sea posible, para mantener las manos libres y poder así, realizar otro trabajo.
- Proveer de expulsores para remover el producto terminado.
- Localizar los controles de las máquinas, para una fácil operación.
- Considerar el uso de dispositivos, para realizar operaciones.

**d) Manejo de Materiales.**

- Diseñar el trabajo, para un fácil manejo.
- Uso de la gravedad para lograr el movimiento de materiales.
- Identificar los materiales para el próximo proceso.

**e) Conservación del Tiempo**

- Cuestiona todo paro de máquina u hombre.
- El movimiento que requiere menos pasos o elementos, usualmente es el que toma menor tiempo.
- El trabajo debe ser desarrollado, mientras la máquina está corriendo y la máquina debe estar corriendo, mientras el trabajo es desarrollado.
- Es importante que 2 o más partes, puedan ser procesadas al mismo tiempo.

### **2.1.2 Estudio de Tiempos**

El Estudio de Tiempos, es un medio utilizado para establecer un tiempo estándar. Existen 3 métodos de Estudio de Tiempo. Cada uno de los cuales, tiene su uso y área de aplicación definida.

1. Observación Directa y Medición.
2. Estándares sintetizados.
3. Estándares estadísticos.

Debido a que el último fin de este proyecto, no es la estandarización de la planta, únicamente se mostrará el Método de Observación Directa, el cual es el más básico, pero a la vez, cumple con nuestras necesidades.

Este método requiere la observación directa de una operación, tal como es desarrollada y una apropiada medición, llevada a cabo por un reloj vuelta a cero.

## **Procedimiento**

El paso siguiente, es medir el trabajo. Se debe seleccionar a un operador que haya sido entrenado para realizar la operación (tarea laboral) y que la desarrolle a un nivel aceptable. El primer paso para llevar a cabo las observaciones, es subdividir la operación en un número pequeño de operaciones. Algunas recomendaciones par poder subdividir la operación en elementos, son las siguientes:

- Que los elementos sean fácilmente detectables y con puntos de finalización, bien definidos.
- Que sean convenientemente medibles.
- El tiempo manual, debe ser separado, del tiempo máquina.
- Separar tiempo interno (trabajo hecho durante el ciclo de la máquina), del tiempo externo, (trabajo hecho cuando la máquina esta parada).
- Los elementos constantes, deben separarse de los elementos variables.  
Ejemplo; mover una pieza de tamaño estándar (constante), vs. mover varias piezas de diferentes tamaños (variable).
- Los elementos regulares e irregulares, (frecuencia) deben ser separados.

### **Nivelación de Tiempo.**

**La nivelación, es el procedimiento por el cual, el Ingeniero Industrial, convierte el tiempo recopilado durante el estudio, en tiempo "normal", que es justo para todos los operadores. Se añaden tolerancias personales al tiempo normal, para obtener de esta forma, el TIEMPO ESTANDAR de una operación.**

**La nivelación es necesaria, ya que no todos los operadores trabajan al mismo ritmo; algunos son más rápidos y otros son más lentos. La nivelación, se lleva a cabo, en base a juicios; sin que esto signifique, que no pueda ser precisa. Nos referimos a tiempo normal, en un Estudio de Tiempos, al ritmo con el cual un operador puede hacer su trabajo más eficazmente; entendiéndose por eficazmente lo siguiente:**

- Un operador es más eficaz, cuando usa la menor cantidad de energía para desarrollar su trabajo.**
- Un operador es más eficaz, cuando usa movimiento relajados y naturales para desarrollar su trabajo.**

### **Factor de Nivelación.**

La determinación del Factor de Nivelación, es importante para lograr obtener lecturas, a ritmos normales de trabajo. Este Factor de Nivelación, es usado para modificar el promedio actual de tiempo de la operación, para producir el tiempo normal de la operación. (Tiempo Promedio x Factor de Nivelación = Tiempo Normal).

El Factor de Nivelación, se determina en los pasos siguientes:

#### **1. Determinación de la velocidad del operador:**

- Arriba de lo normal
- Normal
- Abajo de lo normal

#### **2. Determinación del rango en que cae el operador:**

100 % Escala de rangos.

70 % Mínimo	100 % Normal	130 %
80 %	110 %	140 % Máximo ritmo
90 %	120 %	

### **3. Determinar rangos específicos.**

Si las condiciones son variables; la operación debe ser estudiada a diferentes horarios, o al momento en que las condiciones son las más normales posibles; para asegurar que el cambio en las condiciones de trabajo no conduzcan a la obtención de estándares erróneos.

**Ejemplo:**

Si el tiempo real para terminar una tarea, fue observado a 0.102 minutos, y el ritmo de trabajo fue estimado a 110%; entonces el tiempo normal para llevar a cabo esa tarea, será ajustado de la siguiente forma: (Ver FIG. 7)

$$0.102 \times 1.1 = 0.1125 \text{ minutos.}$$

**Tolerancias**

Después de que el Estudio de Tiempo se ha terminado y ajustado a un tiempo "normal", existen otras tolerancias que deben ser consideradas.

- Tolerancias personales.
- Tolerancias por ocurrencias irregulares, que no están contempladas en el Estudio de Tiempo.
- Tolerancias máquina.

Estas tolerancias difieren de las de Nivelación o Tolerancias normales, ya que generalmente, están relacionadas con factores externos al trabajo. Estas tolerancias generalmente se aplican a cada elemento de la operación y representan un bloque de tiempo acumulado, para un número de ciclos.

Los distintos tipos de tolerancias personales, no serán explicados a detalle, ya que, como se verá más adelante, pueden ser encontrados en tablas. Únicamente veremos la aplicación de éstos en los estándares que calculemos posteriormente.

Las tolerancias máquina y ocurrenciales, se determinarán en base a alguno de los métodos de estudio antes mencionados en este capítulo y serán diferentes para cada uno de los procesos. Los estándares que se determinarán más adelante ejemplificarán mejor, dichas tolerancias.

ESTUDIO DE TIEMPO

CIA. DE CEPILLOS DENTALES

PRODUCTO: CEPILLO DENTAL											LINEA: 1					
PRESENTACION: 24'S											FORMA FARMACEUTICA:		CLAVE: 000001			
OPERACION: ENSAMBLE											NOMBRE MECANICO: ARMANDO		LOTE: 25			
NOMBRE DEL OPERARIO: ROBERTO SANCHEZ											No. CP: 1412					
NOMBRE DEL SUPERVISOR: JOSE L. HERNANDEZ											UNIDAD: CEPILLO		No. MAG: 3			
ELEM No	DESCRIPCION DE ELEMENTOS	O/M	LECTURAS (T.M.)										TIEMPO TOTAL	TIEMPO PROM	OC.	TIEMPO CRON POR ELEM(MIN)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	COLOCACION DE CEPILLO EN ESTUCHE.	T.	13	31	24	34	41	30	38	29	16	22	278	0.032	90	0.029
		PZ.	4	9	8	10	13	9	12	6	7	9	87			
		T.	41	31	19	28	24	26	25	16	19	33	263	0.031	100	0.031
		PZ.	11	10	8	10	7	10	6	8	8	10	86			
		T.	25	31	29	13	27	27	9	19	17	12	208	0.029	115	0.034
		PZ.	9	11	9	4	8	7	3	8	9	4	71			
		T.	35	12	22	25	11	10	20	20	25	182	0.032	90	0.029	
		PZ.	9	3	10	7	4	9	7	5	9	57				
		T.	16	33	21	25	43	28	30	13	3	214	0.016	100	0.016	
		PZ.	5	11	6	10	12	9	8	6	6	135				
		T.	27	25	27	33	20	30	21	15	22	221	0.031	100	0.031	
		PZ.	12	8	4	9	3	11	6	7	9	71				
		T.	16	25	12	36	25	26	12	19	19	16	208	0.030	100	0.030
		PZ.	8	7	5	8	7	7	5	8	7	7	69			
		T.	20	24	12	20	20	31	22	12	13	18	192	0.027	105	0.029
		PZ.	7	7	7	8	8	8	10	3	6	6	70			
FACTOR DE NIVELACION			TIEMPO CRONOMETRADO A													
EMPEZO: 8 TERMINO: 8.43		NETO	CANT. FZAS 576										GRADO DE MOVIMIENTO			
A) TIEMPO CRONOMETRADO			D) TIEMPO STD POR PIEZA										E) HORAS STD POR 1000 FZAS (CX16.7)		0.028	
B) TIEMPO NORMAL			F) PROC. STD POR HORA													
C) TIEMPO STD DE CP/PZA																

FIG 7

### **2.2.3 Balanceo de Líneas**

El Balanceo de Líneas, es una técnica de extrema importancia, que nos permite maximizar la utilización de mano de obra y maquinaria.

La FIG. 8, muestra el balanceo de una de las líneas de Acondicionamiento de Cepillos.

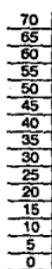
Una línea de producción no balanceada, se caracteriza porque algunas estaciones/trabajadores, están ociosas; mientras otros están trabajando arduamente. Un intolerable inventario de producto en proceso, puede ser el resultado de una línea no balanceada.

Algunas de las ideas para mejorar la utilización de hombres y máquinas, se enlistan a continuación:

- Todos los operarios deben laborar al mismo porcentaje de desempeño, que la estación más lenta (cuello de botella). Sin embargo este tipo de balanceo de línea, puede acarrear una baja utilización de las otras estaciones de la línea.
- Físicamente, alterar el sistema para mejorar el balanceo de la línea por medio de un método nuevo (mejorado) en la estación más lenta.
- Duplicar la estación más lenta (cuello de botella), para incrementar capacidad en esa estación.

### BALANCEO DE UNA LINEA DE ACONDICIONAMIENTO DE CEPILLO

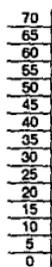
PZS/MIN.



OPERADORES  
A Y B  
SON LOS  
CUELLOS DE  
BOTELLA.

LINEA DE PRODUCCION NO BALANCEADA

PZS/MIN.



LINEA DE PRODUCCION BALANCEADA

- A.- COLOCADORA DE CEPILLO EN ESTUCHE
- B.- CERRADORA DE ESTUCHES
- C.- ETIQUETADORA
- D.- EMPACADORA
- E.- INDIRECTO

FIG. 8

- Redistribuir el trabajo entre las operaciones.
- Correr tiempo extra en la estación más lenta, para cubrir con la demanda requerida.

Es casi imposible alcanzar un balanceo de línea al 100%, pero una combinación de las ideas antes mencionadas, puede ser adoptada para lograr mejorar la eficiencia.

#### **2.2.4 Estándares de Producción**

Un Estándar de Producción, no debe permitir ineficiencias, debido a:

- Velocidades (operario) menores que las permitidas.
- Métodos de trabajo incorrectos.
- Fallas mayores de equipo (no predecibles).
- Exceso de personal.
- Excesos de descansos; (café, personales).
- Retrasos debido a una mala planeación.
- Velocidades incorrectas de máquinas.
- Asignar a un operador un trabajo establecido, para el cual no haya sido entrenado.
- Inicio y terminación de labores a destiempo.
- Servicio pobre a las líneas de trabajo.

**Una vez que el estándar es establecido, no debe olvidarse. (Mejoras graduales en proceso o línea de producción, pueden pasar desapercibidas y causar algunos cambios importantes en los estándares).**

**Un estándar debe reflejar niveles de logros prácticos, considerando:**

- **Tiempo personal**
- **Fatiga**
- **Contingencias**
- **Retrasos**
- **Métodos correctos**
- **Velocidades de método correctas**
- **Balanceo de líneas**

**Los formatos y metodología se explican a continuación:**

**FIG. 9 a 13**

## RESUMEN DE TIEMPOS

### 1. - COLOCAR CEPILLO EN ESTUCHE

TIEMPO	LECTURAS	T. X L	TIEMPO S.T.D.
0.0291	80	2.328	
0.0273	160	4.368	
TOTAL	240	6.696	0.0279

### 2. - CERRADORA DE ESTUCHE.

TIEMPO	LECTURAS	T. X L	TIEMPO S.T.D.
0.0499	110	5.489	
0.0478	80	3.824	
TOTAL	190	9.313	0.0490

### 3. - VELOCIDAD MAQUINA PONY.

60 GOLPES/MINUTO      0.0166

### 4. - EMPACADORA.

TIEMPO	LECTURAS	T. X L	TIEMPO S.T.D.
0.0144	173	2.4912	
0.0149	110	1.6390	
TOTAL	283	4.1302	0.0146

### 5. - ACONDICIONADOR

0.0128

FIG. 9

### DESGLOSE DE TOLERANCIAS

I.-SUPLEMENTOS CONSTANTES.	HOMBRE	MUJER
A)SUPLEMENTO POR NECESIDADES PERSONALES.	5	7
B)SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA.	4	4
II.- CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA.		
A)TENSION VISUAL TRABAJO BASTANTE MONOTONO.	0	0
B)MONOTONIA MENTAL TRABAJO BASTANTE MONOTONO.	1	1
C)MONOTONIA FISICA TRABAJO ALGO ABURRIDO.	0	0
III.- INICIACION Y TERMINACION DE LABORES.	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>15</b>

FIG. 10

HOJA DE ESTANDARES

OPERACION O PROCESO:
PRODUCTO:
DEPARTAMENTO:

EMPAQUE  
 CEPILLOS  
 ACONDICIONAMIENTO

No.	DESCRIPCION	No. DE PERSONAS	TIEMPO NORMAL	FACTOR DESCANSO	S.T.D	FRECUENCIA	S.T.D. UNIDAD FCIA
1	COLOCAR CEPILLO EN ESTUCHE	2	0.0279	1.15	0.0321	1/1	0.0321
2	CERRAR ESTUCHE	3	0.0490	1.15	0.0564	1/1	0.0564
3	ETIQUETADORA	1	0.0166	-	-	1/1	0.0166
4	EMPACAR PRODUCTO LISTO	1	0.0146	1.15	0.0168	1/1	0.0168
5	INDIRECTO	1	0.0128	1.13	0.0145	1/1	0.0145
	TOTAL	8					0.1363

FIG. 11



## RESUMEN DE ESTANDARES DE PRODUCCION

INGENIERIA INDUSTRIAL  
ELABORO :   JUAN JOSE AVENDAÑO  

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	H.H./ 1000 PZ.	PIEZAS/ HORA.
ACONDICIONAMIENTO LINEA #1				
000C001	STYLE ADULTO	PZA	3.467	2307
000C002	STYLE NIÑO	PZA	3.467	2307
000C003	STYLE LUXE ADULTO.	PZA	3.467	2307
000C004	STYLE LUXE NIÑO	PZA	3.467	2307
000C005	STYLE - TEC.	PZA	3.467	2307
LINEA #2				
000F001	ANTISEPTICO BUCAL ADULTO 250 ML.	BOTELLA	6.15	1950
000F002	ANTISEPTICO BUCAL NIÑO 50 ML.	BOTELLA	5.75	2000
FABRICACION LINEA #3				
00C001ST	STYLE ADULTO	PZA	1.7	800
00C002ST	STYLE NIÑO	PZA	2.43	950
00C003ST	STYLE LUXE ADULTO.	PZA	1.7	800
00C004ST	STYLE LUXE NIÑO	PZA	2.43	950
00C005ST	STYLE - TEC.	PZA	1.39	850
LINEA #4				
00F001ST	ANTISEPTICO BUCAL ADULTO	2000 LTS.	16.5	(LOTE)
00F002ST	ANTISEPTICO BUCAL NIÑO	1000 LTS.	9.25	(LOTE)
LINEA #5 INYECCION				
000C001	STYLE ADULTO	PZA	1.48	1010
000M002	STYLE NIÑO	PZA	1.25	941
000M003	STYLE LUXE ADULTO.	PZA	1.48	1010
000M004	STYLE LUXE NIÑO	PZA	1.25	941
000M005	STYLE - TEC.	PZA	1.48	1010

FIG. 13

## **2.3 CALCULO DEL REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA**

Entendemos por "requerimiento de mano de obra"; el número de personas (directas) que necesitan los diferentes departamentos productivos, para cumplir con el plan de producción mensual. El cálculo está basado directamente, en los estándares de mano de obra y los días productivos del mes.

En base a estimados de ventas; Planes de Producción, se encarga de emitir el plan de producción mensual, así como los días productivos del mes, con los que cuentan los departamentos, para obtener la producción.

Ingeniería Industrial calcula el número de personas, necesarias para cumplir con el plan de producción, en base a los estándares de producción y a los días productivos del mes. Posteriormente, proporciona la información a los superintendentes de cada departamento productivo, al departamento de Planes de Producción y a Recursos Humanos.

### **Metodología**

- 1. Se obtiene el plan de producción (O.P.); el cual contiene todos los productos fabricados dentro de la Compañía.**

2. Se multiplica el plan de producción (O.P.) por el desperdicio (%) de cada uno de los procesos y se obtiene (O.P.%).
3. Se multiplica el (O.P.%) por los estándares de producción (H.H./1000 pz) de cada uno de los productos y se obtienen las horas hombre (H.H.).
4. Se dividen las horas hombre (H.H.) entre el total de horas disponibles (días productivos \* 8.33 hrs./día). Finalmente, se obtiene el número de hombres necesarios para cumplir con la producción de cada uno de los productos.

La FIG. 14 nos muestra el cálculo de requerimiento de personal para un mes dado.

Es necesario recalcar que el requerimiento de mano de obra es importante, no sólo para conocer los requerimientos mensuales de personal, también se utiliza para llevar a cabo la presupuestación anual ( horas hombre necesarias para el próximo año) y para conocer y nivelar las necesidades de personal (mes alto de producción vs. mes bajo de producción), con el fin de que Recursos Humanos pueda reclutar a la gente necesaria para la producción, así como liquidar a la gente, que ya no se necesita en las diferentes áreas productivas.

**NOTA:** Una base importante en este punto, es el desarrollo de estándares de mano de obra, los cuales se explican en los primeros puntos de este Capítulo.

CALCULO DE REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA.

PERSONAL

INGENIERIA INDUSTRIAL  
ELABORADO POR: JUAN JOSE AYENORIANO

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	QDT MENSUAL (600 S)	% SCRAP	QDT SCRAP	H/H 1000 PZ.	H.H.	HRS. PROD. MES (E. 23725 PZ/DIA)	HOMBRES DAS 20
<b>CONDICIONAMIENTO LINEA #1</b>									
000C001	STYLE ADULTO	PZA	500	1.00	500	3.467	1750.84	167	10.40
000C002	STYLE NIÑO	PZA	180	1.00	181.8	3.467	630.90	167	3.77
000C003	STYLE LUJE ADULTO	PZA	200	1.00	202	3.467	700.33	167	4.19
000C004	STYLE LUJE NIÑO	PZA	79	1.00	78.78	3.467	272.13	167	1.64
000C005	STYLE-TEC.	PZA	150	1.00	151.5	3.467	525.25	167	3.15
<b>LINEA #2</b>									
00F001	ANTISEPTICO BUCAL ADULTO 250 ML.	BOTELLA	40	2.00	43.2	6.15	250.92	167	1.50
00F002	ANTISEPTICO BUCAL NIÑO 50 ML.	BOTELLA	50	1.50	50.75	5.75	291.81	167	1.75
<b>TOTAL</b>									<b>29.48</b>
<b>FABRICACION LINEA #3</b>									
000C01ST	STYLE ADULTO	PZA	500	1.20	511.00	1.7	868.80	167	5.20
000C02ST	STYLE NIÑO	PZA	181.8	1.20	183.618	2.43	447.06	167	2.65
000C03ST	STYLE LUJE ADULTO	PZA	202	1.20	204.424	1.7	347.52	167	2.08
000C04ST	STYLE LUJE NIÑO	PZA	78.78	1.20	79.7236	2.43	199.73	167	1.16
000C05ST	STYLE-TEC.	PZA	151.5	1.20	153.218	1.36	213.11	167	1.28
<b>LINEA #4</b>									
00F001ST	ANTISEPTICO BUCAL ADULTO	2000 LTS	5.1	-		10.5	64.15	167	0.50
00F002ST	ANTISEPTICO BUCAL NIÑO	1000 LTS	6.34375	-		9.25	58.09	157	0.35
<b>TOTAL</b>									<b>13.25</b>
<b>LINEA #5 INYECCION</b>									
000M001	STYLE ADULTO	PZA	511.00	3.00	526.3518	1.48	779.06	167	4.67
000M002	STYLE NIÑO	PZA	183.618	3.00	188.5010	1.25	226.86	167	1.42
000M003	STYLE LUJE ADULTO	PZA	204.424	3.00	210.5567	1.48	311.82	167	1.87
000M004	STYLE LUJE NIÑO	PZA	79.72536	3.00	82.11712	1.25	102.55	167	0.61
000M005	STYLE-TEC.	PZA	153.218	3.00	157.9175	1.48	233.72	167	1.40
<b>TOTAL</b>									<b>9.96</b>
<b>GRAN TOTAL</b>									<b>42.70</b>

## **2.4 DETERMINACION Y UTILIZACION DE LA CAPACIDAD DE PLANTA.**

"La capacidad productiva (planta), es el número de unidades físicas, que puede producir la planta (hombre-máquinaria-equipa), en condiciones normales, ya sea diariamente o anualmente".

"El factor de utilización de la planta, es el % (cosecante) que se obtiene entre la producción actual vs. capacidad actual efectiva".

Es importante conocer y tener al día, cuál es nuestra capacidad productiva anual, así como, el porcentaje de utilización que se tiene de ella; ya que esta información muchas veces es requerida por, o para:

- a) Requerimientos gubernamentales (Hacienda).
- b) Posibles exportaciones.
- c) Reportes anuales de utilización de la planta.
- d) Solicitud de nuevo equipo (justificación de maquinaria), etc.

## Metodología

1. Se clasifica el equipo por área productiva.
2. Se hace una breve descripción del equipo:
  - a) Tamaño
  - b) Tipo
  - c) Edad
3. Se obtiene su capacidad promedio (velocidad en unidades por minuto).
4. Se calcula un factor de eficiencia del equipo (estadísticas de producción).
5. Se obtiene la capacidad anual efectiva por turno, al multiplicar:  
 $(\text{unid./min.}) * (60 \text{ min/hr.}) * (\% \text{ eficiencia}) * (\text{hrs/turno}) * (\text{turnos/año})$
6. Se obtiene la producción anual actual en 000's de unidades.
7. Se compara la producción anual actual vs. capacidad anual efectiva por turno, para conocer el % de utilización de la planta (basado en un turno), de todos nuestros equipos.

La tabla de la FIG. 15, nos muestra nuestra capacidad. Si es necesario, o no la adquisición de nuevo equipo y por supuesto, con cuál equipo cuenta la planta.

ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PLANTA, ASI COMO LA UTILIZACION DE LA MISMA.

DIVISION: MANUFACTURA.

UTILIZACION DE EQUIPO PRINCIPAL.

Máquina(nombre y constructor) (000's)	Edad. Aprox.	Tipo/ Tamaño	Capacidad Promedio.	Capacidad Desarrollo % Factor.	Capacidad Anual Efectiva Por Turno.	Produccion Anual Actual.	% Utilización Basada en Un Turno.
<b>Acondicionaminto Cepillos</b>							
3 Etiquetadoras - Pony	10 10 11	-	125 U.P.M.	80	14400	12500	86.8
<b>Acondicionaminto Antisépticos.</b>							
1 Llenadora - Cozoli	7	-	40 U.P.M.	70	3225	1500	46.5
<b>Fabricación Cepillos</b>							
2 Enceradoras automáticas. Boucheria	2 2	Tb-2	30 U.P.M.	85	2880	7795	270.7
1 Enceradora automática Zahoransky	1	Z-2	18 U.P.M.	85	1762	2550	144.7
1 Enceradora automática Zahoransky	3	Z-1	22 U.P.M.	75	1680	545	32.4
<b>Inyección de Plásticos</b>							
2 Inyectoras Negri - Bossi	7 7	125 T	34 U.P.M.	75	3110	8305	267.0
1 Inyectora Bettenfeld	1	145 T	17 U.P.M.	75	1554	3560	229.1

FIG. 15

### **III. PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA, ENCAMINADO A LA REDUCCION DE COSTOS**

#### **3.1 EL COSTO DE UN PRODUCTO**

El costo de un producto, está formado por varias partes, como son: los materiales (materias primas), mano de obra y los gastos indirectos. Los tres puntos mencionados; son de gran importancia, ya que vienen a ser las áreas de búsqueda, para lograr una reducción de costos. Dos de las más significativas, y que son atacadas principalmente en este programa, son los materiales y la MANO DE OBRA DIRECTA.

Los costos de producción, juegan un papel importante en cualquier tipo de fábrica, ya que el buen control de éstos, nos lleva a una mayor competitividad. La finalidad primordial de este proyecto, es mostrar cómo se puede establecer un programa, para abatir costos en cualquier tipo de Compañía; qué procedimientos lógicos pueden utilizarse, qué áreas son susceptibles a lograr una reducción de costos y cómo afectan dichas reducciones los índices de productividad.

Es importante mencionar, que en los países del primer mundo, (Japón, Estados Unidos, etc.), a medida que la manufactura se automatiza cada vez más, la mano de obra directa decrece y el overhead se incrementa de tal modo, que la mano de obra directa ya no es de gran significancia para el

costo del producto. Debido a que los equipos automatizados reemplazan la mano de obra directa, las características de ambos; overhead y mano de obra directa, cambian. El Overhead está más orientado a las máquinas y también viene a ser más fijo, que variable. Los operadores de máquina tradicionales (mano de obra directa) están siendo reemplazados por técnicos, los cuales, monitorean varias máquinas y conducen su propio mantenimiento. La mano de obra directa cambia, de un costo directo, a un costo indirecto al ser reubicada.

En países como México, con un costo de mano de obra barato y con pocas posibilidades de inversión, en equipos automatizados de alto costo, la MANO DE OBRA DIRECTA, es de gran importancia en las operaciones productivas de una fábrica, por lo cual se explica a detalle, su integración al costo del producto, en los siguientes puntos (hojas de costos).

### **3.1.1 Reducción de Costos**

Las condiciones actuales del país, han conducido a la mayoría de las empresas a enfocarse en un punto primordial; reducir sus costos. Esto parece simple, pero en realidad, es una tarea muy difícil de llevar a cabo, ya que es todo un plan de trabajo, que involucra a diferentes departamentos en una Compañía.

Podemos entender por reducción de costos, el disminuir los costos de los procesos productivos (materiales, mano de obra, etc.), con el apoyo de toda la organización, para lograr la óptima integración del esfuerzo de todos, sin que afecte el nivel de servicio, que el cliente necesita (nivel de excelencia) y con la calidad que él requiera.

Durante el presente estudio (Capítulo IV), nos enfocaremos a los tres puntos siguientes:

- 1) Mano de Obra
- 2) Materiales
- 3) Procesos productivos

### **3.1.2 Hojas de Costo**

Las hojas de costo son de gran utilidad, ya que nos muestran como están constituidos nuestros productos; es decir, nos indican los materiales que son utilizados para la fabricación de cada uno de los productos de la planta y el costo de cada uno de estos materiales, hasta integrar el costo final (total) de los productos.

Debido a que no todos los materiales de la planta son comprados, es importante comprender cómo se lleva a cabo la obtención del costo de Mano de Obra fija y el costo de los Gastos Indirectos, de los productos fabricados dentro de la planta, para poder encontrar fácilmente las principales áreas de oportunidad, que nos conduzcan a reducciones de costo más significativas.

### **Obtención del Costo de Mano de Obra Fija y Gastos Indirectos**

#### **I. Estándares de Mano de Obra (Producción)**

Una parte importante, para poder obtener el costo de un producto, son los estándares de producción; que se utilizan para obtener el Costo de Mano de Obra Fija y el Costo de los Gastos Indirectos, de los materiales que se elaboran dentro de la planta. En el Capítulo I; se da una amplia explicación de los estándares de mano de obra, ya que éstos serán utilizados durante todo el proyecto. La correcta determinación y manejo de ellos, facilitará el establecimiento de un

### **PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A REDUCIR COSTOS.**

Más adelante se mostrará cómo está constituido el costo de uno de

nuestros productos, (Hoja de Costo) y cómo es que intervienen los estándares de producción.

## II. Cuotas de Mano de Obra Fija y Gastos Indirectos.

Al Igual que los estándares de mano de obra, las cuotas de M.O.F y G.I. nos sirven para obtener los Costos de Mano de Obra Fija y los costos de Gastos Indirectos. Es importante considerar la importancia de una correcta presupuestación, para la determinación de las cuotas antes mencionadas. Debido a que el último fin del proyecto, no es mostrar cómo llevar a cabo una correcta presupuestación, sino; las mejoras que pueden llevarse a cabo después de una presupuestación, únicamente mencionaremos qué puntos se consideran, al presupuestar, sin detallar a fondo, en ellos.

### a) Obtención de la Cuota de Mano de Obra fija.

- En base a las necesidades de la planta, se hace un presupuesto de la mano de obra (valor \$) que se va a utilizar, para satisfacer las demandas (mínimas) de producción, considerando los siguientes puntos: (gastos que se van a efectuar en un período determinado).

- Mano de Obra Directa	\$
- Tiempo Extra	\$
- Vacaciones y Días Festivos	\$
- Beneficios	\$
- Prima Vacacional	\$
- Días Festivos	\$
- Incapacidad I.M.S.S., etc.	\$
<b>Total</b>	<b>\$</b>

El total presupuestado \$, se divide entre el presupuesto de horas hombre presencia, que se va a tener en un tiempo determinado. (En este ejemplo se utilizan períodos de tres meses).

El presupuesto de horas hombre presencia (P.H.H.P.) se obtiene, a partir del cálculo del personal (número de personal que se necesita en las diferentes áreas productivas, para cumplir con el plan de producción), multiplicado por las horas/día (turno) y multiplicado por los días laborales del período (período de tres meses). Todo esto se divide entre un factor de seguridad (vacaciones e incapacidades).

**Ejemplo:**

$$\text{P.H.H.P.} = ((30 \text{ pers.})(8\text{hrs/día})(60 \text{ días/período}))/((1.1 \text{ Vac.}))$$

**Fact. Seg.**

$$\text{Cuota de M.O.F.} = (\$ \text{ presupuestado})/(\text{P.H.H.P.}) = \$$$

**b) Obtención de la Cuota de Gastos Indirectos**

El procedimiento es muy similar; pero en este caso, la presupuestación de los Gastos Indirectos es un poco más amplia.

- Tomar el mismo número de horas hombre presencia (P.H.H.P.) que se calcularon en el inciso anterior.

- Identificar los Gastos futuros (Presupuesto) en base a:

. Salarios Indirectos (Supervisión, Gerencia, etc.,)	\$
. Tiempo extra	\$
. Vacaciones y días Festivos	\$
. Beneficios	\$

. Gastos de Viaje	\$
. Renta de Autos	\$
. Papelería	\$
. Materiales diversos	\$
. Depreciaciones	\$
. Juntas de Trabajo (comidas)	\$
. Reparación de edificios	\$
. Reparación equipo fábrica	\$
. Gastos de limpieza	\$
. Energía Eléctrica	\$
. Combustible, gas y lubricantes, etc.	\$
. Gastos de Ocupación, etc.	
<b>Total</b>	<b>\$</b>

El total de Gastos \$, se divide entre el total de P.H.H.P., que se utilizarán para fabricar nuestros productos y, así, se obtiene una cuota de Gastos indirectos (promedio) por departamento.

$$\text{Cuota de G.I.} = (\text{Gastos } \$) / (\text{P.H.H.P. presencia}) = \$$$

Es muy importante notar, que las cuotas de M.O.F. y G.I. son diferentes de un centro productivo a otro, ya que los procesos son diferentes al igual que sus necesidades de producción. (Iguales cuotas para productos de un mismo centro, ya que su procesos son similares).

Finalmente, para obtener el costo de M.O.F y el costo de G.I. se multiplica el estándar de producción, por la cuota asignada a ese centro productivo.

A continuación se muestra cómo está integrado el costo de uno de nuestros productos (cepillo). Se muestran los diferentes centros productivos que intervienen en su fabricación, así como el cálculo del costo de mano de obra fija y gastos indirectos de cada uno de los centros, hasta obtener el costo total del cepillo.

## CIA. DE CEPILLOS DENTALES

CENTRO  
03

## HOJAS DE COSTO

\*MERMA INCLUIDA\*  
CANTIDAD 1,000  
RENDIMIENTO 1,000

000M1VE

MANGO VERDE STYLE ADULTO

CLAVE	DESCRIPCION	UM	MERMA	CANTIDAD	CST-MAT	IMP-UNIDAD	IMP-LOTE
000A1	ACETATO CELULOSA	KG.	5.0	10.3	11100.00	114.33	114330
000P4	PIGMENTO VERDE	KG.	5.0	0.12	120000.00	14.40	14400

NUM. HRS. STD.	CUOTA
2.3	

TOTAL  
UNIDAD.TOTAL  
LOTE

MATERIALES		128.73	128730.00
MANO DE OBRA FIJA	12000	27.60	27600.00
MANO DE OBRA VARIABLE		0.00	0.00
MANO DE OBRA TOTAL		27.60	27600.00
COSTO PRIMO		156.33	156330.00
GASTOS INDIRECTOS	30000	69.00	69000.00
<b>TOTAL PRODUCTO</b>		<b>225.33</b>	<b>225330.00</b>

FIG. 16

## CIA. DE CEPILLOS DENTALES

CENTRO  
02

## HOJAS DE COSTO

\*MERMA INCLUIDA\*  
CANTIDAD 1,000  
RENDIMIENTO 1,000

000CST

CEPILLO STYLE ADULTO

CLAVE	DESCRIPCION	UM	MERMA	CANTIDAD	CST-MAT	IMP-UNIDAD	IMP-LOTE
000M1AZ	MANGO AZUL	PZ.	2.0	255	128.73	32.83	32826.15
M.O.F	27.6	7038					
G.I.	69	17505					
000M1AM	MANGO AZUL	PZ.	2.0	255	128.73	32.83	32826.15
M.O.F	27.6	7038					
G.I.	69	17505					
000M1VE	MANGO AZUL	PZ.	2.0	255	128.73	32.83	32826.15
M.O.F	27.6	7038					
G.I.	69	17505					
000M1RO	MANGO AZUL	PZ.	2.0	255	128.73	32.83	32826.15
M.O.F	27.6	7038					
G.I.	69	17505					
0000121	CERDA NYLON	KG.	1.0	0.85	60000	51.00	51000
0000123	ANCLA LATON	KG.	1.0	0.35	30000	10.50	10500

NUM. HRS.	CUOTA
STD.	
1.7	

TOTAL  
UNIDAD.TOTAL  
LOTE

MATERIALES		192.80	192804.00
MANO DE OBRA FIJA	14000	*	51.40 51400.00
MANO DE OBRA VARIABLE		0.00	0.00
MANO DE OBRA TOTAL		51.40	51400.00
COSTO PRIMO		244.20	244204.00
GASTOS INDIRECTOS	22000	*	106.40 106400.00
<b>TOTAL PRODUCTO</b>		350.60	350604.00

\* A LOS COSTOS OBTENIDOS DE M.O.F. Y G.IND. DE ESTE CENTRO PRODUCTIVO  
SE LE SUMAN LOS COSTOS DE M.O.F. Y G.IND. DEL CENTRO ANTERIOR PARA OBTENER  
EL TOTAL DE M.O.F. Y G. IND. DEL PRODUCTO.

CIA. DE CEPILLOS DENTALES						CENTRO 01	
HOJAS DE COSTO						*MÉRMA INCLUIDA* CANTIDAD 1,000 RENDIMIENTO 1,000	
000C001	CEPILLO STYLE ADULTO						
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UM	MÉRMA	CANTIDAD	CSST-MAT	IMP-UNIDAD	IMP-LOTE
000C400	ESTUCHE PLAST.	PZ.	1.0	2020	75.00	151.50	151500
000C401	ETIQUETA STYLE.	PZ.	3.0	1030	30.00	30.90	30900
000C402	PEGAMENTO	KG.	2.0	0.2	15000.00	3.00	3000
000C403	CAJA COL. 24'S	PZ.	1.0	42	450.00	18.90	18900
000CST	CEPILLO ST. AD.	PZ.	0.2	1000	192.80	192.80	192800
M.O.I.	51.4	51400					
G.I.	106.4	106400					
		NUM. HRS. CUOTA				TOTAL	TOTAL
		STD.				UNIDAD.	LOTE
		3.5					
MATERIALES						397.10	397100.00
MANO DE OBRA FIJA		8000			*	79.40	79400.00
MANO DE OBRA VARIABLE						0.00	0.00
MANO DE OBRA TOTAL						79.40	79400.00
COSTO PRIMO						476.50	476500.00
GASTOS INDIRECTOS		25000			*	193.90	193900.00
TOTAL PRODUCTO						670.40	670400.00

\* A LOS COSTOS OBTENIDOS DE M.O.F. Y G.I.N.D. DE ESTE CENTRO PRODUCTIVO SE LE SUMAN LOS COSTOS DE M.O.F. Y G.I.N.D. DEL CENTRO ANTERIOR PARA OBTENER EL TOTAL DE M.O.F. Y G. IND. DEL PRODUCTO.

### **3.2 PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A REDUCIR COSTOS; BUSQUEDA DE LA PRODUCTIVIDAD.**

#### **INTRODUCCION**

En los Capítulos anteriores se explicó cuál es la finalidad de un PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA, (Ahorros \$). También se mencionó, que no se trata únicamente de buscar ahorros en tal forma, que pueda llegar a afectar la calidad de nuestros productos, ni mucho menos pasar por encima del nivel de servicio al cliente.

Un Programa de Mejora Continua Enfocado a Reducir Costos, lleva siempre consigo la palabra **PRODUCTIVIDAD**, ya que el lograr la productividad en cualquier proceso, nos conduce siempre a una mejora.

En los puntos siguientes se explicará en qué consiste la productividad, cuáles son los beneficios (reducción de costos) de lograr una mayor productividad, en base a la aplicación de un Programa de Mejora Continua y cómo podemos llevarlo a cabo de una manera sistemática, utilizando procedimientos sencillos que nos ayuden a tener una mejor comprensión y entendimiento de las oportunidades de ahorro que se puedan presentar en nuestras áreas productivas, para que, de este modo, podamos atacarlas correctamente.

Cabe señalar, que la cooperación de todos los departamentos afectados, es de suma importancia para lograr nuestros objetivos. Por lo cual, Ingeniería Industrial será el organismo que coordine todas las actividades que se lleven a cabo durante el establecimiento de este programa.

### **3.2.1 La Productividad.**

Es importante mencionar la relevancia de los estudios de Ingeniería Industrial en el incremento de la productividad.

#### **La Producción**

El estándar material de vida de cualquier nación, depende de la producción. La producción significa aprovechamiento y transformación de los recursos naturales, en cosas que, de alguna forma, beneficien al hombre.

La prosperidad de una nación avanzada, está en paralelo con la alta productividad, generada por la transformación de la materia prima, en cosas prácticas y útiles.

La producción significa trabajo y éste debe realizarse en las condiciones más favorables posibles, contando con la ayuda de todos los medios disponibles,

con los cuales el trabajo pueda hacerse más productivo.

Existen 4 factores básicos que intervienen en la producción:

- a) Capital
- b) Materia Prima
- c) Mano de Obra
- d) Maquinaria y Equipo

Con el crecimiento de la población, debe incrementarse también la producción, lo cual se puede lograr de la siguiente manera:

- Aumentando los recursos disponibles materiales o humanos.
- A través de la **PRODUCTIVIDAD**

Es posible analizar la productividad específica de cada uno de los factores que integran la producción y, de esta manera, estudiar la productividad del capital, de las inversiones, de las materias primas, etc. Cuando no existe una referencia concreta, se supone que se trata de la productividad de la mano de obra, indispensable para cualquier tipo de obra.

Una de las mejores técnicas para mejorar la productividad, son los estudios de tiempos y movimientos, los cuales consisten, como ya se ha mencionado,

en el capítulo II, en determinar un método correcto para realizar una actividad (estudio de movimientos) y posteriormente, calcular el tiempo estándar requerido para ejecutarla (estudio de tiempos).

#### **Condiciones Previas para el Aumento de la Productividad.**

Para elevar la productividad al máximo, se necesita la colaboración de los 3 sectores sociales siguientes:

- Gobierno
- Patrones
- Trabajadores

El aumento de productividad debe resultar, de la conjunción de los intereses de los últimos sectores mencionados de igual importancia. Por un lado, la dirección deberá realizar las inversiones pertinentes y redistribuir convenientemente el mayor esfuerzo de los trabajadores, ya que, sólo la dirección puede crear un ambiente favorable, para ejecutar un programa de productividad y obtener la cooperación de los trabajadores, en este punto se deben considerar los sindicatos, que pueden estimular a sus afiliados a prestar su cooperación, si están convencidos del programa y los beneficios que ofrecen a los trabajadores.

Se debe hacer notar, que el obtener la participación voluntaria, activa y consciente de los trabajadores, es una de las mayores dificultades. Para ello, es necesario convencer al trabajador de que la productividad es buena y ventilar el temor de que el aumento de la misma, conduzca al desempleo, que sus propios esfuerzos representan. Esto, aunado a una de las características humanas más extendidas, siendo la resistencia al cambio; tener que abandonar antiguas modalidades de trabajo es algo que, naturalmente, encuentra oposiciones en todos los niveles de las empresas.

La empresa debe cuidar el clima necesario para su política de aumento de la productividad y, para ésto, ha de proporcionar:

- Garantías de seguridad económica.
- Garantías respecto a los métodos de trabajo.
- Participación en los beneficios.

**Causas del aumento de la Productividad en la Industria.**

A continuación, se pueden mencionar algunas de las formas de conseguir un aumento de productividad:

1. Utilización más eficaz de los materiales, suministros y servicios.

2. Mejora de métodos o simplificación del trabajo.
3. Mejora a través de la experiencia de los trabajadores.
4. Simplificación y normalización de los productos.
5. Aumento de la voluntad de trabajo de los trabajadores.

Considerando las causas anteriores enumeradas, se puede concluir, en forma general, que la primera medida para aumentar la productividad y reducir el costo del producto; es simplificar el modelo. Todas las características que tiendan a causar un exceso en el contenido de trabajo y que los diseñadores o la dirección puedan evitar. Hasta donde sea posible, habrá que eliminar la producción de los artículos fuera de serie, que pidan los clientes, siempre que exista un producto de serie adecuado.

Otro error que es necesario mencionar, es la frecuente fijación equivocada de normas de calidad, por exceso o por defecto, puede incrementar el contenido de trabajo, lo cual, se ve reflejado en la reducción de la eficiencia.

Elevar la productividad, significa pues, producir más con el mismo consumo de recursos, tales como: materia prima, maquinaria y equipo, mano de obra, o bien, producir la misma cantidad pero utilizando menores recursos materiales y humanos, de modo que, los recursos así economizados, puedan dedicarse a la producción de bienes.

## Metodología

### **Puntos a seguir en el establecimiento de un PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA:**

1. Ingeniería Industrial organizará equipos (5 personas), en cada una de las áreas productivas (Fabricación Cepillos, Fabricación Antiséptico, Inyección de Plásticos, Acondicionamiento).
2. Ingeniería Industrial determinará quién es el capitán del equipo, el cual coordinará a las personas restantes.
3. El capitán de cada equipo, con la ayuda de Ingeniería Industrial, llevará a cabo juntas (periódicas), donde se aplicarán procedimientos sencillos (Tormenta de Ideas, Diagramas de Pescado, Diagramas de Pareto) que, ayudarán a encontrar los principales puntos de ahorro (posibles) que pueden llegar a obtenerse en cada una de las áreas productivas. Para una mayor información acerca de los Diagramas de Pareto, Ishikawa y tormenta de ideas, consultar el libro **HERRAMIENTAS ESTADISTICAS BASICAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDA. HITOSHI KUME.**
4. Llevar un seguimiento semanal de cada uno de los proyectos.

5. Una vez determinados los principales puntos, que nos pueden conducir a importantes ahorros, el capitán de cada equipo, emitirá los resultados obtenidos (previos a analizar).
6. Ingeniería Industrial llevará a cabo estudios de factibilidad en cada un de las ideas encontradas y emitirá los resultados finales.
7. Llevar a cabo una junta con los altos directivos de la planta, mostrando los resultados obtenidos. Buscar su aprobación (visto bueno para su implantación).
8. Llevar a cabo la implantación de los ahorros.
9. Se evaluará el impacto de los ahorros encontrados en los índices de productividad.

En el Capítulo IV, se muestran ejemplos prácticos, utilizando la metodología antes expuesta con los resultados obtenidos.

### **3.3. LOS "INDICES DE PRODUCTIVIDAD" SON UN REFLEJO DE LA CORRECTA APLICACION DE UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA.**

Los Indices de Productividad son, de alguna forma, nuestra "Boleta de calificaciones"; la cual nos dirá si el PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA ENFOCADO A REDUCIR COSTOS, está surtiendo efecto en la Compañía, o si el resultado de su aplicación es nulo, y también, en caso de resultados positivos, nos determinará los ahorros obtenidos.

Se sabe de la importancia de elevar, día a día la productividad (PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA), pero cómo saber qué tan grande o pequeña ha sido esa mejoría, si no se cuenta con un sistema, que nos permita medir la productividad en un período determinado de tiempo. La productividad es medible; esa medición será de gran importancia, ya que nos determinará en dónde estamos (Período Base) y hacia dónde nos dirigimos.

A continuación se explicará cómo determinar los índices de productividad que utilizaremos durante todo el proyecto:

- Utilizaremos **UNIDADES EQUIVALENTES** para calcular los Indices de Productividad.

- Las medidas de productividad son determinadas, en base a los estándares de mano de obra (Capítulo II) o el factor de peso de las unidades equivalentes, calculadas para el período Base.

Ambos, estándares de producción y factores de peso de las unidades equivalentes, permanecerán constantes en los períodos subsecuentes.

#### **UNIDADES EQUIVALENTES.**

Inicialmente, explicaremos qué son las **UNIDADES EQUIVALENTES**. Las unidades equivalentes, son unidades de referencia que nos permiten comparar (nivelar) diferentes productos, dándoles un mismo peso o importancia a cada uno de ellos, ya que sus procesos de fabricación (Estándar de Producción), son totalmente distintos.

#### **Metodología para el Cálculo de Unidades Equivalentes**

- A. Cálculo de las Unidades Equivalentes - Período Base**
  - 1. Enlistar todas las unidades físicas (en miles), para cada producto en el período base y los estándares de producción, requeridos para la fabricación de cada uno de ellos (1000 piezas).**

2. Calcular el total de H.H./1000 piezas, para cada producto. El total de unidades físicas para todos los productos combinados y el número total de H.H./1000 piezas, para todos los productos combinados.
3. Dividir el total de H.H./1000 piezas combinadas, entre el total de unidades físicas. El resultado representa el promedio de las horas estándar por 1000 unidades de producto y será usado para calcular el factor de peso de cada producto.
4. Dividir las H.H./1000 piezas de cada producto, entre el promedio de las horas estándar por 1000 unidades, para obtener el "Factor de Peso" de cada producto. FIG. 19

**B. Factores de Peso para Nuevos Productos, No Producidos en el Período Base**

1. Para cada producto, dividir las H.H./1000 piezas (del nuevo producto), entre el promedio de horas estándar para 1000 unidades, desarrollado en el período base.

**PERIODO BASE**

AÑO DE 1991

**INDICES DE PRODUCTIVIDAD**

CLAVE	DESCRIPCION	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		UNIDADES FISICAS. (000'S)	STD. HRS./ 1000 PZ.	TOTAL STD. HRS.	FACTOR DE PESO	UNIDADES EQUIV.
000C001	CEP. STYLE ADULTO	7200	9.647	69458.4	1.0826596	7795.149
000C002	CEP. STYLE NIÑO	1850	8.147	15071.95	0.9143182	1891.488
000C003	CEP. STYLE LUXE AD.	950	6.647	6314.65	0.7459768	708.6780
000C004	CEP. STYLE LUXE INF.	650	7.147	4645.55	0.8020908	521.3569
000C005	CEP. STYLE TEC.	2200	8.337	18341.4	0.9356415	2056.411
000F001	ANTICEPTICO ADULTO.	560	10.85	5964	1.1952239	669.3254
000F002	ANTICEPTICO NIÑO.	60	3.8	228	0.4264648	25.58789
<b>TOTAL</b>		<b>13470</b>		<b>120023.9</b>		<b>13470</b>

$120023.9 / 13470 = 8.910463$  (PROMEDIO)\*

**PROCEDIMIENTO**

(1) RESULTADOS MENSUALES DE PRODUCCION DE 1991

(2) HORAS HOMBRE "TOTALES" NECESARIAS PARA FABRICAR ESE PRODUCTO. (INCLUYE TODOS LOS CENTROS PRODUCTIVOS. ES DECIR EL PROCESO COMPLETO DE FABRICACION).

(3) = (1) \* (2)

(4) = (3) / (PROMEDIO\*)

(5) = (1) \* (4) SE OBTIENE LAS UNIDADES EQUIVALENTES, QUE DEBEN SER IGUALES A LAS UNIDADES FISICAS EN EL PERIODO BASE.

FIG. 19

**C. Cálculo de las Unidades Equivalentes para el Siguiete Período.**

Multiplicar las unidades físicas de cada producto, por el factor de peso de ese producto. Notar que para el período base, el número total de unidades físicas será igual al número total de unidades equivalentes. Para los siguientes períodos, se efectúa el mismo procedimiento.

Para este estudio, utilizaremos dos puntos importantes de referencia dentro de los índices de productividad; (FIG. 20).

- a) Unidades equivalentes / Total de horas pagadas
- b) Unidades equivalentes / Horas directas pagadas

**Procedimiento.**

- 1) En cada cierre productivo (mensual), el departamento de Planes de Producción emití los resultados mensuales de fabricación (qué cantidad y qué porcentaje del plan de producción se cumplió).

- 2) El departamento de Costos emite el total de horas pagadas y el total de horas directas pagadas, que se utilizaron para fabricar los productos, durante ese mes productivo.
  
- 3) Ingeniería Industrial se encarga de cambiar las unidades físicas producidas (No. Cepillos y No. Antisépticos), por unidades equivalentes. El cambio se lleva a cabo directamente en la computadora, por medio de una hoja de cálculo, en la cual únicamente hay que introducir las unidades físicas producidas, para que, por medio de fórmulas, se obtengan las unidades equivalentes.
  
- 4) Finalmente, Ingeniería Industrial emite los resultados obtenidos, tomando en cuenta los puntos a y b antes mencionados; (FIG 20)

**Nota:** Este formato maneja cifras comparativas (Índices de Productividad) de un año a otro y también cifras acumulables durante el año. También se manejan algunos datos importantes; como el número de personal con el que se cuenta, desperdicios y número de accidentes durante el año.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

REPORTE DE OPERACION DE LA COMPAÑIA

	ABRIL		ABRIL ACUM.	
	1991	1992	1991	1992
UNIDADES(M)	0	0	0	0
% DEL PLAN	0	0	( )	0
% DEL PLAN MENSUAL	( )	( )	( )	( )
UNIDADES EQUIVALENTES (M)	0	0	0	0
TOTAL DE HORAS PAGADAS	0	0	0	0
HORAS DIRECTAS PAGADAS	0	0	0	0
UNIDADES EQUIV./TOT. HR. PAGADAS	ERR	ERR	ERR	ERR
UNIDADES EQUIV./IRS. DIR. PAGADAS	ERR	ERR	ERR	ERR
HORAS ESTANDAR	0	0	0	0

MANO DE OBRA DIRECTA	0	0	0	0
MANO DE OBRA INDIRECTA	0	0	0	0

# DE ACCIDENTES	0	0	0	0
# DIAS PERDIDOS POR ACCD.	0	0	0	0

DESPERDICIO DEPILLOS	0	0	0	0
----------------------	---	---	---	---

FIG. 20

### **3.4 EL COMPUTADOR; UN ARMA IMPORTANTE PARA ESTABLECER UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA.**

La manufactura es aún, el elemento más importante de la economía de un país. No es sorprendente que un creciente procesamiento de datos y alternativas de automatización, hayan sido desarrolladas para apoyar la productividad en Manufactura. Como resultado de lo anterior, surge el microcomputador. (Computadora personal).

El computador personal representa un rico modo de operaciones, su extraordinaria versatilidad, su fácil manejo y la fácil obtención del equipo (condiciones de compra flexibles), han dado la pauta para mejorar el campo de la planeación, el campo operacional y aplicaciones de control para usuarios finales, en varios de los principales segmentos industriales. Una de las razones principales del uso del microcomputador en la Manufactura, ha sido la rapidez, precisión y flexibilidad que proporciona al usuario.

#### **3.4.1 Sistemas de Manufactura Integrados por Computadora.**

Un punto que es de gran importancia, debido a la relevancia que tiene hoy en día en la manufactura a nivel mundial, es CIMS "Computer

**Integrated Manufacturing Systems" (Sistemas de Manufactura Integrados por Computadora). A continuación se explica brevemente que es CIMS y cuáles son sus perspectivas para el futuro.**

Comunmente se piensa que un CIMS es un verdadero sistema CAD/CAM, abarcando todas las actividades, desde la planeación y diseño de productos, hasta su manufactura y embarque. Esto es un concepto que combina las tecnologías existentes, con la habilidad de manejar y controlar el negocio entero. La filosofía fundamental, frecuentemente deseada es el mirar hacia adelante; la planta automatizada del futuro.

Elementos seleccionados tales como; sistemas de inteligencia artificial, planeación de procesos, con el auxilio de la computadora, controles numéricos por computadora, tecnología y manejo de base de datos, sistemas experimentales, sistemas de manufactura flexibles, flujo de información, conceptos de justo a tiempo (Just-in-Time), planeación de requerimiento de materiales (M.R.P.), controles de adaptación y procesos, y robótica.

Aunque una lista de los elementos del CIMS nos provee de alguna visión acerca de su contenido y la dirección en la cual estos sistemas se están orientando, no nos provee de una visión clara de los fundamentos del sistema (elemental).

Un examen más cercano de la palabra CIMS puede ser más relevante.

Computadora y Manufactura son las palabras clave, son generalmente bien entendidas; es la Integración de éstos, dentro de un Sistema total, lo que posee el obstáculo más grande. El objetivo de un CIMS sería la optimización total del negocio, más que la optimización individual, de sus componentes, lo cual se da a menudo hoy en día, llamado "Islas de automatización". La adición de la segunda M, ha sido considerada para remarcar la importancia de "Manejo" al desarrollar e implementar los sistemas.

Está generalmente aceptado que no existe un verdadero sistema CIMS hoy en día. Aunque algunas compañías reclaman el haber desarrollado e implementado tales sistemas, a menudo el resultado es, como ya se mencionó "islas de automatización". Con el correr de los años, muchas

compañías han encontrado que la implementación de estos sistemas sofisticados, han requerido grandes inversiones de capital en equipo y personal.

Lógicamente, hay dos componentes principales de dichos sistemas; el hardware y el software. Es obvio que los sistemas de integración de estos componentes, son un mayor reto.

El CIMS final, es claramente un ideal complejo, cuya realización requerirá una nueva filosofía y un acercamiento a la Manufactura.

#### Perspectiva

Un CIMS requiere una nueva perspectiva en la parte de manejo- quizá, inclusive, una nueva filosofía. Una implementación exitosa requiere un entendimiento general de los costos y beneficios esperados y el tiempo de planeación; en el cual éstos pueden ocurrir. Las estimaciones de costo, deben incluir la planeación, software, operación y personal, adiconalmente del hardware. La planeación del tiempo de instalación de tales sistemas, cubre un ancho horizonte, con un plazo largo de reembolso, más que un plazo corto.

La magnitud de tal empresa, requiere un mayor y absoluto propósito para el manejo del tiempo y de los recursos necesarios, adicionalmente a la aceptación de nuevos alcances. Antes de establecer ese propósito, la Dirección necesita enfocar la cuestión de qué es, o no es el CIMS apropiado para el ambiente de Manufactura de la Compañía. No todas las firmas de Manufactura tendrán o requerirán un CIMS en los próximos diez años.

Si retrocedemos el tiempo, viene a ser aparente que la búsqueda de sistemas, hoy en día fue iniciada debido al nacimiento de la computadora moderna (PC's). El advenimiento de la computadora ha tenido un gran impacto, en el desarrollo de la Manufactura. Una revisión de este impacto, a través del tiempo, proporciona puntos de vista importantes, dentro del éxito potencial de nuevos sistemas.

La era de sistemas de manejo de información y planeación de requerimiento de materiales, proporciona muchos fundamentos para los sistemas, además de conocimientos para el futuro. El desarrollo de un completo CIMS, podría bien beneficiarse por medio de estos puntos de vista.

Una importante lección aprendida, dadas las circunstancias anteriores, es la necesidad de proveer un programa substancial de educación, que cubra todos los niveles dentro de la Compañía. A menudo, es necesario iniciar esta fase de educación, antes de la implementación del sistema. El elemento humano es, frecuentemente, el factor determinante en la exitosa adopción de un nuevo sistema.

Los errores en el pasado, han reafirmado la importancia de las etapas de planeación. Planear para un CIMS requiere nuevos acercamientos, para identificar las necesidades de la Compañía y; para que de una forma realista, se evalúen los requerimientos de información.

Entonces, se requiere un énfasis especial, para incorporar el manejo de base de datos (moderno) y la integración dentro de éste.

Esencialmente, es necesario un sistema de acercamiento, para permitir el desarrollo de un plan adecuado, a fin de lograr nuestros objetivos en un tiempo razonable. Tal plan, debe también ser flexible, ya que el cambio acelerado de desarrollo tecnológico, puede bien proporcionar nuevos avances, durante las etapas de implementación.

Esta flexibilidad es importante, ya que no todos los componentes claves de un CIMS existen hoy en día en la forma deseada.

Podemos concluir, que la evolución natural de los nuevos conceptos de Manufactura, a la par con los avances tecnológicos en Manufactura, presentan excelentes oportunidades para la Compañía del mañana.

Producir a **BAJO COSTO** productos de alta calidad, con una filosofía de justo a tiempo, ha llegado a ser un objetivo común para la industria. La "CLASE MUNDIAL" manufacturera tendrá que incorporar en forma selectiva, sistemas existentes y hardware; a estos nuevos conceptos y tecnologías, dentro de un sistema integrado.

La planta automatizada del futuro, está claramente encaminada; la cuestión que está en el aire es; si estamos preparados o no, para adoptar los conceptos, con el propósito y conocimiento necesario, para asegurar su éxito.

De todo lo anterior, el Ingeniero en Manufactura contemporáneo o los Gerentes, deben poder entender y saber escoger entre las diferentes alternativas de procesamiento de datos; paquetes, programas complejos, etc., que cubran sus necesidades presentes y futuras.

#### **IV. ESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA.**

##### **Introducción.**

La Investigación y Desarrollo dentro de un área, como la Ingeniería Industrial, es de suma importancia. Los primeros Capítulos, como se puede apreciar, son la base para el establecimiento de un Programa de Mejora Continua. De aquí en adelante, utilizaremos dichas bases para atacar los problemas detectados, utilizando la metodología antes expuesta.

Algunos de los puntos que se verán en los ejemplos (prácticos), son los siguientes:

1. Programas de capacitación al personal.
2. Búsqueda de nuevos equipos, materiales, etc.
3. Desarrollo de estándares de mano de obra.
4. Mejoras en empaques.
5. Diseños de nuevos lay-outs.
6. Búsqueda y aplicación de nuevos procesos.
7. Realización de estudios de factibilidad, para permitir la aplicación de nuevos materiales, equipos y materias primas.
  - a) Pruebas de estabilidad de materiales desarrolladas por el departamento de Investigación y Desarrollo.

b) Pruebas de maquinabilidad.

8. Cómo se logra la aprobación de un proceso nuevo.
9. Impacto de los cambios realizados; índices de productividad.

**Nota:** Se mostrará cómo es que fueron detectados cada uno de los ahorros potenciales y cuál fue el resultado obtenido.

#### **4.1 AHORRO NO. 1**

El ahorro No. 1, se enfoca a la búsqueda de una nueva botella, para la presentación del antiséptico para adulto.

##### **4.1.1 Metodología.**

Una vez hecha la división por equipos y relegado todas las obligaciones pertinentes, se llevó a cabo la siguiente metodología:

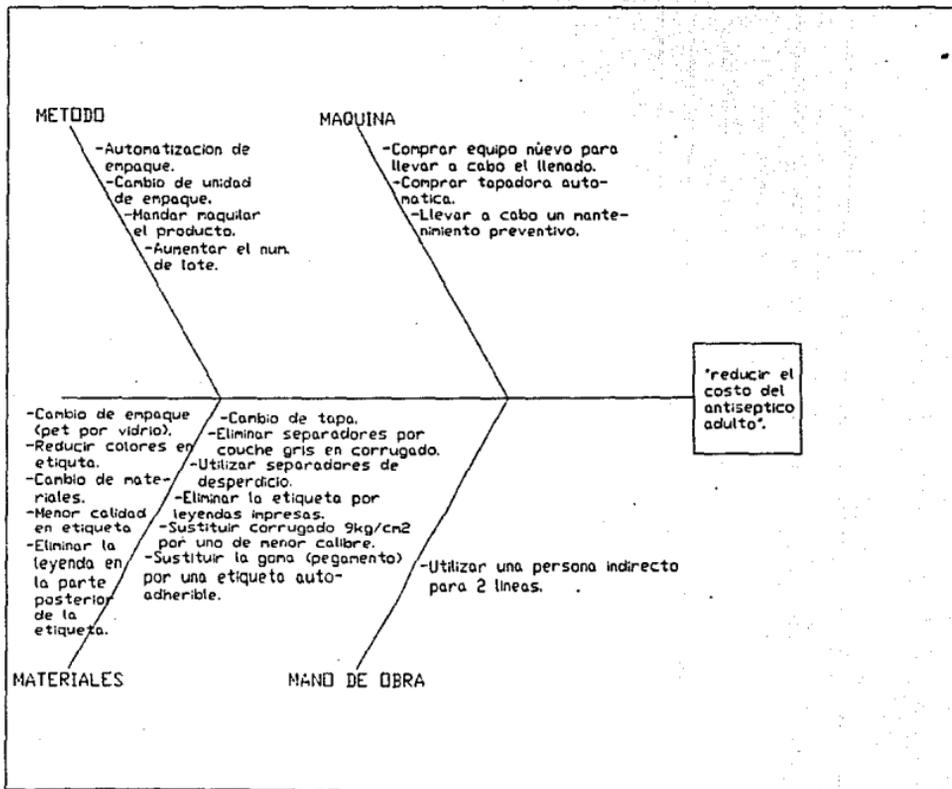
I. El equipo No. 1 (Depto. de Aconcionamiento), quedó formado por los siguientes integrantes:

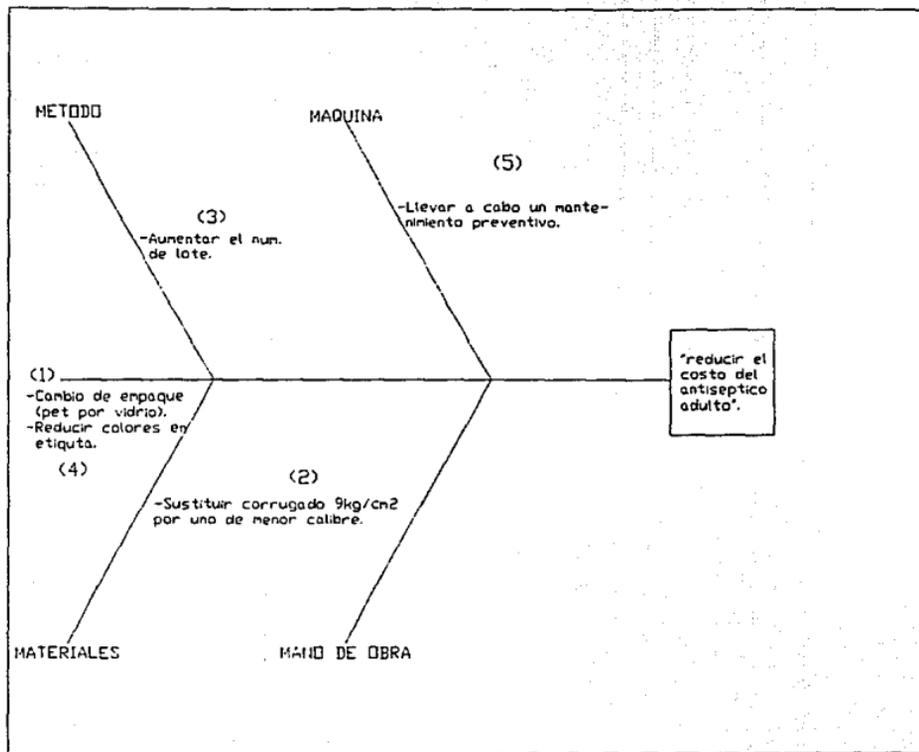
- Jorge López (Capitán)
- Raúl Mendoza
- Roberto Sánchez
- Angelina Ochoa
- Luis Flores

- II. Se definió el objetivo a perseguir, el cual es:  
**"Reducir el Costo del Antiséptico para Adulto".**
- III. Se llevó a cabo una junta inicial, en la cual surgió lo siguiente:  
(Tormenta de ideas):
1. Reducir colores en la etiqueta
  2. Cambio de envase
  3. Cambio de materiales
  4. Automatización en el proceso de empaque
  5. Menor calidad en la etiqueta
  6. Eliminar leyendas en la parte posterior de la etiqueta
  7. Cambio de tapa
  8. Cambio de unidad de empaque
  9. Sustituir separadores, por couche gris en corrugado
  10. Utilizar separadores de desperdicio
  11. Mandar maquilar el producto
  12. Aumentar el número de presentaciones por lote
  13. Sustituir la etiqueta, por leyendas impresas en la botella
  14. Comprar equipo nuevo para llevar a cabo el llenado
  15. Comprar tapadora automática
  16. Sustituir corrugado 9 kg./cm<sup>2</sup>, por uno de menor calibre
  17. Sustituir la goma (pegamento), por etiqueta auto-adherible

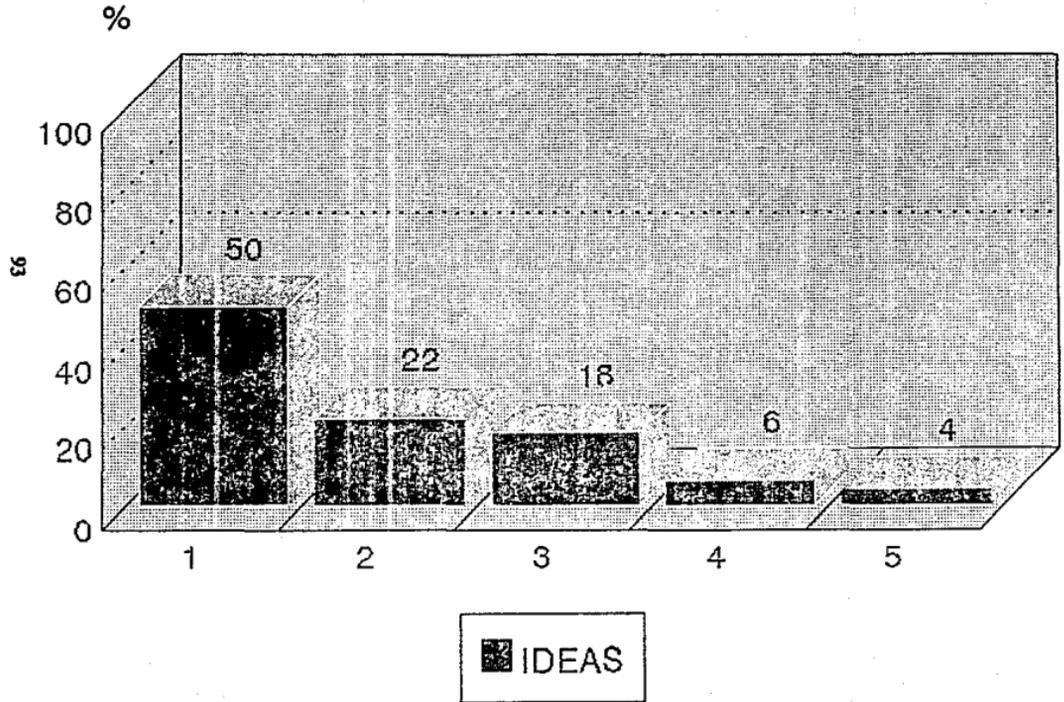
- 18. Utilizar una persona indirecta, para 2 líneas de producción  
(actualmente se usa una persona, por línea)**
- 19. Llevar a cabo un mantenimiento preventivo en maquinaria, para  
mejorar la eficiencia**

IV. Se clasifican las ideas en: diagrama de causa-efecto para una mejor comprensión:





V. Se analizan todas las ideas y se efectúa una reclasificación (eliminación) y se atacan los puntos más relevantes.



AHORRO #1

#### **4.1.2 Estudio de Factibilidad**

Se utiliza toda la información que sea pertinente, para demostrar que el ahorro es factible. La metodología utilizada en este punto, comprende los siguientes incisos:

- a) Cotizaciones de materiales (desarrollo de proveedores).
- b) Pruebas de maquinabilidad hechas y aprobadas por el departamento de Ingeniería Industrial, en coordinación con los departamento de Mantenimiento y Control de Calidad de la Planta.
- c) Pruebas de estabilidad.
- d) Revisión al Plan de Producción.
- e) Revisión de las hojas de costo actuales y nuevas (ahorros propuestos), llevada a cabo por departamento de Costos, con la aprobación del departamento de Planeación Financiera.

#### **a) Cotización de Materiales (desarrollo de proveedores)**

El departamento de Ingeniería Industrial, en coordinación con el departamento de Compras, es el encargado de desarrollar proveedores. Cada uno de los departamentos mencionados, tiene una función específica. Por lo tanto, es de suma importancia, respetar dicha función para lograr un buen entendimiento entre los dos departamentos.

A continuación, se explica la metodología que se utilizó para desarrollar al proveedor de la botella PET:

- 1) Ingeniería Industrial obtiene información (revistas, exposiciones, etc.); de los posibles materiales que pueden utilizarse en nuestros productos. En este caso, la sustitución de la botella de vidrio; por la botella PET.
- 2) Ingeniería Industrial informa a Compras, de las necesidades que tiene la Empresa, en cuanto a la búsqueda de materiales (sustitutos), entrega Especificación (previa) del material solicitado.

**Nota:** La forma de la FIG. 21, nos muestra la información que debe contener una Especificación de Materiales.

- 3) Compras contacta a sus posibles proveedores y les entrega la Especificación correspondiente, en espera de pruebas (materiales).
- 4) Compras recibe las pruebas y cotizaciones de materiales, las cuales posteriormente, entrega a Ingeniería Industrial, para hacer estudios de maquinabilidad, estabilidad, etc.

**CIA. DE CEPILLOS DENTALES**  
**INGENIERIA DE EMPAQUE**  
**ESPECIFICACION DE MATERIAL DE ENVASE Y EMPAQUE**

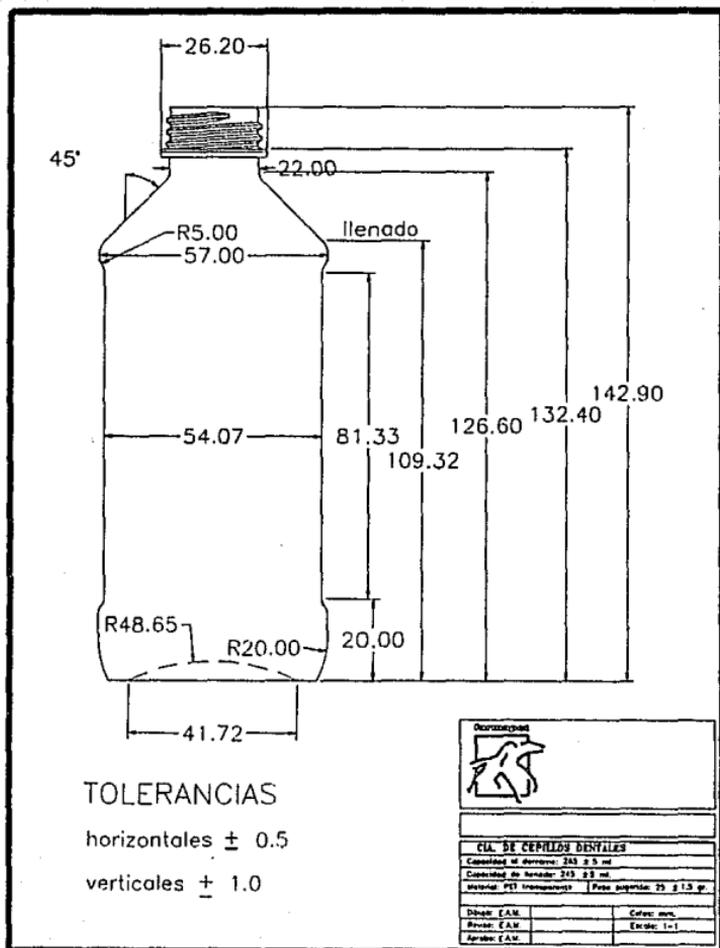
<b>PRODUCTO: ANTISEPTICO ADULTO</b>		
<b>DESCRIPCION: BOTELLA</b>		<b>CLAVE: 239.1.003</b>
<b>ESPECIFICACION No. 6</b>	<b>SUSTITUYE: ESPEC. No. 5</b>	<b>FECHA: 20-ABR-91</b>
<b>RAZON DEL CAMBIO: CAMBIO DE BOTELLA VIDRIO POR PET</b>		
<b>MATERIAL: RESINA "X"</b>		
<b>DIMENSIONES Y TOLERANCIAS SEGUN DIBUJOS MECANICOS ANEXOS.</b>		
<b>CAPACIDAD:</b>	<b>AL DERRAME:</b>	
<b>A LA BASE DE LA CORONA:</b>	<b>414 ml. +/-</b>	<b>10 ml.</b>
<b>CORONA TIPO: 28 - 400</b>		
<b>ACABADO: ASTRADO</b>		
<b>MARCAR EN MOLDE: LOGOTIPO PROVEEDOR, AÑO DE FABRICACION Y NO. DE MOLDE</b>		
<b>IMPRESION:</b>		
<b>COLORES PANTONE NO.</b>		
<b>TEXTOS SEGUN DIBUJO: ANEXO</b>		
<b>INSTRUCCIONES DE EMPAQUE:</b>		
<b>EMPACAR EN CAJA DE CARTON CORRUGADO DE 12 PIEZAS CADA UNA.</b>		
<b>COLOCAR LA BOTELLA VERTICALMENTE CON LA BOCA HACIA ARRIBA.</b>		
<b>EL FONDO DE LA CAJA DEBE ESTAR PEGADO CON SILICATO.</b>		
<b>IDENTIFICAR LAS CAJA CON NOMBRE, CLAVE, NO. DE PEDIDO, CANTIDAD Y FECHA.</b>		
<b>NIVEL DE CALIDAD:</b>		
<b>FAVOR DE CONSULTAR EL NIVEL DE CALIDAD Y CLASIFICACION DE DEFECTOS</b>		
<b>ESTABLECIDOS PARA ESTE MATERIAL.</b>		
<b>ESTE MATERIAL SERA UTILIZADO EN LAS MAQUINAS: MRP</b>		
<b>SR. PROVEEDOR FAVOR DE NOTIFICAR INMEDIATAMENTE SI EXISTE ALGUNA</b>		
<b>DUDA EN LO ESPECIFICADO O SI DESEA CONOCER ALGUNA INFORMACION</b>		
<b>ADICIONAL.</b>		

APROBACIONES

\_\_\_\_\_  
ING. INDUSTRIAL

\_\_\_\_\_  
CONTROL DE CALIDAD

FIG. 21





En las páginas siguientes; se muestran las 4 cotizaciones que se usaron, para llevar a cabo el estudio Costo-Ahorro del antiséptico para adulto.

- 5) Ingeniería Industrial, informa al departamento de Compras, de los resultados obtenidos. En caso de ser positivos, se continúa; en caso de ser negativos, se regresa al punto No. 3.
- 6) Ingeniería Industrial, junto con el departamento de Compras (comprador), visita las instalaciones del proveedor, para conocer el proceso de fabricación del producto en cuestión y, así, poder conocer los recursos con los que cuenta el proveedor.
- 7) El proveedor visita nuestra Empresa, para conocer nuestras instalaciones y los equipos donde su producto será utilizado.
- 8) Una vez que la botella es aceptada, el departamento de Compras realiza todos los trámites financieros con el proveedor.
- 9) Ingeniería Industrial emite Especificaciones definitivas del producto, las cuales entrega al departamento de Compras, para que, posteriormente, le sean entregadas al proveedor. El proveedor tiene

**que cumplir con las Especificaciones que se le proporcionan, para su producto.**

VN. NUM. CLIENTE		DIRECCION 91/07/15						PAG. 0132 ###PRECIO NO INCLUYE IVA###REF.- D2048000				
CVE. PIEZA1	PKJ	PRECIO	MATERIAL PESO	RESIST.	LGO.	ANCH.	ALTO	AR-COB	AR-PZA.	PBASE P(1) P(2) P(3) P(4) P(5)	CMAT	
83 04 0003								FLETE = P				
REQ=0333 010 EXT 1	01	CONT=032.5.017 1,040,941 KK S/32		647=AZUL 3551 .375 S/S	425	245	225	.629800	.867438	1322.4 C87S ILM5 GSAS	0279035	
ESCALA 500 = \$	1,145,035	1000 = \$ 1,040,941	2500 = \$ 968,874	5000 = \$	936,847	10000 = \$	884,800			CP=R		
REQ=0334 010 EXT 1 040 B C 5 060 B I B	01 05 03	CONT=025.5.003 934.343 K S/32 207,079 K S/32 167,247 K S/32		IMP=NEGRO2060 .335 S/S .070 S/S .063 S/S 468	380	280	142	493900 248000 370000	.532266 .024800 .037000	1507.0 C87S IFSS 1322.0 C87S KRITS RANS 1322.0 C87S KRITS RANS	0279094 0279035 0279035	
ESCALA 500 = \$	1,461,538	1000 = 1,328,669	2500 = \$ 1,262,236	5000 = \$	1,195,822	10000 = \$	1,129,369			CP=R		
REQ=0335 010 EXT 1	01	CONT=025.5.004 636,262 K S/32		IMP=NEGRO2060 .233 S/S	310	298	118	.337700	.369580	1507.0 C87S IFSS	0279094	
ESCALA 500 = \$	899,868	1000 = \$ 636,262	2500 = \$ 604,448	5000 = \$	572,636	10000 = \$	540,823			CP=R		
REQ=0336 010 EXT 1 012 TAPA 025 SEP	01 03 14 PU	CONT=021.5.024 1,807,262 K S/32 731,866 K S/32 976,481 K S/32 3,815,629		IMP=NEGRO2060 .609 11/12.5 2.49 S/S .336 S/S 1.221	500	300	193	.837057 .147809 .042245	.837057 .147809 0.42245	1634.0 C87S IFSS 1322.0 C87S RANS 1322.0 C87S RANS	0279152 0279036 0279035	
REQ=0337 010 EXT 1	01	CONT=025.5.005 517,235 K S/32		IMP=CAFE 2704 .192 S/S	328	185	120	.342486	.342486	1322.0 C87S IFSS	0279035	
ESCALA 500 = \$	569,959	1000 = \$ 517,235	2500 = \$ 491,379	5000 = \$	465,512	10000 = \$	430,650			CP=R		
REQ=0338 010 EXT 1	01	CONT=026.5.007 306,822 K S/32		IMP=CAFE 2704 .117 7/8	185	150	83	.185297	.185297	1507.0 C87S IFSS	0279094	
ESCALA 500 = \$	337,504	1000 = \$ 306,822	2500 = \$ 291,481	5000 = \$	276,140	10000 = \$	260,799			CP=R		
REQ=0339 010 EXT 1	01	CONT=025.5.007 844,378 K S/32		IMP=NEGRO0000 .305 7/8	353	235	146	.483436	.483436	1507.0 C87S IFSS	.0279084	
ESCALA 500 = \$	928,816	1000 = \$ 844,378	2500 = \$ 802,150	5000 = \$	759,940	10000 = \$	740,700			CP=R		

COSTO DE FRASCO DE VIDRIO.

## ARTICULOS ESTANDAR

## LISTA DE PRECIOS

LONG CORR EMBARCABLE	PRECIO BASE	CARGO POR LONGITUD DE CARRERA	CARGO POR MTTO. Y REP. DE MOLDES	PRECIO NETO	RP. COSTO X EMPAQUE AL MILLAR	RP. FLETES Y ACARREO X MILLAR	CARGO POR FINANCIAMIENTO	
MOLDURA : 420500 COLOR : FRANCISCO DESC. : FRASCO INV.					CAP. : .016 PESO : .003	CORONA : 30-S-1284		
380	200.370	37,196	27.897	325.483	6.200	3.100	64.421	
MOLDURA : 4901078-11 COLOR : CRISTALINO DESC. : MULTIJUOS					CAP. : .040 PESO : .048	CORONA : 20-400		
380	316.875	45.209	33.951	396.095	7.544	3.772	114.911	
MOLDURA : 49250031-21 COLOR : AMBAR DESC. : MULTIJUOS					CAP. : .150 PESO : .112	CORONA : 24-S-1337		
300	475.649	67.951	50.961	594.561	11.325	5.862	172.488	
MOLDURA : 4001023-11 COLOR : CRISTALINO DESC. : MULTIJUOS					CAP. : .240 PESO : .150	CORONA : 24-400		
290	630.415	90.050	67.544	788.018	15.009	7.526	226.812	
							TOTAL	1,039,144
MOLDURA : 4931023-21 COLOR : AMBAR DESC. : MULTIJUOS					CAP. : .240 PESO : .150	CORONA : 24-400		
290	561.877	80.412	60.308	703.597	13.402	6.702	204,119	
PRECIOS L. A. B. FABRICA					06-21-036275			
					2150			

VN. NUM. CLIENTE		DIRECCION 9107/15					PAG. 0132 ###PRECIO NO INCLUYE IVA###REF. - 02045000				
CVE. PIEZA I	PXJ	PRECIO	MATERIAL PESO	RESIST.	LGO.	ANCH.	ALTO	AR-COB	AR-PZA	PBASE P(1) P(2) P(3) P(4) P(5)	CMAT
83 04 0093								FLETE = P			
REQ=0333 010 EXT 1	01	CONT=032 S 017 1,040,841 KK S/32		IMP=AZUL 3551 .375 S/S 425	245	225		529800	867430	1322.4 C675 ILMS GSAS	0279035
LSCALA 500 = \$	479,659	1000 = \$ 436,054		2500 = \$ 414,251	5000 = \$	532,449		10000 = \$	370,845	CP=R	
REQ=0334 010 EXT 1 040 B C S 060 B 1 B	01 05 03	CONT=025 S 003 834,343 K S/32 207,079 K S/32 187,247 K S/32		IMP=NEGRO2090 .335 S/S 560 .070 S/S 245 .063 S/S 370 466	200	142		493600 246000 370000	532266 024600 037000	1507.0 C675 FSS 1322.0 C675 KRTS RANS 1322.0 C675 KRTS RANS	0279034 0279035 0279035
ESCALA 500 = \$	1,919,302	1000 = 1,742,093		2500 = \$ 1,658,988	5000 = \$	1,567,864		10000 = \$	1,480,799	CP=R	
REQ=0335 010 EXT 1	01	CONT=025 S 004 636,262 K S/32		IMP=NEGRO2090 .233 S/S 310	208	118		337700	369580	1507.0 C675 FSS	0279034
ESCALA 500 = \$	107,312	1050 = \$ 97,556		2500 = \$ 92,678	5000 = \$	87,800		10000 = \$	82,923	CP=R	
REQ=0336 010 EXT 1 012 TAPA 025 SEP	01 03 14 PU	CONT=021 S 024 1,907,282 K S/32		IMP=NEGRO2090 .636 11/12 S 500 249 S/S 467 336 S/S 487 1,221	300	193		837057 147600 042245	837057 147609 042245	1034.0 C675 FSS 1322.0 C675 RANS 1322.0 C675 RANS	0279152 0279036 0279035
REQ=0337 010 EXT 1	01	CONT=025 S 005 517,235 K S/32		IMP=CAFE 2704 .162 S/S 328	185	120		342488	342488	1322.0 C675 FSS	0279035
ESCALA 500 = \$	1,611,870	1000 = \$ 1,465,155		2500 = \$ 1,391,807	5000 = \$	1,318,640		10000 = \$	1,245,382	CP=R	
REQ=0338 010 EXT 1	01	CONT=028 S 007 306,822 K S/32		IMP=CAFE 2704 .117 7/9 185	150	93		185297	185297	1507.0 C675 FSS	0279034
ESCALA 500 = \$	337,504	1000 = \$ 330,822		2500 = \$ 291,481	5000 = \$	278,140		10000 =	250,799	CP=R	
REQ=0339 010 EXT 1	01	CONT=025 S 007 844,378 K S/32		IMP=NEGRO0090 .305 7/9 363	235	148		483438	483435	1507.0 C675 FSS	0279034
ESCALA 500 = \$	605,057	1000 = \$ 550,052		2500 = \$ 522,449	5000 = \$	495,047		10000	487,454	CP=R	

**COSTO ESTANDAR DE MATERIALES DE IMPORTACION**

<b>CLAVE DE PRODUCTO:</b>		<b>TRIMESTRE 4o. DE 1991</b>
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>BOTELLAS PET</b>	<b>KG ( )</b>
<b>PROVEEDOR:</b>	<b>CONTINENTAL GLASS AND PLASTIC</b>	<b>ML (X)</b>
<b>PAIS DE ORIGEN:</b>	<b>ESTADOS UNIDOS</b>	
<b>PRECIO F.O.B.</b>	<b>USCY</b> <input type="text" value="154.2"/>	
<b>(MONEDA EXTRAJERA) TIPO DE CAMBIO:</b>		<input type="text" value="3076.00"/>
<b>MONEDA LOCAL:</b>		
<b>A) VALOR FACTURA:</b>		<b>474,319.20</b>
<b>FRACCION ARANCELARIA:</b>	<input type="text" value="3923.90.99"/>	
<b>PARA APLICACION DE IMPUESTOS:</b>	<b>474,319.20</b>	
<b>IMPUESTOS:</b>		
<b>CUOTA AD-VALOREM:</b>	<b>20%</b>	<b>94,863.84</b>
<b>8%(000'0) TRAMITE ADUANAL SOBRE VALOR MERCANCIA</b>		<b>3,794.55</b>
<b>B) TOTAL IMPUESTOS</b>		<b>98,658.39</b>
<b>GASTOS:</b>		<b>0.00</b>
<b>FLETE:</b>		<b>2,500.00</b>
<b>MANEJO ADUANAL:</b>		<b>2,650.00</b>
<b>HONORARIOS:</b>		<b>2,060.00</b>
<b>ENTREGA A DOMICILIO:</b>		<b>1,900.00</b>
<b>C) TOTAL DE GASTOS</b>		<b>9,110.00</b>
<b>SUMA DE A+B+C= COSTO ESTANDAR</b>		<input type="text" value="582,087.59"/>

**b) Pruebas de Maquinabilidad**

Las pruebas de maquinabilidad, consisten en verificar que el comportamiento de un material nuevo (botella PET), será el adecuado cuando sea utilizado en nuestros equipos.

El departamento de Mantenimiento, en coordinación con Ingeniería Industrial y el departamento de Control de Calidad; son los encargados de llevar a cabo, pruebas de maquinabilidad.

En el caso de la botella PET, se hicieron las siguientes pruebas:

1. Prueba de llenado, en máquina Cazzoli.
  2. Prueba de colocación de tapa, en máquina Wells.
- 
1. En el llenado, se hizo la prueba con 10,000 botellas PET, obteniendo lo siguiente:
    - Ajustes necesarios:
      - . Se ajustó la altura de las boquillas
      - . Se ajustó la banda de transportación, en sus uniones (puentes)
    - Resultados:
      - . Llenado adecuado al tope límite de la botella
      - . Estabilidad adecuada durante la transportación en la banda

2. Para la prueba de colocación de la tapa, se utilizaron 10,000 botellas y 10,000 tapas; obteniendo lo siguiente:

En la colocación de la tapa no se tuvo ningún problema, ya que se diseñó la botella de Pet, con la misma corona que la botella de vidrio y no hubo ningún cambio en las dimensiones de la tapa.

. Presión adecuada de cierre

Es importante mencionar que el depto. de Control de Calidad fue el que dio luz verde para la utilización de la botella PET.

c) **Pruebas de Estabilidad**

Las Pruebas de Estabilidad consisten, en colocar el producto en cuestionamiento (líquido antiséptico), en el envase (PET) que va a ser comercializado y, posteriormente aplicar pruebas en las cuales se trata de simular las condiciones de ambiente, para verificar que las propiedades, en este caso del antiséptico; no se alteren, debido al cambio del material (envase).

**Las pruebas son realizadas por el departamento de Investigación y Desarrollo y consisten en lo siguiente:**

**1) Inicialmente, se evalúan los diferentes tipos de Resina que existen a la disposición del proveedor, ya que la Resina de la botella PET (en general), presenta los siguientes problemas:**

- Se pierden los principios activos, al contacto con el Alcohol.
- Se presentan deformaciones en la botella, a altas temperaturas.

**Por otro lado la botella de vidrio, que es el comparativo de este estudio de Estabilidad (Vidrio vs. PET), presenta lo siguiente:**

- Es estable
- Es higiénica
- No reacciona con los productos

**2) Se fabrican cinco lotes, utilizando la botella de vidrio y cinco lotes utilizando la botella PET.**

- 3) Se monitorean las botellas, tanto de vidrio, como de PET a distintas temperaturas y a distintos lapsos de tiempo:

Temperaturas    15 días    1 mes    3 meses    6 meses

- 25 grados C.

- 38 grados C.

- 58 grados C.

Las características del líquido que se evalúan son:

- Gravedad específica

- Alcohol

- Sabor

- Olor

- Color

- etc.

- 4) Se grafican por separado, los resultados, tanto de la botella de vidrio, como de la botella PET.

5) Se comparan los resultados obtenidos (en forma gráfica) de una botella con otra.

- 6) Se publican los resultados, estipulando si cumple con las especificaciones o no.**

**Generalmente, se realizan estudios de estabilidad debido a las siguientes razones:**

- Debido a extensiones de línea de productos**
- Debido a nuevos productos**
- Desarrollo de proveedores alternos**
- Nuevos materiales**

**d) Revisión del Plan de Producción**

El objetivo de la revisión del Plan de Producción es, coordinar la entrada del nuevo material. Todos los departamentos afectados deben estar involucrados, para evitar faltantes de materiales. La evaluación se lleva a cabo, una vez que la utilización del nuevo material ha sido autorizada por los diferentes departamentos.

La revisión del Plan de Producción consiste en verificar lo siguiente:

- Cuál es el Plan de Producción (proyección 12 meses) del antiséptico para adulto. (Ver FIG. 22)
- Cuánto material (botella de vidrio) se tiene en existencia, o si existen pedidos colocados.
- Hasta qué mes se tiene cubierto, con la botella de vidrio.
- Cuándo es posible que sea entregado el material nuevo (botella PET).
- Cuándo desea Mercadotecnia lanzar el producto con la nueva botella.
- Es necesario detener o alargar la compra de la botella de vidrio.

Normalmente, este tipo de evaluaciones involucran a los siguientes departamentos:

- **Mercadotecnia.-** Propone fecha de lanzamiento.
- **Ingeniería Industrial.-** Emisión de Especificaciones de Materiales.
- **Compras.-** Acuerdo de entrega de materiales con proveedores.
- **Aseguramiento de la Calidad.-** Verificación de materiales, que estén dentro de especificaciones.
- **Control de Inventarios.-** Balance entre lo existente y lo propuesto.
- **Planes de Producción.-** Planeación final del producto.

Es necesario llevar a cabo juntas semanales, para lograr que la entrada del producto nuevo se realice en las fechas acordadas; de lo contrario, se puede retrasar el lanzamiento del producto, originando:

- **Mercadotecnia** puede sufrir gastos innecesarios en promoción y publicidad de la nueva imagen del producto, por incumplimiento.
- **La planta** se puede quedar parada, por falta de materiales o se puede llegar incluso a la destrucción de sobrantes (botella de vidrio) para entrar con los nuevos materiales a tiempo.

## PLAN DE PRODUCCION

INGENIERIA INDUSTRIAL  
ELABORADO:    JUAN JOSE AVENDAÑO   

1992

112

CLAVE	DESCRIPCION	DIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	OCTUBRE	NOVIEMB	TOTAL
	ACONDICIONAMIENTO LINEA #1													
000C001	STYLE ADULTO													
000C002	STYLE NIÑO													
000C003	STYLE LUXE ADULTO.													
000C004	STYLE LUXE NIÑO													
000C005	STYLE-TEG.													
	LINEA #2													
000F001	ANTICEPTICO BUCAL ADULTO 250 ML.	56000	56000	56000.00	54000	64000	64000.00	56000	40000	72000	64000	60000	72000	744000
000F002	ANTICEPTICO BUCAL NIÑO 50 ML.													

FIG. 22

#### 4.1.3 Estudio de Costo-Ahorro

##### ANTISEPTICO 250 ML. PARA ADULTO

El Plan de Producción arroja las siguientes cifras anuales:

744,000 unidades serán producidas en 1992

Las cotizaciones (anexas), nos dan los siguientes costos y diferencias contra los materiales actuales:

Botella de vidrio (1000 piezas) \$ 1,039,144.00

Botella PET (plástico) (1000 piezas) \$ 582,087.59

Ahorros para 1000 piezas \$ 457,056.41

Ahorro anual por botella

(744 unidades) X (\$ 457,056.41) = \$ 340,049,969.00

Debido a que la botella actual es de vidrio, es necesario utilizar separadores en el corrugado, para evitar la ruptura de los frascos. Con la sustitución de la botella de vidrio por la de PET, ya no es necesario utilizar separadores (los cuales venían incluidos en el precio del corrugado) con lo cual, se tiene una nueva cotización para el corrugado.

El corrugado contiene 24 piezas; con lo cual:

$(744,000 \text{ unidades}) / (24 \text{ unidades/corrugado}) = 31,000 \text{ corrugados anuales}$

Los precios de los corrugados y sus diferencias, son las siguientes:

Corrugado con separador (1000 piezas) \$ 1,391,897

Corrugado (nuevo) (1000 piezas)     \$ 802,159

Ahorros para 1000 corrugados         \$ 589,738

Ahorro anual por corrugado:

$(31 \text{ corrugados}) \times (\$589,738) = \$ 18,281,878.00$

**AHORRO TOTAL: \$ 358,331,847.00**

VIII. Se manda la información obtenida con todo el soporte (anexo), a Planeación Financiera, para que evalúe el ahorro. Si el ahorro es aprobado, se hace oficial a cada uno de los departamentos involucrados y se prosigue con la implantación y emisión de las nuevas Hojas de Costo por el departamento de Costos.

Emisión de Hojas de Costo; Ver Figs. 23 y 24

*ACTUAL*		CUA DE CEPILLOS DENTALES						
HOJAS DE COSTO				CANTIDAD 1,000		CENTRO 03		
000F001 ANTICEPTICO ADULTO								
CLAVE	DESCRIPCION	UM	MERMA	CANTIDAD	CST-MAT	IMP-UNIDAD	IMP-LOTE	
0F001ST	ANTICEPTICO	LT.	0.0	250	1033	258.25	258250	
M.O.F.	03.18	15797.5	*					
G.IND.	471.42	117855	*					
000F111	BOTELLA VDR/O	PZ.	3.0	1030	1032.14	10703142	10703142	
000F201	TAPA	PZ.	2.0	1020	33.8	34.272	34272	
000F311	CAJA COL. 24'S	PZ.	1.0	42	1391.9	58.4568	58456.8	
000F401	ETIQUETA	PZ.	3.0	1030	1050	30	30000	
						TOTAL UNIDAD.		
NUM. HRS. STD.		CUOTA						
9.8								
MATERIALES						1451.30	1451296.00	
MANO DE OBRA FIJA						8000	04.20 94107.50	
MANO DE OBRA VARIABLE						0.00	0.00	
MANO DE OBRA TOTAL						*	94.20 94107.50	
COSTO PRIMO						1545.40	1545403.50	
GASTOS INDIRECTOS						25000	* 362.86 362855.00	
<b>TOTAL PRODUCTO</b>						1908.35	1908348.50	
* A LOS COSTOS OBTENIDOS DE M.O.F. Y G.IND. DE ESTE CENTRO PRODUCTIVO SE LE SUMAN LOS COSTOS DE M.O.F. Y G.IND. DEL CENTRO ANTERIOR PARA OBTENER EL TOTAL DE M.O.F. Y G.IND. DEL PRODUCTO.								

"NUEVA"								
CIA. DE CEPILLOS DENTALES								
HOJAS DE COSTO				CANTIDAD 1,000		CENTRO 03		
000F001 ANTICÉPTICO ADULTO								
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UM	MERMA	CANTIDAD	CST-MAT	IMP-UNIDAD	IMP-LOTE	
0F001ST	ANTICÉPTICO	LT.	0.0	250	1033	258.25	258250	
M.O.F.	63.19	15797.5	*					
G.IND.	471.42	117855	*					
000F111	BOTELLA VIDRIO	PZ.	3.0	1030	582.08	599,542.4	599542.4	
000F201	TAPA	PZ.	2.0	1020	33.6	34,272	34272	
000F311	CAJA COL. 24'S	PZ.	1.0	42	802.16	33,690.72	33690.72	
000F401	ETIQUETA	PZ.	3.0	1030	1050	30	30000	
						TOTAL UNIDAD.		
NUM. HRS. STD.		CUOTA						
9.8								
MATERIALES						955.76	955765.12	
MANO DE OBRA FIJA		8000				94.20	94197.50	
MANO DE OBRA VARIABLE						0.00	0.00	
MANO DE OBRA TOTAL					*	94.20	94197.50	
COSTO PRIMO						1049.95	1049952.62	
GASTOS INDIRECTOS		25000				*	362.86	362855.00
TOTAL PRODUCTO						1412.61	1412807.62	
* A LOS COSTOS OBTENIDOS DE M.O.F. Y G.IND. DE ESTE CENTRO PRODUCTIVO SE LE SUMAN LOS COSTOS DE M.O.F. Y G.IND. DEL CENTRO ANTERIOR PARA OBTENER EL TOTAL DE M.O.F. Y G.IND. DEL PRODUCTO.								

FIG. 24

## **4.2 AHORRO NO. 2**

### **Introducción**

El ahorro No. 2, se deriva de la compra de maquinaria nueva (Encerdadoras automáticas) para el departamento de Fabricación de Cepillos.

La compra de esta maquinaria, se debe a que la demanda ha ido creciendo (como puede verse en la FIG. 27). Por lo tanto, se tomó la decisión de aumentar nuestra capacidad de producción.

Los equipos nuevos nos permitirán elevar nuestra capacidad de producción de 8.997, a 14.175 millones de cepillos anuales durante este año (1992) y, a la vez reducir la mano de obra en ese departamento.

La disminución de mano de obra es muy importante, ya que nos proporcionará el principal ahorro al que nos enfocaremos en este ejemplo. Dicha disminución de mano de obra, se debe a que la fabricación de nuestros cepillos, antes de la llegada de las máquinas automáticas, se realizaba en forma semiautomática ocupando un total de 4 personas por línea, para fabricar cepillos. (ver el Lay-Out antiguo de la FIG. 25 para una mejor comprensión).

**Las máquinas automáticas son operadas por una sola persona, quien realiza el trabajo de las 4 personas antes mencionadas, produciendo incluso, en algunos casos, un número mayor de unidades/turno. (Ver el Lay-Out nuevo de la FIG. 26 para una mejor comprensión).**

**Algunos de los puntos que se verán en este ejemplo, son los siguientes:**

- 4.2.1 Desarrollo de Nuevos Lay-Outs, por Computadora**
- 4.2.2 Desarrollo de Nuevos Estándares de Producción**
- 4.2.3 Determinación del Aumento de Capacidad de Planta**
- 4.2.4 Impacto en los Indices de Productividad**
- 4.2.5 Estudio Costo-Ahorro**

#### **4.2.1 Desarrollo de Nuevos Lay-Outs, por Computadora**

La distribución de la planta, es decir; el arreglo físico de donde van a estar situados nuestros diferentes equipos, maquinaria, áreas de seguridad, etc., se ha hecho, en base a las necesidades que se han ido presentando durante los últimos años.

Debido a la compra de maquinaria nueva, hemos tenido que ampliar principalmente, el departamento de Fabricación de Cepillos. Nuestras demandas crecen y la necesidad de mayor capacidad, nos lleva a la adquisición de equipos que, a su vez, producen continuos cambios en la distribución de la planta.

La planta cuenta con algunas extensiones de terreno vírgen, que en cualquier momento dado, nos ayudarán a resolver el problema de espacio insuficiente.

Al desarrollar nuestro Lay-Out, tomamos en cuenta los siguientes lineamientos clave:

- Integración de todos los factores pertinentes.
- Utilización de maquinaria, equipo y gente.
- Expansión (facilidad).

- Flexibilidad (cambios continuos).
- Versatilidad (adaptabilidad).
- Conveniencia para todos.
- Míminas distancias de transporte.
- Orden (flujo lógico de trabajo).

Una parte muy importante en el desarrollo de Lay-Outs (distribuciones de planta), es el uso de la computadora. En los últimos años, han sido desarrollados nuevos paquetes (por ejemplo: AutoCad); los cuales permiten una flexibilidad enorme, ya que con ellos; es posible simular, en cuestión de minutos, diferentes distribuciones de planta, hasta llegar a la más adecuada.

Los lineamientos antes mencionados, que deben considerarse para desarrollar un Lay-Out, pueden ser incorporados fácilmente a un programa por computadora.

El costo de los programas por computadora, oscila entre los 10 y 15 millones de pesos, pero la utilidad y el provecho que se puede obtener de ellos, está muy por encima de su costo.

Los Lay-Outs de las FIG. 25 y 26, fueron desarrollados en base a los lineamientos antes expuestos, con la ayuda de la computadora.

# LAY-OUT ANTIGUO CEPILLOS

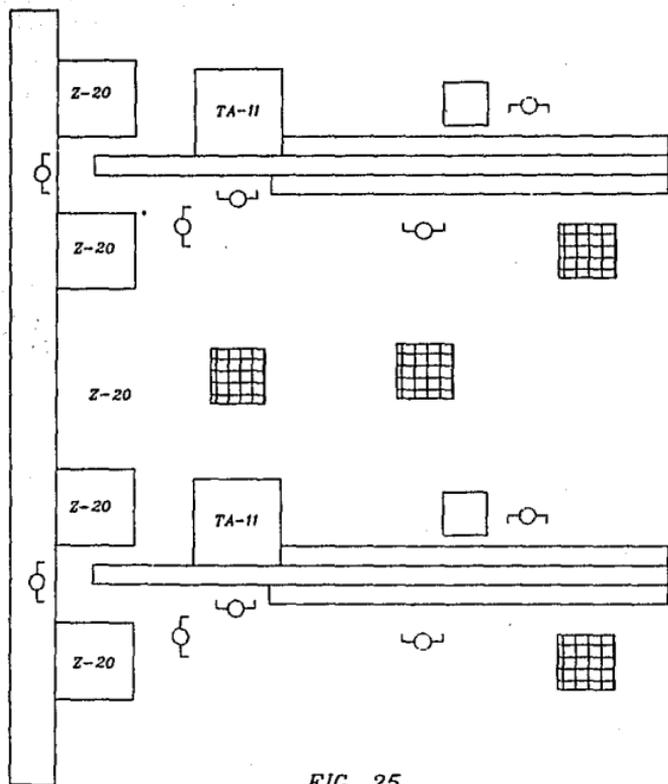


FIG. 25

# LAY-OUT ACTUAL CEPILLOS

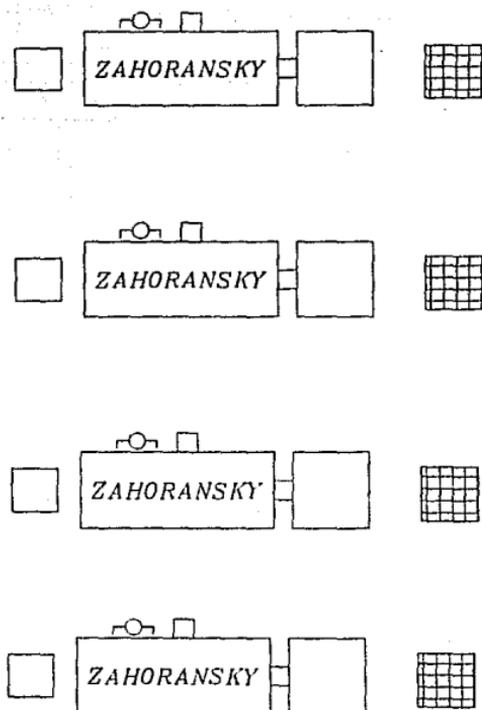


FIG. 26

#### **4.2.2 Desarrollo de Nuevos Estándares de Producción.**

Como ya se mencionó en el Capítulo II; los Estándares de Producción, son la base de medición de los procesos productivos de la planta. El desarrollo de los estándares de mano de obra, su aplicación e importancia, se explican en el Capítulo antes mencionado.

En el presente ejemplo, no veremos a detalle el desarrollo de los estándares, únicamente analizaremos su importancia, dentro de la mejora de nuestros procesos. Todo esto, en base a los conocimientos adquiridos en el Capítulo II.

Cuando se hizo la actualización del equipo del departamento de Fabricación de Cepillos, fue necesario fundamentalmente, llevar a cabo una relocalización de la maquinaria (punto anterior). Una vez que el proceso se desarrolló dentro de las condiciones normales, fue posible llevar a cabo la estandarización de todos los productos.

El impacto de los nuevos Estándares de Producción (reducción en mano de obra), se debió principalmente a lo siguiente:

- Cambio de maquinaria semiautomática, por máquinas totalmente automáticas lo cual nos llevó a una reducción de personal.

- Aumento en la producción (piezas/turno).
- Mejor calidad en el producto (Menor desperdicio y rechazos de producto terminado).
- Eficiencias (hombre-máquina) mayores.

Todo lo anterior, contribuyó a lograr grandes ahorros en mano de obra. Los estándares obtenidos serán utilizados, para llevar a cabo el estudio Costo-Ahorro en los puntos siguientes; obteniendo de esta forma, los ahorros anualizados de los diferentes productos.

Los estándares de las páginas siguientes, nos muestran las principales diferencias que existen entre el estándar anterior y los nuevos estándares de producción.

Las Hojas de Cálculo son una perfecta radiografía, de cada uno de los procesos (anterior y nuevo), que nos servirán para obtener una mejor comprensión (diferencias) de los siguientes puntos:

- Desempeños de línea.
- Piezas por turno.
- Tolerancias máquina.
- Balanceo de líneas.
- Piezas por hora (promedio).
- Piezas por hora (objetivo), etc.



**ESTANDARES DE PRODUCCION  
NUEVO**

PRODUCTO: CEPILLO STYLE ADULTO			
OPERACION: FABRICACION			
DESCRIPCION DE TOLERANCIA PERSONALES	TIEMPO	DESCRIPCION DE TOLERANCIA MECANICAS	TIEMPO
		CAMBIOS DE PRESENTACION	10
		FALLAS MECANICAS	15
LIMPIEZA DE LINEA	15	AJUSTE MAQUINA	5
CAFÉ	10		
		FALLA EN MATERIALES	5
TOTAL TOLERANCIAS PERSONALES		25 MINUTOS	5.21%
TOTAL TOLERANCIAS MAQUINA		25 MINUTOS	7.29%
TOTAL TOLERANCIAS		50 MINUTOS	12.50%
DESEMPEÑO DE LA LINEA		87.50%	
No. DE PERSONAS		1 TOTAL HRS/TURNO	5 MIN 490
TIEMPO CONTROL		0.079	TAMAÑO DE LOTE (PIEZAS/LOTE)
TIEMPO DE CONTROL AJUSTADO	=	$\frac{\text{TIEMPO DE CONTROL} * (100)}{\text{DESEMPEÑO DE LA LINEA}}$	= 0.079
PIEZAS/HORA (PROMEDIO)	=	$\frac{60}{\text{TIEMPO DE CONTROL AJUSTADO}}$	= 781
PIEZAS/HORA (OBJETIVO)	=	$\frac{(60) * (100) - \text{TOTAL TOL. MAQUINA}}{\text{TIEMPO DE CONTROL} * (100)}$	= 808
HORAS EQUIPO/1000 PIEZAS	=	$\frac{1000}{\text{PIEZAS/HORA (PROMEDIO)}}$	= 1.314
HORAS EQUIPO/LOTE	=	$\frac{\text{PIEZAS/LOTE}}{\text{PIEZAS/HORA (PROMEDIO)}}$	= 0.000
PIEZAS/TURNO	=	$\text{PIEZAS/HORA (PROM)} * (418/\text{TURNO})$	= 808
LOTES/TURNO	=	$\frac{\text{PIEZAS/TURNO}}{\text{PIEZAS/LOTE}}$	= 1314
TURNO/LOTE	=	$\frac{\text{HORAS EQUIPO/LOTE}}{\text{HORAS/TURNO}}$	= 0.000
BALANCE DE LINEA	=	$\frac{\text{TIEMPO TOTAL NIVELADO} * (100)}{\text{TIEMPO CONTROL} * (\text{No. PERSONAS})}$	= 99
HORAS HOMBRE STD/1000 PIEZAS	=	$\frac{\text{TIEMPO CONTROL AJ} * (\text{No. PERS}) * (1000)}{60}$	= 1.314

M.H. STD/1000 PZAS. 1.314	PIEZAS/HORA (PROMEDIO) 781	PREPARO: J.J.A.M. FECHA: 26-FEB-82
------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------



ESTANDARES DE PRODUCCION

ACTUAL

PRODUCTO: CEPILLO STYLE ADULTO			
OPERACION: FABRICACION			
DESCRIPCION DE TOLERANCIA PERSONALES	TIEMPO	DESCRIPCION DE TOLERANCIA MECANICAS	TIEMPO
		CAMBIO DE PRESENTACION	5
		FALLAS MECANICAS	25
LIMPIEZA DE LINEA	15	AJUSTE MAQUINA	15
CAFE	10	FALLA EN MATERIALES	10
TOTAL TOLERANCIAS PERSONALES		25 MINUTOS	5.21 %
TOTAL TOLERANCIAS MAQUINA		55 MINUTOS	11.46 %
TOTAL TOLERANCIAS DESEMPEÑO DE LA LINEA		80 MINUTOS	16.67 %
		83.33 %	
No. DE PERSONAS	4	TOTAL TURNO	8 MIN. 480
TIEMPO CONTROL	0.0500	TAMAÑO DE LOTE (PIEZAS/LOTE)	
TIEMPO DE CONTROL AJUSTADO	=	$\frac{(\text{TIEMPO DE CONTROL}) * (100)}{\text{DESEMPEÑO DE LA LINEA}}$	= 0.068
PIEZAS/HORA (PROMEDIO)	=	$\frac{60}{\text{TIEMPO DE CONTROL AJUSTADO}}$	= 880
PIEZAS/HORA (OBJETIVO)	=	$\frac{(60) * (100) - \text{TOTAL TOL. MAQUINA}}{(\text{TIEMPO DE CONTROL}) * (100)}$	= 635
HORAS EQUIPO/1000 PIEZAS	=	$\frac{1000}{\text{PIEZAS/HORA (PROMEDIO)}}$	= 1.136
HORAS EQUIPO/LOTE	=	$\frac{\text{PIEZAS/LOTE}}{\text{PIEZAS/HORA (PROMEDIO)}}$	= 0.000
PIEZAS/TURNO	=	$\text{PIEZAS/HORA (PROM.)} * (8 \text{ TURNO})$	= 7042
LOTE/TURNO	=	$\frac{\text{PIEZAS/TURNO}}{\text{PIEZAS/LOTE}}$	= ERR
TURNO/LOTE	=	$\frac{\text{HORAS EQUIPO/LOTE}}{\text{HORAS/TURNO}}$	= 0.000
BALANCE DE LINEA	=	$\frac{(\text{TIEMPO TOTAL NIVELADO}) * (100)}{(\text{TIEMPO CONTROL}) * (\text{No. PERSONAS})}$	= 50
HORAS HOMBRE STD/1000 PIEZAS	=	$\frac{(\text{TIEMPO CONTROL AJ.}) * (\text{No. PERS}) * (1000)}{60}$	= 4.544

H.H. STD/1000 PZAS. 4.544	PIEZAS/HORA (PROMEDIO) 880	PREPAGO. J.J.A.M. FECHA 28-FEB-02
------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

#### **4.2.3 Determinación del Aumento de Capacidad de Planta**

Como ya se mencionó en el Capítulo II, la capacidad productiva es el número de unidades físicas que puede producir la planta (hombre-maquinaria-equipo), en condiciones normales, ya sea diariamente, o anualmente.

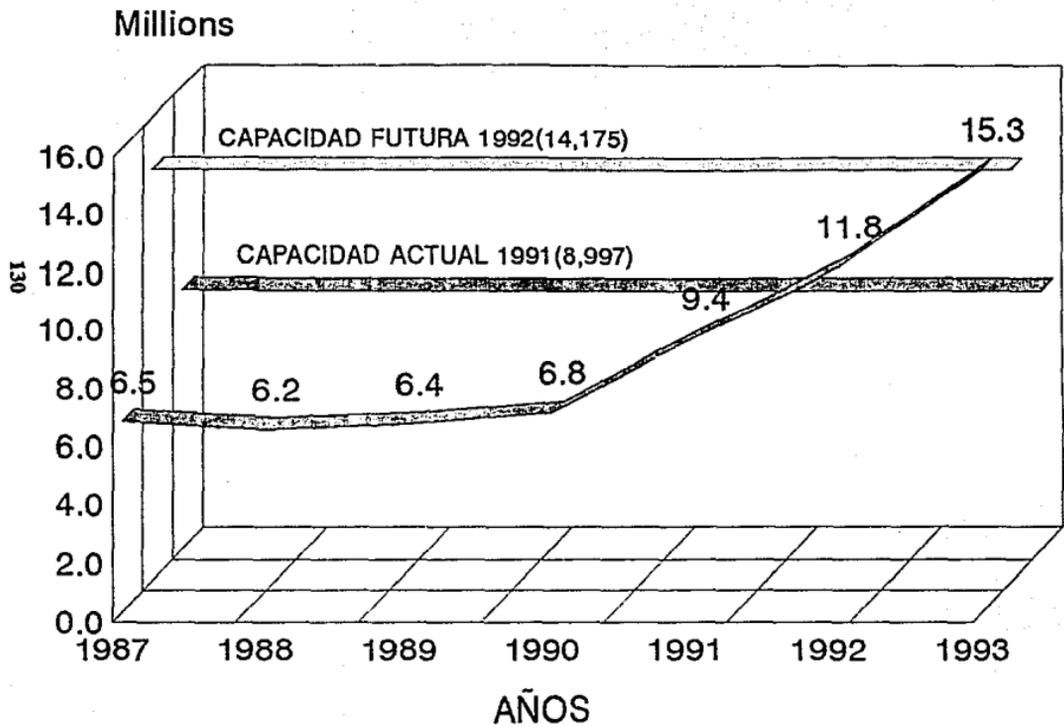
Es importante conocer nuestra capacidad productiva y actualizar los datos cada vez que ésta aumenta, ejemplo; por compra de equipo o cada vez que disminuye, ejemplo; venta de equipo obsoleto.

La metodología para el cálculo de la capacidad de planta, se explica en el punto 2.4 del Capítulo II.

La FIG. 27, nos muestra el impacto de la adquisición del nuevo equipo, para el departamento de Fabricación de Cepillos. Aumento de la capacidad productiva de 8,997 a 14,175 millones de cepillos al año. Un 57% de aumento en nuestra capacidad productiva.

El aumento de la capacidad productiva beneficia a la planta en los siguientes puntos:

- Posibilidad de cubrir las demandas del mercado.
- La Compañía se mantiene a la vanguardia, en cuanto a equipo productivo.



- Posibilidad de exportaciones.
- La productividad del departamento aumenta considerablemente.
- Los gastos de mantenimiento de equipo disminuyen.
- La calidad de nuestros productos aumenta.
- La competitividad de nuestros productos aumenta, si tomamos en cuenta todos los puntos (positivos) anteriores.

#### **4.2.4 Impacto en los Indices de Productividad**

Una vez explicados qué son y cómo se obtienen los Indices de Productividad, (Capítulo III), nos enfocaremos a su utilidad, para demostrar el impacto (mejora) que se generó, a partir de los cambios realizados en los estándares de mano de obra del departamento de Fabricación de Cepillos.

El departamento de Planes de Producción emite los resultados mensuales de producción de cada mes y su acumulado(dic-may). En base a lo anterior, se obtienen las unidades \*equivalentes. FIG. 28 Y 29

El departamento de Costos emite lo siguiente:

- Las horas-hombre totales pagadas (directas e indirectas), que se utilizaron en los departamentos productivos de la planta, para cumplir con el plan de producción. FIG. 30

- Las horas estándar que en teoría se debieron haber utilizado durante el mes productivo para cumplir con la producción. FIG. 31

Se llena el reporte de la FIG. 32 con la información antes mencionada y se hace hincapié principalmente, en lo siguiente:

- 1) Unidades equivalentes/total de Hrs. pagadas
- 2) Unidades equivalentes/hrs. directas pagadas

Se grafican mensualmente los resultados obtenidos (factores 1 y 2), para verificar el comportamiento de los Índices de Productividad durante el año en curso.

Las gráficas de las FIG. 33 y 34, nos muestran qué tan productiva (aprovechamiento de nuestros recursos) ha sido la planta durante la primera parte del año.

La productividad es medible "Índices de Productividad", la correcta interpretación de ella, nos proporciona una perfecta radiografía de las operaciones productivas de la planta.

**\*Nota:** Si se obtienen las unidades equivalentes acumuladas (Dic-May). Es posible conocer las unidades equivalentes del mes de Mayo, si se hace lo siguiente:  $(\text{Dic-May}) - (\text{Dic-Abr}) = \text{Mayo}$  (unidades equivalentes)

**MES DE ABRIL ACUMULADO**

AÑO 1992

**INDICES DE PRODUCTIVIDAD**

CLAVE	DESCRIPCION	(1)	(2)	(3)
		UNIDADES FISICAS. (OOO'S)	FACTOR DE PESO	UNIDADES EQUIV.
000C001	CEP. STYLE ADULTO	2646.915	1.0827	2865.708
000C002	CEP. STYLE NIÑO	1 115.333	0.9143	1019.769
000C003	CEP. STYLE LUXE AD.	540.104	0.7460	402.9050
000C004	CEP. STYLE LUXE INF.	265.3	0.8021	212.7948
000C005	CEP. STYLE TEC.	705.665	0.9356	660.2494
000F001	ANTICEPTICO ADULTO.	79.769	1.1952	95.34181
000F002	ANTICEPTICO NIÑO.	51.387	0.4265	21.91475
	<b>TOTAL</b>	<b>5404.47</b>		<b>5278.68</b>

**PROCEDIMIENTO**

(1) RESULTADOS MENSUALES DE PRODUCCION ACUMULADO  
DIC-ABR.

(2) FACTOR DE PESO OBTENIDO EN EL PERIODO BASE.  
(CAPITULO III)

\*PERMANECE CONSTANTE TODA LA VIDA\*

(3) = (1)\*(2)  
SE OBTIENEN LAS UNIDADES EQUIVALENTES (ACUMULADAS)  
DEL MES DE ABRIL.

FIG. 28

**MES DE MAYO ACUMULADO**

AÑO 1992

**INDICES DE PRODUCTIVIDAD**

CLAVE	DESCRIPCION	(1)	(2)	(3)
		UNIDADES FISICAS (000'S)	FACTOR DE PESO	UNIDADES EQUIV.
000C001	CEP. STYLE ADULTO	3300.75	1.0827	3573.588
000C002	CEP. STYLE NIÑO	1180.565	0.9143	1079.412
000C003	CEP. STYLE LUXE AD.	640.05	0.7460	477.4624
000C004	CEP. STYLE LUXE INF.	265.65	0.8021	229.1171
000C005	CEP. STYLE TEC.	710.2	0.9356	664.4926
000F001	ANTICEPTICO ADULTO.	95.485	1.1952	114.1259
000F002	ANTICEPTICO NIÑO.	51.387	0.4265	21.91475
	<b>TOTAL</b>	<b>6264.08</b>		<b>6160.11</b>

**PROCEDIMIENTO**

(1) RESULTADOS MENSUALES DE PRODUCCION ACUMULADO  
DIC-MAY.

(2) FACTOR DE PESO OBTENIDO EN EL PERIODO BASE.  
(CAPITULO II)

\*PERMANECE CONSTANTE TODA LA VIDA\*

(3) = (1)\*(2)

SE OBTIENEN LAS UNIDADES EQUIVALENTES (ACUMULADAS)  
DEL MES DE MAYO.

FIG. 29

CIA. DE CEPILLOS DENTALES.

HORAS PAGADAS 1992

MES	MANO DE OBRA		TOTAL HORAS
	DIRECTA	INDIRECTA	
DICIEMBRE 1991	8305	2777	11082
ENERO 1992	10536	3599	14135
FEBRERO 1992	8953	2989	11942
MARZO 1992	8556	2835	11391
ABRIL 1992	6769	2119	8888
MAYO 1992	9509	3158	12667
<b>TOTAL AL PRIMER SEMESTRE</b>	<b>52628</b>	<b>17477</b>	<b>70105</b>
JUNIO 1992	0	0	0
JULIO 1992	0	0	0
AGOSTO 1992	0	0	0
SEPTIEMBRE 1992	0	0	0
OCTUBRE 1992	0	0	0
DICIEMBRE 1992	0	0	0
<b>TOTAL AL SEGUNDO SEMESTRE</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL 1992</b>	<b>52628</b>	<b>17477</b>	<b>70105</b>

FIG. 30

CIA. DE CEPILLOS DENTALES.

HORAS ESTANDAR UTILIZADAS M.O.D.  
1992

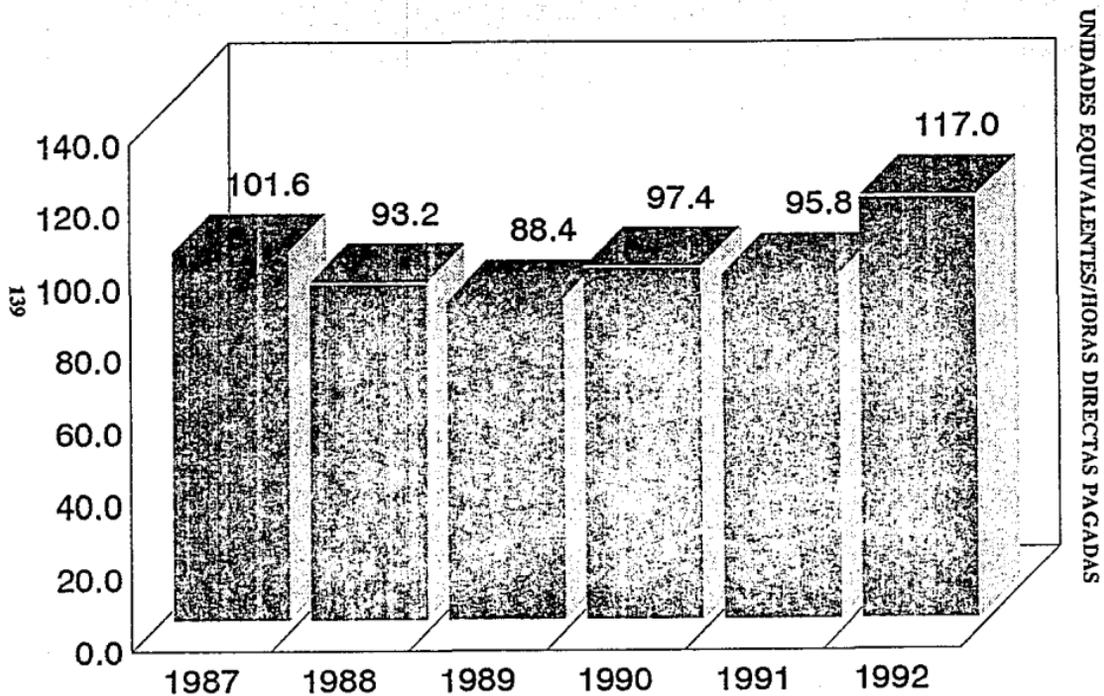
MES	TOTAL HORAS
DICIEMBRE 1991	7503
ENERO 1992	10395
FEBRERO 1993	9301
MARZO 1993	8443
ABRIL 1993	7517
MAYO 1993	10014
<b>TOTAL AL PRIMER SEMESTRE</b>	<b>53173</b>
JUNIO 1992	0
JULIO 1992	0
AGOSTO 1992	0
SEPTIEMBRE 1992	0
OCTUBRE 1992	0
DICIEMBRE 1992	0
<b>TOTAL AL SEGUNDO SEMESTRE</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL 1992</b>	<b>53173</b>

FIG. 31

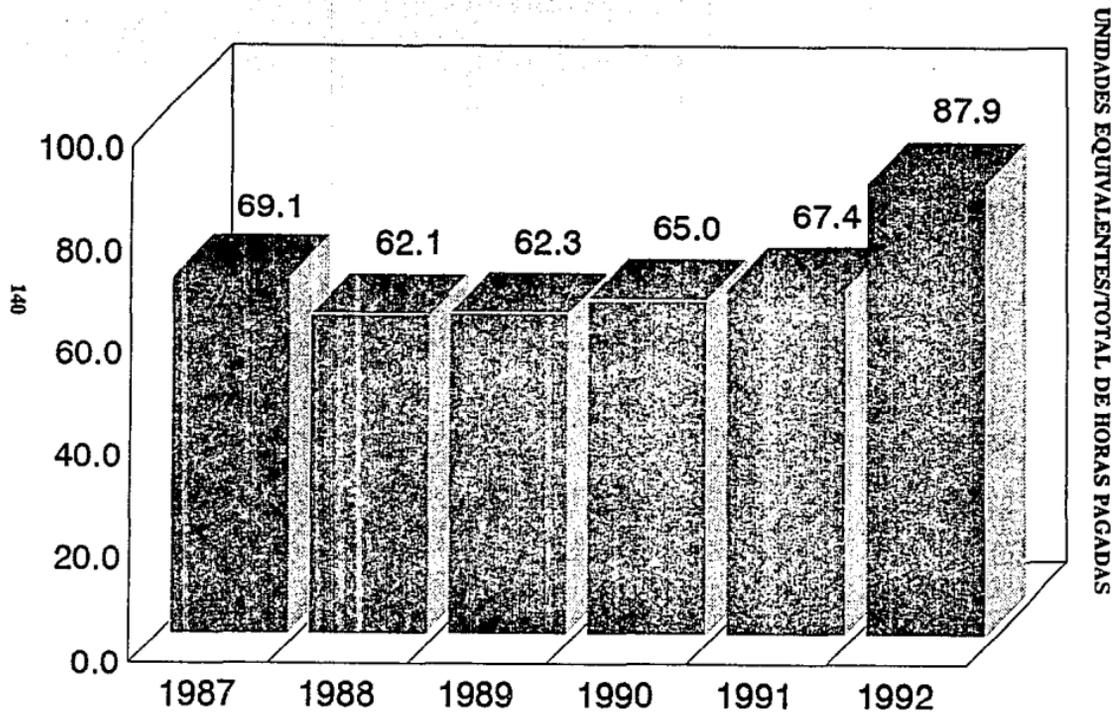
**REPORTE DE OPERACION DE LA COMPAÑIA**

	MAY		MAY ACUM.	
	1991	1992	1991	1992
UNIDADES(M)	816	860	4835	6264
% DEL PLAN	9	43	(14)	6
% DEL PLAN MENSUAL	(22)	(10)	(23)	(16)
UNIDADES EQUIVALENTES (M)	812	882	4707	6160
TOTAL DE HORAS PAGADAS	15999	12667	73933	70105
HORAS DIRECTAS PAGADAS	10753	9509	50292	52628
UNIDADES EQUIV./TOT. HR. PAGADAS	50.8	69.6	63.7	87.9
UNIDADES EQUIV./HRS. DIR. PAGADAS	75.5	92.8	93.6	117.0
HORAS ESTANDAR	9319	10014	41115	53173
MANO DE OBRA DIRECTA	74	79	73	80
MANO DE OBRA INDIRECTA	25	23	28	24
# DE ACCIDENTES	0	0	4	3
# DIAS PERDIDOS POR ACC'D.	10	0	69	25
DESPERDICIO DE PILLAS	1.33	1.03	1.1	1.6

FIG. 32



MAY 1992 ACUMULADO



MAY 1992 ACUMULADO

#### **4.2.5 Estudio Costo-Ahorro**

Es necesario que antes de llevar a cabo el estudio Costo-Ahorro, los siguientes puntos estén completamente implementados:

- Un Lay-Out bien definido.
- Estándares de mano de obra, perfectamente desarrollados.
- Determinación adecuada de la capacidad de planta.
- Índices de productividad, calculados y graficados.

#### **Metodología**

1. **Obtener los Estándares de Producción (actual y nuevo) de cada uno de los productos que se fabrican en el departamento de Fabricación de Cepillos.**
2. **Obtener el Plan de Producción anualizado por producto, del departamento de Fabricación de Cepillos.**
3. **Multiplicar los Estándares de Producción (actual y nuevo) de cada producto, por su correspondiente Plan de Producción, obteniéndose de esta forma, las Horas-Hombre anual (actual y nuevo).**

4. Obtener las cuotas de M.O.F. y G.I., para el centro productivo de fabricación de cepillos, como se explicó en el Capítulo III.
5. Multiplicar las cuotas de M.O.F. y \*G.I. por las H.H. anual (actual y nuevo), obteniéndose, de esta forma, el total de horas pagadas (actual y nuevo).
6. Se resta el total de horas pagadas actual, menos el total de horas pagadas nuevo, para obtener el ahorro total.

El ahorro obtenido fue de \$ 229,808,208.00 M. N.

**\*Nota:** No se considera el 100% de la cuota de G.I., únicamente se considera el 20%, ya que son gastos de fábrica que si disminuyen con la reducción de mano de obra.

Por ejemplo:

- Gastos en mantenimiento.
  - Ahorro en combustibles.
  - Ahorro en energía eléctrica.
- etc.

## ESTANDARES DE MANO DE OBRA

INGENIERIA INDUSTRIAL  
ELABORO :JUAN JOSE AVENDAÑO MENDEZ

CLAVE	DESCRIPCION	ACTUAL	NUEVO	PLAN DE	ACTUAL	NUEVO	CUOTAS	ACTUAL	NUEVO	AHORRO
		H.H./ 1000 P.Z.	H.H./ 1000 P.Z.	PRODUCC 1992 (000 \$)	H.H. ANUAL	H.H. ANUAL	1)M.O.F. 2)G.J. (1000 P.Z)			
	ENCERDADO						(1) 12000			
00C00ST1	STYLE ADULTO	2.3800	1.014	1250	2975	1267.5	* (2) 24000			
00C00ST2	STYLE NIÑO	2.8800	1.442	7200	20736	10382.4	* (2) x 0.2 4800			
00C00ST3	STYLE LUXE ADULTO	2.8800	2.361	1800	5184	4249.8				
00C00ST4	STYLE LUXE NIÑO	1.7000	1.7000	930	1581	1581				
00C00ST5	STYLE-TEC.	2.8800	1.844	650	1900.8	1217.04				
	TOTAL			11840	32376.8	18697.74	16800	543930240	314122032	229908208

\* EL 20 % DE LOS GASTOS INDIRECTOS SI SE CONSIDERA, YA QUE SON GASTOS DE FABRICA VARIABLE

EL 80 % DE LOS GASTOS INDIRECTOS NO SE CONSIDERA, YA QUE SON GASTOS FIJOS (DEPRECIACION, GASTOS REDISTRIBUIDOS ETC.)

#### **4.3 AHORRO TOTAL**

Como puede apreciarse en los ejemplos anteriores, los ahorros fueron bastante buenos, en términos económicos.

Ahorro 1 ----- \$ 358,331,842.00

Ahorro 2 ----- \$ 229,808,208.00

Un ahorro total de \$ 588,140,055.00

Es importante hacer notar, que el ahorro total es anualizado y que, aunque pueda parecer impactante, únicamente abarca dos proyectos potenciales. Si tomamos en cuenta todos los ahorros posibles (proyectos potenciales adicionales), la cantidad total se elevaría por encima de los \$ 1,000,000,000.00 aproximadamente.

La obtención de todo lo anterior, no hubiese sido posible sin la ayuda de los conocimientos adquiridos en los Capítulos II y III, ya que éstos nos proporcionan la base del proyecto y las distintas metodologías para llegar a obtener nuestros ahorros.

## V. REPERCUCION DE UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA EN LA SEGURIDAD

### INTRODUCCION

Ahora como nunca antes en la historia de la edad industrial, la gerencia se enfrenta a una situación irresistiblemente compleja, en sus esfuerzos por prevenir y controlar lesiones y enfermedades ocupacionales, daño a la propiedad (incluyendo incendios y explosiones), fallas de seguridad, contaminación, responsabilidad legal por el producto.

Esta complejidad se ha dado, debido a los avances en la tecnología, el rol en aumento, del gobierno y agencias gubernamentales, incremento de información de parte de individuos y comunidades de derechos humanos, problemas de salud ocupacional, problemas ambientales y restricciones económicas, de los últimos años.

En toda compañía industrial es una preocupación constante, el mantener un ambiente de trabajo sano y seguro y hacer constar que estos aspectos no sólo son primordiales para el desenvolvimiento de cualquier empresa, sino para el desarrollo de todos sus empleados y trabajadores.

"Se tiene el firme propósito de llevar a cabo nuestras operaciones en condiciones óptimas de seguridad, para prevenir pérdidas que pudieran derivar en enfermedades o accidentes de trabajo, daños a las instalaciones o la interrupción en el adecuado funcionamiento de las operaciones".

Por lo tanto, resulta fundamental, en el diseño de procedimientos y de las instalaciones; considerar la prevención de accidentes y las condiciones de seguridad e higiene, así como el disponer de un plan de contingencia que implique tanto la prevención, como el manejo y acciones posteriores a siniestros, para minimizar su impacto en la prosecución de las operaciones del negocio.

De nuestras actitudes y prácticas laborales dependerá el éxito de este esfuerzo colectivo. Es esencial que todos los que colaboramos en estas empresas, estemos conscientes de que la motivación constante y una sólida capacitación, son nuestras herramientas para asumir esta responsabilidad. También, cabe destacar los programas que contemplan los posibles riesgos contra la vida y las instalaciones y que cumplen a su vez, con los requisitos básicos de seguridad.

La cooperación de todos nosotros debe sustentarse en el credo común de quienes laboramos en estas empresas, teniendo presente nuestra seguridad para beneficio propio y el de nuestros seres queridos.

## **5.1 IMPACTO DE UN ACCIDENTE, EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

Pérdidas; producto de los accidentes

### **A) Tiempo del Trabajador Lesionado**

- 1. El trabajador lesionado, pierde su capacidad de producción. Esta pérdida en TIEMPO PRODUCTIVO, no se recupera a través del reembolso de los beneficios de compensación del trabajador.**

### **B) Tiempo del Compañero de Trabajo**

- 2. Los compañeros de trabajo en el lugar del accidente, pierden el tiempo, como también, en el momento de trasladar al herido a la posta o ambulancia.**
- 3. Se pierde tiempo por las expresiones de lástima o curiosidad y por la interrupción del trabajo, al producirse la lesión y más tarde, comentando el caso, una y otra vez, intercambiando opiniones acerca de las causas, corriendo el rumor, etc.**
- 4. Se produce pérdida de tiempo por un incidente, producto de la limpieza del lugar del hecho, la recolección de donaciones para ayudar al trabajador y a su familia y la asistencia a audiencias, etc. Se debe incluir también el costo del tiempo extra de los otros trabajadores que tienen que cubrir el trabajo del compañero lesionado y el tiempo ocupado por el personal de equipo de Seguridad, en relación al accidente.**

### C) Tiempo del Supervisor

El tiempo del supervisor, que se suma al accidente incluye:

5. Auxillar al trabajador lesionado.
6. Investigar la causa del accidente, v. gr. investigación inicial, seguimiento, investigación de cómo prevenir la repetición, etc.
7. Planificar la continuación del trabajo, obtener material nuevo, reprogramar.
8. Seleccionar e instruir a nuevos trabajadores, incluyendo la postulación de candidatos al puesto, la evaluación de ellos, su entrenamiento o el de los trabajadores transferidos.
9. Preparar los informes del accidente, v. gr. informes de lesiones, informe de daño a la propiedad, informe de los accidentes, de las anomalías, de los accidentes de vehículos, etc.
10. Participar en las audiencias sobre el accidente.

### D) Pérdidas Generales

11. Se pierde tiempo de producción, debido a la impresión, los shocks o las distintas manifestaciones de interés de los trabajadores, la baja de rendimiento de otros, los comentarios del hecho: "¿Sabías?..."( que se atribuye a los trabajadores de otras unidades, no incluidos en el ítem 3, anterior).

12. Se producen pérdidas como resultado de la detención de la maquinaria, de los vehículos, las plantas, las instalaciones, etc., lo cual podría ser temporal o a largo plazo y que podría afectar al equipo, como así mismo; en la programación respectiva.
13. La efectividad del trabajador lesionado disminuye al retornar a su trabajo debido a: las restricciones, disminución de su eficiencia, sus impedimentos físicos, las posibles muletas, el enyesado, etc.
14. La pérdida de las operaciones del negocio y del prestigio, las publicaciones negativas, el problema de lograr nuevos contratos, etc., se constituyen en pérdidas típicas del caso.
15. Surgen gastos adicionales legales derivados de las comparecencias judiciales en relación a los beneficios de compensación, las demandas por responsabilidad civil, etc., las cuales requieren de la contratación de un abogado, distinto al gasto legal de agente de seguros y que se incluye en los costos directos.
16. Los **COSTOS** pueden aumentar, debido a las primas de seguro y a los ítems que aumentan los impuestos y que corresponden, respectivamente, a pequeños porcentajes anuales de las pérdidas importantes en que se ha incurrido, asimismo, en los impuestos basados en el valor en dólares de las pérdidas y que se cargan

al rubro de las reservas.

17. Se deberían incluir los ítems misceláneos adicionales, los que podrían ser específicos para ciertas operaciones en particular y que se manifiestan como adecuados para aquellos casos específicos de accidente.

**E) Pérdidas de Propiedad**

18. Gastos en el suministro de equipos y recursos de emergencia.
19. Costo del equipo y de los materiales, por sobre su uso normal como consecuencia de la recuperación o restauración.
20. Costo del material de reparación y de las piezas de repuesto.
21. Costo del tiempo de las reparaciones y del remplazo de equipos en términos de pérdida de la productividad y retraso en la mantención planificada de otros equipos.
22. Costo de las acciones correctivas que no sean de reparaciones.
23. Pérdidas por las refacciones en stock y que estaban destinados a los equipos destruidos y que, por lo tanto, quedan obsoletos.
24. Costos proporcionales, tanto del equipo de rescate como del de emergencia.
25. Pérdidas de la producción durante el período de: recuperación del trabajador, de la investigación, de la limpieza, de la reparación y de la información certificada.

**F) Otras Pérdidas**

**26. Castigos multas, citatorios por embargos.**

## CIA. DE CEPILLOS DENTALES

ACCIDENTES POR DEPARTAMENTO  
PERIODO: 1o. DE ENERO – 31 DICIEMBRE 91

No.	NOMBRE	DEPARTAMENTO	DIAS INCAPACIDAD	PARTE AFECTADA
1	MARIA SUAREZ S.	ACONDICIONAMIENTO	38	DEDOS
2	CARLOS PAEZ H.	MANT. EDIFICIOS	13	BRAZO
3	ANA Ma. VAZQUEZ R.	ACONDICIONAMIENTO	3	RODILLA
4	ANTONIA RUIZ J.	ACONDICIONAMIENTO	15	BRAZO
5	Ma. CRISTINA SANCHEZ M.	ACONDICIONAMIENTO	8	OJO
6	JORGE BARRERA M.	MANT. EQUIPO	17	CARA
7	ANTONIA ZAPIEN M.	ACONDICIONAMIENTO	55	DEDOS

### 5.1.1 Ejemplo del Costo de un Accidente de Trabajo Incapacitante

#### I. Descripción

Un trabajador trató de desatascar la máquina (etiquetado de cepillos) estando en movimiento, lo cual, le ocasionó la pérdida del dedo medio de la mano derecha.

#### II. Costo Directo

38 días perdidos x \$ 17,000/día = \$ 646,000.00

#### III. Costo Indirecto

a) Demora en producción = la máquina paró 5:00 Hrs.

5 Hrs. x 2300 cep/hr. x \$ 506.00 = \$ 5,819,000.00

b) Mano de obra del mecánico.- Por ajuste de máquina.

5 Hrs. x \$2,500 = \$ 12,500.00

c) Suplencia de un trabajador 38 días.

38 X \$17,000/día = \$ 646,000.00

d) Entrenamiento del trabajador suplente 3 días.

3 x \$ 17,000 = \$ 51,000.00

e) Investigación del accidente.- 2 Hrs.

\$ 15,000 x 2 = \$ 30,000.00

f) Tiempo extra a dos personas para sacar la producción

5 Hrs. c/u.

Suponiendo que el personal gana \$ 15,000.00 diarios y las horas después de su turno normal se pagan dobles:

5 hrs. x 2 personas x \$1,667 = 33,340.00

TOTAL DE COSTO INDIRECTO = \$ 6,591,840.00

#### IV. COSTO TOTAL

COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO = COSTO TOTAL

\$646,000.00      \$6,591,840      \$7,273,840.00

Para este caso; el costo indirecto es 10.2 veces el costo directo, es decir:

$$CI = 10.2 CD$$

## **5.2 CUOTAS DE SEGURIDAD**

### **Introducción**

El proceso institucional de clasificación y determinación del grado de riesgo de las empresas, es parte de un fenómeno social, cuya frecuencia y gravedad despierta preocupación; **LOS RIESGOS DE TRABAJO.**

En la búsqueda de nuevos caminos de protección, que permitan reducir los daños y pérdidas ocurridos debido a los riesgos de trabajo, el Seguro Social es la forma de ayuda más importante en la actualidad. Por ello, los legisladores incorporaron a la ley del Seguro Social, el ramo de Seguro de Riesgos de Trabajo, dentro del régimen obligatorio.

Las prestaciones relativas a esta modalidad de seguro, así como los gastos de administración correspondientes, deben quedar cubiertos en forma íntegra, con las cuotas patronales, conforme a los principios establecidos en el Artículo 123 Constitucional y en la Ley Federal del Trabajo vigente, de acuerdo a los cuales, los patrones son responsables de los riesgos de trabajo a que están expuestos los trabajadores, en su actividad laboral.

Las prestaciones deben tener un financiamiento y guardar éste un equilibrio, entre el cobro de las cuotas y los pagos efectuados.

El procedimiento establecido para financiar el Seguro de Riesgos de Trabajo, va de acuerdo con dos factores variables: el monto de los salarios pagados y el **RIESGO INHERENTE DE LAS EMPRESAS**. Con base en este procedimiento, las primas varían en relación directa con el riesgo de las actividades de cada empresa.

El reglamento para la clasificación de las empresas y determinación del grado de riesgo, es el instrumento jurídico que hace posible la vigencia y operatividad de los mecanismos de financiamiento del ramo de empresas, a través de su catálogo de actividades, así como el proceso de determinación del grado de riesgo y prima.

Este reglamento, expedido en 1981 con su actual denominación, cuya innovación comprendía el catálogo de actividades y determinación anual del grado de riesgo y prima, como elementos substantivos de su estructura, ha sido reformado por decreto del Ejecutivo Federal, publicado el 21 de enero de 1987, como resultado de la preocupación permanente del Instituto Mexicano del Seguro Social por mantener su

operatividad y adecuarlo a la dinámica constante de la planta productiva y de sus diferentes procesos, así como a la distribución continua de los bienes y servicios.

Esta reforma del reglamento, contempla los resultados de la revisión trianual de las empresas, por el período 1983 - 1985, cuya magnitud determinó la conveniencia de rediseñar las fórmulas para la obtención de los índices de frecuencia, gravedad y siniestralidad, que constituyen los factores esenciales para la determinación del grado de riesgo y prima a cubrir en este ramo de seguro.

Como consecuencia de esta revisión trianual, se modificó el catálogo de actividades, contenido en el Artículo 13 del Reglamento, en el sentido de cambiar la clasificación de aquellas actividades que mantuvieron un índice de siniestralidad superior al grado máximo de su clase; o inferior del grado mínimo de la misma, desplazando así, un nuevo nivel superior cincuenta y cinco fracciones y hacia el inferior veintidos, establecido adicionalmente tres nuevas fracciones y adecuando el texto en dos más.

La adopción de las nuevas fórmulas obedece al propósito fundamental de reconocer mayor peso específico, a la frecuencia de siniestros, como factor de clasificación del grado de riesgo, persiguiéndose con esto, que tal dispositivo sirva como incentivo para los patrones en el establecimiento de las medidas de seguridad e higiene, que permitan abatir el acaecimiento de los mismos, con el evidente beneficio que ello representa para toda la sociedad y en especial, para la clase trabajadora.

#### **Los Riesgos de Trabajo como Ramo de Seguro**

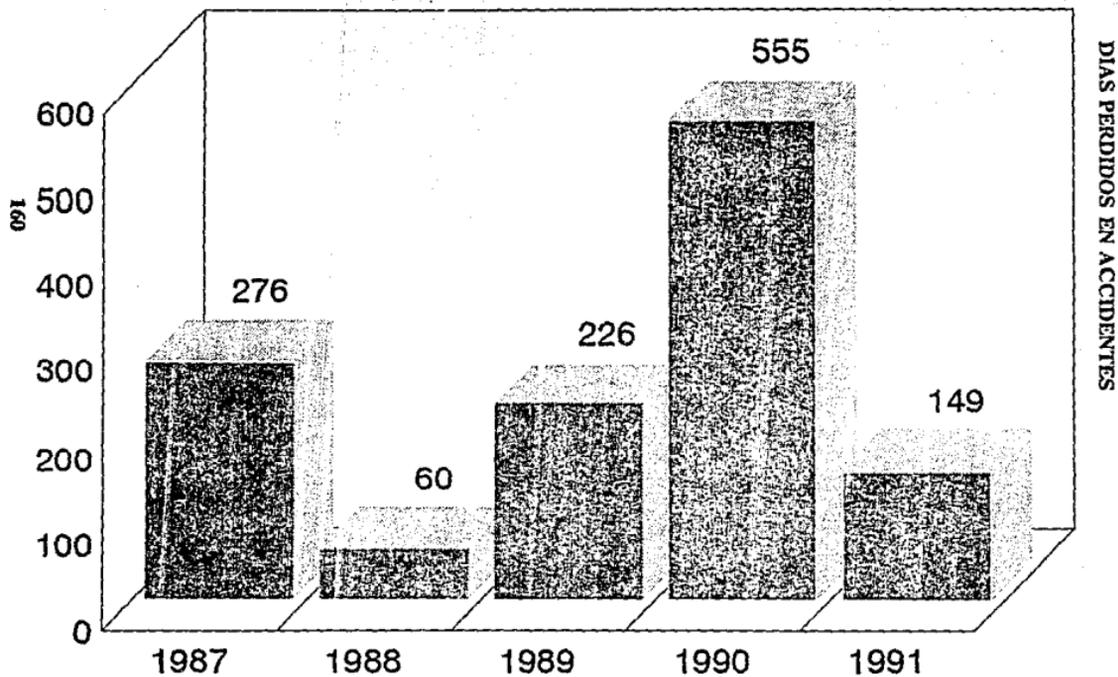
Para incluir a los Riesgos de Trabajo, como uno de los ramos de Seguro que comprenden el Régimen Obligatorio del Seguro Social, se consideró que, los mismos son los que mayores consecuencias graves causan entre los trabajadores, independientemente de constituir una de las formas de mayor tradición proteccionista en nuestra legislación y una de las causas fundamentales, que generaron al actual Derecho del Trabajo, en México.

## CIA. DE CEPILLOS DENTALES

RECORD DE ACCIDENTES

AÑO	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
No. DE ACCIDENTES:	17	18	8	18	23	7
No. DE DIAS PERDIDOS:	232	276	60	226	555	149

## DIAS PERDIDOS



### 5.2.1 Reclasificación de la Empresa en el I.M.S.S.

Como se mencionó con anterioridad, la cuota se obtiene en base a los sueldos de todo el personal que labora en la Compañía. Esta cuota es bimestral y se rige apartir de 2 puntos:

- 1) Enfermedades y Maternidades
- 2) Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte (I.V.C.M.)

Ejemplo:

Personal	Sueldo	Incapnc.	Ausencias	Días	E. y M.	I.V.C.M.
Juan A.	100,000	1	-	59	5,800,000	5,800,000
"	100,000	-	1	1	100,000	-
Luis N.	.	.	.	.	.	.
etc.	.	.	.	.	.	.
<b>TOTAL</b>				<b>\$210,000,489,753</b>		<b>\$ 2,106,284,084</b>

Como puede notarse en el ejemplo, las incapacidades son descontadas al obtener el sueldo total, tanto en "Enfermedades", como en "I.V.C.M.". En lo que respecta a las ausencias, éstas únicamente son descontadas en el "I.V.C.M.". Una vez realizadas estas modificaciones, se suman todos los sueldos y se obtiene un gran total.

En base a una clasificación (Riesgo de trabajo) que lleva a cabo el I.M.S.S.

la empresa es clasificada dentro de la clase II en la posición más baja:

Clase II

4 0.35 %

5 0.437 %

6 0.525 %

**Obtención de la Cuota de Seguridad**

Descripción	Monto	%	Total
A) Enfermedades y maternidades	\$2,110,489,753	*11.4	\$240,595,831
B) I.V.C.M.	\$2,106,284,094	* 6.84	\$144,069,832
C) RIESGO DE TRABAJO	"	0.35	\$ 7,371,994
D Guarderías	"	*1.0	\$ 21,062,840
Total Cuota a Pagar			\$413,100,499

\* Porcentajes determinados por el I.M.S.S.(SON FIJOS)

Debido al aumento drástico en el número de accidentes registrado en el año de 1990, la Compañía fue motivo de discusión, por parte del Seguro, el cual advirtió de una posible reclasificación de la empresa. Dicha reclasificación hubiera causado el siguiente aumento en las cuotas:

Nueva

$\$ 2,106,284,094 \times 0.525 = \$ 11,057,991$

Anterior  $\$ 7,371,994$

total (Diferencia)  $\$ 3,685,997$

$\$ 3,685,997 \times 6$  (bimestres)  $= \$ 22,115,982$

Como puede notarse, el aumento en la cuota anual sería del 50% (0.35 a 0.525). Los 22 millones que se obtienen como diferencia de dichos porcentajes, no son del todo ciertos, ya que el nuevo porcentaje de cuota es aplicable al siguiente año y como sabemos, los salarios también tenderán a aumentar en un porcentaje considerable, de un año a otro, lo cual, nos causará un aumento en la cuota; mayor de lo esperado.

### 5.3 LA SEGURIDAD INDUSTRIAL A LA PAR CON LA PRODUCTIVIDAD

Dos temas fundamentales están implícitos en toda organización laboral;

- 1) Alcanzar las metas en el tiempo que se utilizan los recursos en forma eficiente (Productividad) y, 2) ofrecer un clima que refuerce el bienestar (seguridad) de los participantes. El desempeño de la organización, deriva del éxito de los individuos y grupos, por alcanzar metas relevantes. Una evaluación igualmente importante es, qué tan adecuadamente ofrece, la organización un ambiente satisfactorio y seguro a los participantes.

**Desempeño = efectividad, eficiencia y satisfacción de los participantes.**

**Las organizaciones tienen que ser productivas, si quieren responder a las necesidades de la sociedad. Ha habido una baja en el ritmo de mejoramiento de la productividad, en las últimas décadas. Esto ha tenido consecuencias adversas; en términos de inflación, bajo crecimiento del ingreso real y un deterioro de la posición competitiva, en relación a otras naciones.**

**La productividad es una evaluación de la eficiencia del proceso de transformación de la organización, para convertir los insumos; en productos. Una mayor productividad, proviene de tres fuentes primarias: tecnología, destreza administrativa y esfuerzo humano. Durante casi un siglo, el interés ha estado en los avances tecnológicos, para hacer que la productividad dependa menos del esfuerzo, el conocimiento y las habilidades humanas. Sin embargo, este enfoque no puede ir más lejos. En cierto momento, la atención debe dirigirse hacia mejoras en la productividad por medio del personal.**

Existen pruebas de que la calidad de vida laboral percibida, (seguridad) no ha respondido a las aspiraciones de mucha gente, que a su vez, está cada vez menos satisfecha con su experiencia laboral. Eso no se debe, necesariamente, a que la situación haya empeorado; más bien, se debe a las crecientes aspiraciones humanas, para llevar una mejor existencia en general y para una vida laboral más segura en particular.

La productividad y la seguridad laboral, no son objetivos incompatibles entre sí. El punto administrativo clave, es diseñar un sistema organizacional, que mantenga elevados niveles de productividad y al mismo tiempo, responderá a las expectativas de los trabajadores con respecto a su seguridad laboral. Afortunadamente, existen muchas evidencias de investigación, acerca de que estas metas no son mutuamente excluyentes.

Sin embargo, la efectividad global de la empresa, requiere de una deliberada y cuidadosa atención a los miembros de la organización; como a las tareas que deben ser realizadas. Esto no quiere decir, que exista una relación absolutamente casual, que la alta productividad provoca una buena seguridad laboral o que la seguridad laboral causa la productividad. La evidencia no es lo suficientemente clara, para

**atribuirse a la casualidad.**

**Sin embargo, muchos administradores e investigadores están convencidos de que existe una relación. Y en realidad, no hay nada que indique lo contrario, de que una baja seguridad industrial nos lleve a una alta productividad. Muchos estudios recientes, de organizaciones de alto desempeño, sugieren que lo que tienen en común; es un alto aprecio y una continua atención a sus recursos humanos. Con lo cual concluimos que, estos dos puntos de productividad y seguridad laboral, son importantes y altamente interdependientes.**

#### **5.4 PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, COMO PARTE DE UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA, PARA REDUCIR COSTOS**

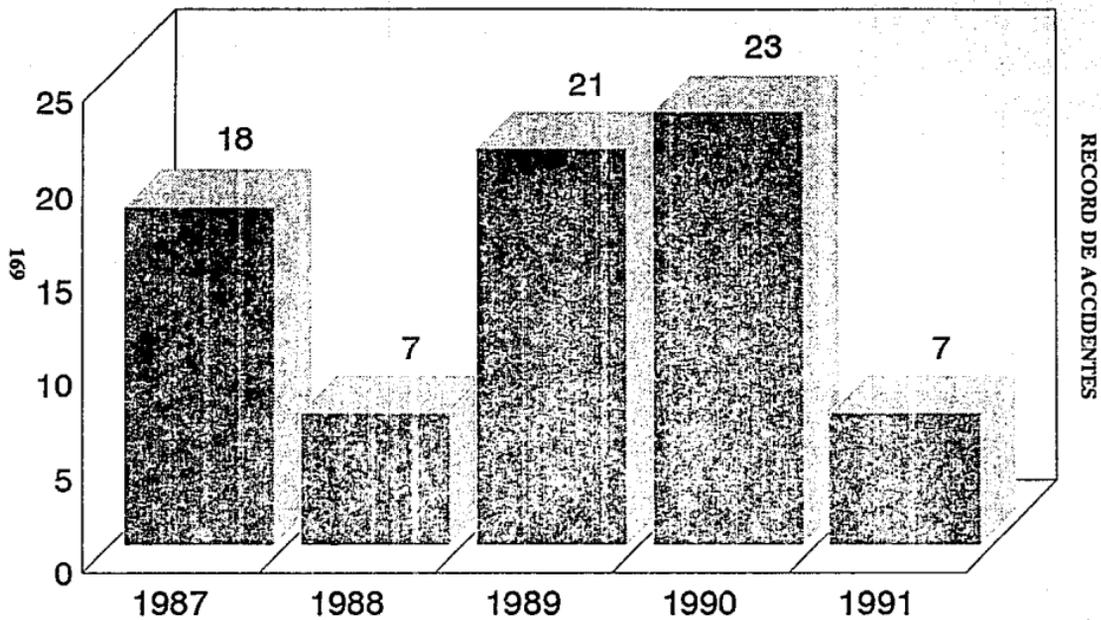
Debido a que el número de accidentes se fue incrementando en forma drástica, en los últimos años; principalmente en 1990, fue necesario el establecer un Plan de Seguridad, el cual nos ayudó a disminuir el número de accidentes. Las acciones clave que comprenden dicho Plan, son las siguientes:

- Capacitación, Mando Medio en Seguridad e Higiene. "Curso para la formación de Técnicos Medios en Seguridad e Higiene".
- Campaña de Seguridad "Di no a los accidentes".
- Pláticas a trabajadores "Semana de la Seguridad".
- Proporcionar equipo adecuado de protección personal.
- Encuentro entre trabajadores "Detección de Riesgos". (Planteamiento de soluciones).
- Concientización del supervisor.
- Difusión de la Seguridad Personal (Revista de Información).
- Cursos de inducción a trabajadores de nuevo ingreso.
- Estudios de riesgos de trabajo, en áreas críticas.

La aplicación del Plan de Seguridad fue todo un éxito pues, como se muestra en las gráficas anexas, la disminución de accidentes fue muy provechosa. Esto

**representa una mejora en muchos aspectos productivos, dentro de la planta, (mayor productividad).**

**Sí hablamos en términos económicos; representa un ahorro considerable ya que, las cuotas que la Compañía hubiese tenido que pagar por el exceso de riesgo en nuestras actividades productivas, eran muy altas.**



 ACCIDENTES

## **CONCLUSIONES**

La problemática a la que se enfrenta nuestro país; es muy clara. La entrada a un mercado de libre comercio que exige la producción de bienes y servicios, a un bajo costo, sin afectar el nivel de servicio que el cliente necesita.

Desgraciadamente, también es cierto que México, es decir, la gran mayoría de las empresas que conforman el bloque industrial de nuestro país, no han podido iniciar el proceso de transformación que la economía mundial demanda.

Un Programa de Mejora Continua, es el disparador de cambio de una empresa. Nos muestra la situación actual que vive la empresa (diagnóstico).

- En 1991 capacidad insuficiente (8.997 millones de cepillos) en la fabricación de cepillos. (Demanda de 11.84 millones de cepillos, para 1992).
- Graves problemas de seguridad industrial, presentándose 23 accidentes en las áreas productivas de la empresa.
- Obsolescencia de equipo que generaba costos de producción más altos.

Una vez detectadas las necesidades, un Programa de Mejora Continua, establece un plan de trabajo, acciones a seguir, así como los indicadores de productividad, que medirán dicho Programa.

- **Formación de Grupos de mejora continua .**  
**Búsqueda de Areas de Oportunidad "Mejora"**
- **La creación de índices de productividad.**  
**La Productividad es medible**

Un Programa de Mejora continua selecciona entre varias opciones de "mejora", cuáles son las más importantes (mayor impacto).

- **El cambio de empaque de botella de vidrio a botella PET.**
- **El importante papel que juegan todas las áreas productivas dentro del Programa. (Esfuerzo conjunto).**

Un Programa de Mejora Continua presenta, en base a resultados reales, los logros que se alcanzaron durante un año de implementación de este mismo Programa.

- **Reducción del número de accidentes, de 23 a 7 accidentes. (Creación de Plan de Seguridad).**
- **Aumento en los índices de productividad.**  
**(Unidades Equivalentes/Horas Directas pagadas)**

Año 1990 - 97,4

Año 1991 - 95,8

Año 1992 - 117,0

**(Unidades Equivalentes/Total horas pagadas)**

**Año 1990 - 65.0**

**Año 1991 - 67.4**

**Año 1992 - 87.9**

**Aumento en la capacidad de fabricación de cepillos; de 8.997 a 14.175 millones de cepillos anuales.**

**Ahorros \$ por la implementación de 2 proyectos:**

**1) Cambio de Botella de vidrio a PET \$ 358,331,842.00**

**2) Compra de maquinaria nueva \$ 229,808,208.00**

---

**Total \$ 558,140,055.00**

**La creación de O.P.I.'s. (índices de productividad).**

**Un Programa de Mejora Continua, como su nombre lo expresa; es un programa cíclico, que no tiene fin. El fin último es el aumento continuo de la productividad, con la activa participación de las áreas productivas de la empresa.**

## BIBLIOGRAFIA

H.B. Maynard  
Industrial Engineering Handbook  
Third edition  
U.S.A., 1971

Gillespie, Cecil  
Contabilidad y Control de Costos  
Ed. Diana

Niebel, Benjamin W.  
Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos  
y movimientos.  
Ed. Alfaomega, tercera edición.  
México, 1990

Kaoru Ishikawa  
Control Total de la Calidad  
Ed. Norma  
México, 1986

"O.I.T."  
Introducción al estudio del trabajo  
Tercera Edición

Warner-Lambert International  
Work Measurement manual.  
U.S.A., 1979

Frank E. Bird  
La conservación de Gente, propiedad,  
proceso y ganancias.  
Instituto de Seguridad en el Trabajo  
U.S.A., 1986