

6 308917

24



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

**CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**MODELO SOCIOTECNICO DE CALIDAD Y  
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA  
EMBOTELLADORA DE REFRESCOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA : INGENIERIA INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A N :**

**JOSE E. ANTONIO CASTRO D'FRANCHIS  
EDUARDO DIEZ HIDALGO**

**REVISOR : ING. JOSE LUIS GONZALEZ ACUÑA**

**MEXICO, D. F., 1991**

**TEJIS CON  
FALLA LE 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

Pág.

INTRODUCCION .....	111
I Consideraciones Generales sobre la Calidad y la Productividad .....	1
I.1 Calidad .....	3
I.2 Productividad .....	40
I.3 Relaciones entre la Calidad y Productividad.....	67
II Descripción y Análisis del Proceso Productivo .....	76
II.1 Diagrama de Flujo del Proceso .....	81
II.2 Extracción, Tratamiento y Recuperación de agua .....	85
II.3 Elaboración de Jarabes .....	125
II.4 Despaletizado .....	136
II.5 Desempacado .....	140
II.6 Sistemas de Transportadores de Botellas .....	146
II.7 Lavado de Botellas e Inspección .....	153
II.8 Unidad Proporcionadora .....	165
II.9 Carbonatación .....	170
II.10 Llenado de Botellas .....	187
II.11 Tapado de Botellas .....	195
II.12 Empacado .....	201
II.13 Paletizado .....	204
III Puntos de muestreo y Pruebas de Control de Calidad .....	209
III.1 Pruebas que se deben realizar al agua.....	214
III.2 Pruebas que se deben realizar a los jarabes .....	227
III.3 Pruebas que se deben realizar al Producto terminado .....	230
III.4 Pruebas que se deben realizar en la Lavadora .....	236
III.5 Análisis Bacteriológicos .....	238

	Pág.
IV. Aplicación del Control Estadístico de Calidad .....	258
IV.1 Muestreo de Aceptación .....	262
IV.2 Control del Proceso .....	274
IV.3 Especificación y Parámetros de Control .....	292
V. Involucramiento del Personal en el Sistema de Calidad .....	295
V.1 Bases Fundamentales de los Círculos de Calidad .....	297
V.2 Técnicas utilizadas en los Círculos de Calidad .....	305
V.3 Implementación de los Círculos de Calidad .....	324
CONCLUSIONES .....	343
I Conclusiones sobre el Area de Ingeniería Industrial .....	344
II Conclusiones Generales sobre Calidad.....	347
BIBLIOGRAFIA .....	349

## INTRODUCCION

La excesiva y creciente competencia en todos los ámbitos obliga al sector productivo a crear cada vez más y mejores productos. Calidad y productividad son términos que, afortunadamente se encuentran ya en casi todas las políticas de empresa, el problema está en llevarlas verdaderamente a la práctica.

En algunas industrias resulta más evidente que en otras la estrecha relación que hay entre calidad y productividad. Para este estudio hemos escogido a la industria embotelladora de refrescos, precisamente por esa marcada y esencial vinculación.

La mayoría de las empresas pone mayor atención a la productividad que a la calidad ya que los beneficios de la primera repercuten rápida y directamente en las utilidades; sin embargo, hay empresas que han comprendido que la calidad no sólo puede ayudar a mejorar la productividad sino que también incide favorablemente en las ventas y por lo tanto también en las utilidades.

Es obvio que tanto la productividad como la calidad se generan o se dan dentro de la empresa, la diferencia radica en la trascendencia de ambas, es decir, mientras una actúa dentro de la empresa la otra hace su labor fuera de ella. La productividad y la calidad están en contacto con los trabajadores y los directivos ---

pero sólo la calidad está en contacto con el cliente.

Se ha estudiado tanto a la calidad que ya no es considerada sólo como una técnica sino que ahora es tratada como toda una filosofía, es decir, como una manera de pensar y de actuar, por lo que requiere de toda una cultura y preparación para cuidarla de la mejor manera posible, pero debe quedar claro que no sólo debe ser una actitud positiva y encausada ya que necesita y debe complementarse con modos operativos de hacer las cosas, es decir, debe apoyarse en una técnica.

Entonces pues, el objetivo general de esta tesis es exponer de manera amplia y precisa las dos dimensiones esenciales de la calidad, es decir, trataremos los aspectos técnicos y humanos necesarios para establecer un adecuado control de calidad aplicable a cualquier industria embotelladora de refrescos.

## CAPITULO I

### CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD

#### - CALIDAD

- Definición
- La Importancia de la Calidad
- La Tendencia en la Demanda de la Calidad
- Factores que afectan la Calidad
  - Diseño
  - Equipos
  - Materiales
  - Programación
  - Desempeño
- Costos de la Calidad
  - Costos de Control
    - De Prevención
    - De Evaluación
  - Costos de las Deficiencias
    - De las Deficiencias Internas
    - De las Deficiencias Externas

#### - PRODUCTIVIDAD

- Definición

- Factores que afectan la Productividad
  - Externos
  - Internos
- Medición de la Productividad
  - Principios
  - Características
- RELACION ENTRE LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD



## 1.1 CALIDAD

### DEFINICION

El significado del término Calidad tiene muchas variantes, no existe ninguna definición que se considere como universal, y de hecho en la literatura encontramos tantas definiciones como libros que toquen el tema de la Calidad.

Lo que es inobjetable es que la Calidad la determina el cliente, basado en su experiencia real con el producto o servicio y comparándolo con sus requisitos.

A continuación se dan dos definiciones del concepto Calidad:

- "La totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se apoya en su habilidad de satisfacer necesidades dadas".

(Según la American Society of Quality Control: ASQC y la European Organization for Quality Control: EOQC).

- "La resultante total de las características del producto y -- servicio de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través de los cuales el producto o servicio en uso satisfará las esperanzas del cliente". (Según Feigenbaum)

Como podemos ver, ambas definiciones apuntan hacia que el cliente es quien determina la Calidad.

La Calidad se puede considerar en dos sentidos:

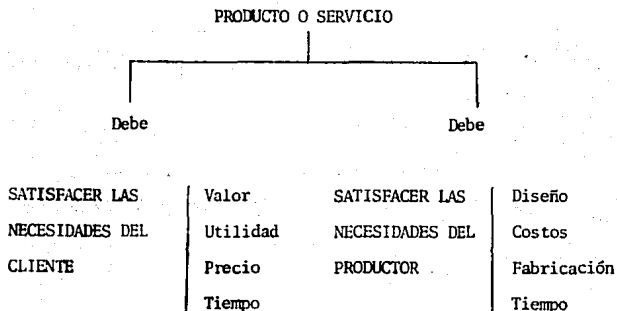
- a. Desde el punto de vista del Cliente.
- b. Desde el punto de vista del Productor.

Desde el punto de vista del cliente, la Calidad se asocia con el valor, con cuán útil es o con el precio de un producto o servicio. Desde el punto de vista del productor, la Calidad se asocia con el cumplimiento de las especificaciones del bien o servicio.

Todo esto trae como consecuencia que la Calidad abarque no solamente lo externo, esto es, que el cliente sea satisfecho con lo que requiere sino que el productor produzca ese satisfactor en una forma tal que viéndolo desde dentro de su sistema productivo sea rentable para éste.

Esto es obvio ya que de nada serviría el satisfacer las necesidades de los clientes de un bien o servicio determinado, si esto se hace a costa de presiones muy altas dentro del sistema productivo, esto llevaría a la larga a que el productor cesara de producirlo o a modificar el proceso para eficientarlo.

Lo antes mencionado se resume en el siguiente diagrama:



Es muy importante que la Calidad se defina en forma adecuada, de tal forma que se les pueda comunicar a todos los niveles de la Empresa (Gerencial, Mandos Intermedios y Operativo), para que todos éstos, partiendo de una base sólida puedan como un sólo ente alcanzar los objetivos de la Organización (Sinergia).

Una definición sencilla partiendo de los conceptos anteriormente citados es:

Calidad: "Suma de características que hacen que "algo" satisfaga las necesidades de un consumidor determinado".

En este caso, el término "algo" significa producto, bien, servi--

cio, Información, Proceso, Administración, etc., teniendo así una gama de conceptos bajo los cuales se puede definir la Calidad.

El satisfacer las necesidades de un Consumidor implica a su vez, dos factores:

- a). Que sirva para lo que el Consumidor quiera.
- b). Que se proporcione cuando el Consumidor lo necesite.

Lo anterior puede expresarse:

Calidad = Eso que se desea + Cuando se desea

Que puede transcribirse en:

Calidad = Precisión + Oportunidad

Ofrecer a los clientes exactamente lo que desean, pero una vez -- que hayan satisfecho sus necesidades, es tan lamentable como brindarles con oportunidad algo que no necesitan: ninguna de estas situaciones logran satisfacer los deseos del cliente.

Con esto el concepto de Calidad se puede generalizar o particularizar como se desee, considerando:

- a). La relación externa de la empresa (empresa-cliente).
- b). La relación interna de la empresa (de un proceso a otro, de una operación a otra: El siguiente proceso es el Consumidor).

Hasta aquí hemos considerado el concepto de Calidad desde el punto de vista técnico y analizando algunas definiciones que existen en la literatura, pero cabe hacerse la siguiente pregunta: ¿Es la Calidad un problema técnico?, las personas que se han dedicado al estudio de la Calidad se han percatado con el tiempo de que no, ya que al establecer controles basados fundamentalmente en la técnica como el control estadístico, por sí mismos no han logrado mejorar la Calidad, existe algo más que se debe de tomar en cuenta cuando se quieren lograr resultados en este campo: se debe volver la vista hacia la persona quien en definitiva determina la Calidad de una Organización.

Según el Ing. Ruis Velasco, tres ideas son fundamentales a entender:

1. La Calidad no es un problema técnico ya que con la sola técnica no se ha logrado mejorarla.
2. La Técnica es necesaria para la Calidad, entendiendo a ésta como una herramienta que utilizada correctamente ayuda a mejorarla.

3. La Calidad perfecciona, no podemos decir que "algo" es de calidad si no perfecciona al que lo usa y al que lo elabora, las cosas no tienen Calidad por sí mismas sino en medida en que el consumidor puede satisfacer una necesidad con ellas, y esa necesidad, si entendemos que el hombre está sujeto a una ley natural, la cual dicta ciertas necesidades, éstas nunca pueden ir en contra de la persona (si hablamos de necesidades reales y no inventadas o tergiversadas ), con esto podemos afirmar que un producto no puede ser de Calidad si no "mejora" de alguna manera a la persona, el atributo de Calidad puede perderse con el uso que se le dé al producto o satisfactor.

El Dr. Carlos Llano, al referirse a este tema afirma:

1. La Calidad no se encuentra en las cosas sino en las personas y esto tiene dos vertientes:
  - a. El que elabora las cosas.
  - b. El que las consume.
2. La Calidad es el resultado de una continua superación.
3. La Superación no es relativa a otro o a otros sino a un estado propio anterior.

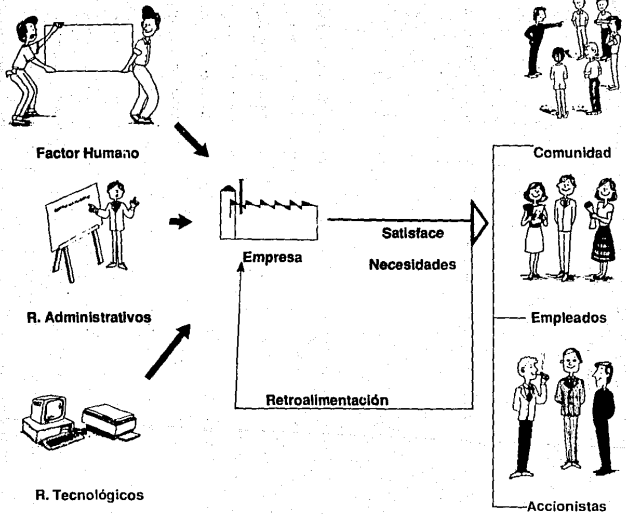
4. La Calidad no se logra mediante golpes maestros o de cam  
pañas extraordinarias, sino mediante cosas pequeñas.
5. La Calidad debe lograrse ininterrumpidamente.
6. Para lograr la Calidad se debe saber que siempre hay al-  
go por mejorar.

### LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD

Podemos considerar a la empresa como un sistema abierto, teniendo unas entradas (recursos) y, mediante un proceso de transformac*ión*, tiene una salida (satisfacción de necesidades), seguida de un proceso de control (retroalimentación), cuyo objeto es el de me  
dir que tan bien se está logrando el objetivo de la empresa. Esta retroalimentación va directamente enfocada a la Calidad con la que la empresa está trabajando, si ésta está trabajando con Calidad, - esto se verá reflejado hacia fuera con clientes satisfechos y es - lógico pensar que tenga un aumento en sus ventas, y hacia adentro de la empresa con empleados satisfechos de su trabajo y accionis--  
tas correctamente retribuidos por su inversión, es en este caso, - haciendo referencia al punto anterior donde el trabajar con Cali--  
dad "perfecciona", tanto al consumidor como al productor.

Hoy en día, debido a la alta competencia que existe en todos los -

FIGURA 1. 1. 1.





mercados, se han generado muchos cambios en las actitudes y preferencias de los consumidores, la Calidad se ha convertido en una -- cuestión crucial para el éxito o fracaso de un negocio.

"La Empresa debe orientar la Calidad como una estrategia pri maria, el control de Calidad debe cubrir el crecimiento fir me del negocio, fuerte y positivamente. Debe proporcionar una ventaja competitiva de la Compañía."

FEIGENBAUM

En la industria refresquera, como en otras muchas, no se debe tener la visión que se tenía en el pasado sobre la Calidad, que consistía en dirigir la atención en evitar que los productos que no cumplieran los requisitos fueran enviados a los clientes, este enfoque es pobre y, seguramente la empresa que siga con esta visión fracasará en el corto plazo, hoy en día deben de fijarse en otros factores, como es que el producto esté siempre disponible en el -- mercado, este factor es sumamente importante en la industria re--- fresquera debido a la gran variedad de productos existentes en el mercado, estos factores, que podríamos denominar externos, reflejan o significan que la empresa se vuelve hacia adentro centrando su atención en una serie de factores como son las gentes que labo-- ran en ésta para poder cumplir con los requerimientos de los clien tes, corresponde pues a la empresa el definir qué factores son los más críticos, según el producto que elaboren, enfocar su programa

de Calidad en cuidar sobre todo estos aspectos.

El Instituto de Planeación Estratégica (Strategic Planning Institute) llevó un estudio denominado PIMS (Proyección del Impacto de la Estrategia de Mercado) en 1977. El propósito fundamental de este estudio consistió en determinar cuáles eran los factores que -- afectaban al rendimiento sobre la inversión y en que magnitud. -- Uno de sus descubrimientos fue que los productos y servicios de alta Calidad son los más rentables. Con esto quedó corroborado que las empresas que tienen productos de alta Calidad también tienen la mayor participación en el mercado y obtienen un mayor beneficio para el crecimiento de ésta.

#### LA TENDENCIA EN LA DEMANDA DE LA CALIDAD

Actualmente existen tres tendencias en la demanda de Calidad que los directivos de cualquier organización deben tener en cuenta.

1. Los Clientes se han vuelto mucho más críticos, lo cual ha ocasionado que se preocupen más por la Calidad de lo que adquieren.

Esta tendencia se debe fundamentalmente a dos factores:

- a. El incremento de la Tecnología.

b. La creciente competencia.

El incremento de la Tecnología ha provocado que los productos y servicios sean más complejos, y con ello, el aumento de la probabilidad de que surjan fallas o errores, y para los clientes ha ocasionado que sea cada vez más difícil juzgar la Calidad de los bienes o servicios que adquieren, en el momento que los reciben.

2. Este aumento en la demanda de Calidad ha reducido el margen permisible de error, por lo que los procedimientos y prácticas tradicionales para el control de Calidad se -- han vuelto marginales sino es que obsoletas. Antes los esfuerzos en favor de la Calidad se centraban en los operarios, mediante inspección y control, ahora la atención se enfoca en la responsabilidad que todos tienen en la - elaboración del producto y en la prevención de los errores en su misma causa. Asimismo, la automatización ha - aumentado la necesidad de mecanizar el equipo de inspección y de pruebas, del cual mucho está todavía en el período de dispositivos manuales.

Todo se ha llevado, según Feigenbaum, a que las empresas actualmente estén invirtiendo en control de Calidad en - comparación con las cantidades invertidas en equipo de - producción a una proporción de entre el 15 y el 25% y --

que esta inversión tenga grandes posibilidades de duplicarse en la próxima década.

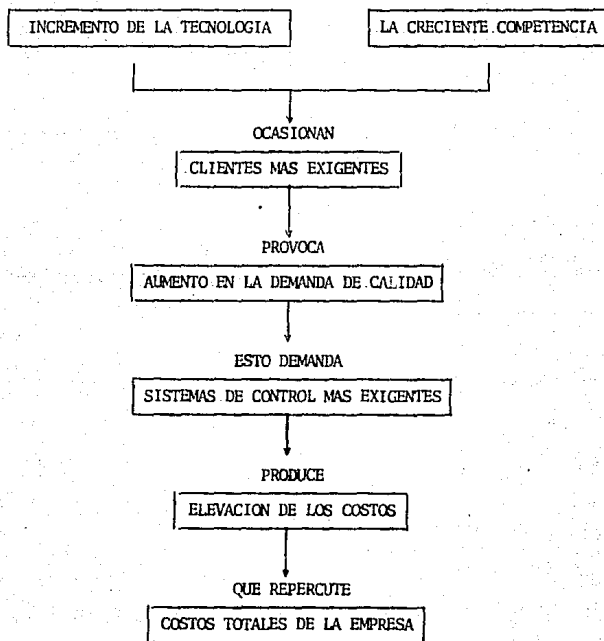
3. Esta inversión creciente en cuestiones de Calidad, está llevando a muchas organizaciones a enfrentar un serio predicamento, pues los costos de Calidad están sufriendo pavorosas tasas de incremento y esto repercute en los costos totales. Esto causa dos presiones distintas dentro de empresa.

a. Cuanto mayores sean las presiones ejercidas por los costos totales, más vigorosas deben ser las medidas que tome la dirección para disminuirlas.

b. El apremio por reducir los costos debe aguzar el sistema de mediciones de la Organización y provocar una mayor y más constante conciencia por la Calidad de los resultados y una mayor identificación de los costos de la Calidad.

Estas tendencias se resumen en el esquema de la página siguiente.

FIGURA 1.1.2.



Esto lleva a que las organizaciones se enfrenten a un reto doble:

1. Mejorar considerablemente la Calidad para asegurar una mayor participación en el mercado.
2. Encontrar y mantener el equilibrio entre el costo de la

Calidad y el valor resultante.

El Dr. Carlos Llano afirma que la importancia de la Calidad radica en las personas:

"Las Personas no resultan de Calidad; sino que hacen cosas - de Calidad porque ellas mismas son de Calidad.

Todas las empresas están formadas por personas, el centrar la atención en éstas se lograrán, utilizando las técnicas adecuadas, abatir los problemas antes mencionados.

"Primero la Calidad; la Productividad y las Utilidades son - una consecuencia".

K. ISHIKAWA

## FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD

En esta sección nos proponemos identificar los aspectos que hacen que un producto sea de calidad.

Primeramente debemos posicionarnos en el lugar del cliente ya que es el quien define la calidad y cuando definimos ésta nos referimos a ella como "que tan adecuada es para el uso", esto significa que debe satisfacer las necesidades del cliente. El productor debe es

pecificar la calidad en la forma más concreta posible de acuerdo a las necesidades del cliente y esforzarse por cumplir sus especificaciones. Si el producto resultante es o no adecuado es algo que será juzgado por el cliente.

Según Juran, la calidad de acuerdo para el uso se basa en las siguientes cinco características de calidad:

- 1.- Tecnología (fuerza, dureza)
- 2.- Psicológica (sabor, belleza, status)
- 3.- Orientada al tiempo (confiabilidad, durabilidad)
- 4.- Contractual (cláusulas de garantía)
- 5.- Eticas (cortesía del personal, ventas, honestidad)

Obviamente según sea el producto, la calidad debe enfocarse a una u otra característica, por ejemplo en el caso de un coche, adquirirán mayor fuerza las características tecnológicas y las orientadas al tiempo, mientras que en el caso del refresco serán fundamentalmente las psicológicas las que hagan un mayor peso.

Dado que el cliente es quien define la calidad, él mismo es quien dicta las reglas y generalmente se fijará en 4 dimensiones:

- 1.- Calidad de diseño: ¿El producto hace lo que el cliente solicita?

- 2.- Calidad de conformación: ¿Está bien construído?
- 3.- Calidad en la disponibilidad: ¿Lo encuentra fácilmente, no se descompone?
- 4.- Calidad en el servicio post-venta: ¿Existe un buen programa de servicio -- que sea adecuado a -- sus necesidades?

Cualquier organización debe velar por estas cuatro dimensiones aunque la manera de enfocarlas sea diferente según sea el producto o servicio del que se trate.

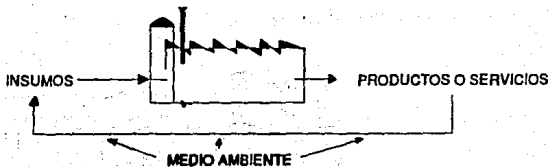
En el caso del refresco podríamos citar, como ejemplo, los productos dietéticos y así las dimensiones de calidad serían las siguientes:

- 1.- Calidad de diseño: ¿El refresco no hace que el consumidor engorde?
- 2.- Calidad de conformación: ¿ Sabe bien, buen aspecto, agradable?
- 3.- Calidad de servicio post-venta: El producto no requiere de esta dimensión de calidad.



Esto obliga a que no solamente el producto sea de calidad sino que toda la Organización lo sea y responda de tal forma.

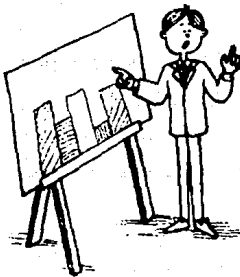
El Dr. Patrick Williams, dicta un enfoque bastante simplificado de este concepto según se describe en el siguiente esquema usando el Modelo General de Sistemas:



La empresa la considera como un sistema abierto sujeto a los cambios del medio ambiente.

A su vez, la empresa se divide en 3 subsistemas:

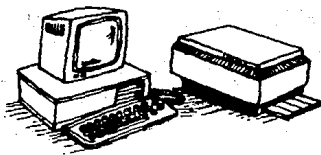
#### 1.- Administración



## 2.- Factor Humano



## 3.- Recursos Tecnológicos



El significado que se dá a cada uno de estos subsistemas son:

- **Administración:** Valores y estilos utilizados jerárquicamente para dirigir el rumbo de la Organización.

Esto incluye los siguientes aspectos:

- La forma en que se propicia la comunicación
- La toma de decisiones



- La fijación de objetivos.
- Asignación de prioridades
- Políticas de sueldos, comisiones, prestaciones.

y la divide en:

- + Administración centralizada.
  - El flujo de comunicación es unilateral.
  - Las decisiones las toma un grupo pequeño.
  - Poca libertad de decidir.
  - Poca participación
- + Administración descentralizada.
  - Se administra mediante objetivos.
  - Existe una participación en la definición de objetivos.
  - Comunicación bilateral y horizontal.
- Tecnología: Forma en como se diseña el trabajo e incluye sistemas y procedimientos.

Esto incluye los siguientes aspectos:



- Maquinaria y equipo.
- Materiales.
- Diseño de trabajo.
- Adecuación del lugar de trabajo.

y la divide en:

- + Rutinaria o repetitiva.
  - Trabajo en masa.
  - Especializado (se encarga de una parte del proceso).
  - Rutinario.
  - Herramientas de trabajo poco sofisticadas.
  
- + Sofisticada o Compleja.
  - No es repetitivo.
  - Se demanda creatividad.
  - No especializada.
  - Herramientas para el trabajo sofisticadas.
  
- **Humano:** Parte de la empresa que es la más importante y que marca la diferencia entre una organización productiva y una que no lo es. Incluye a toda la gente que forma parte de la Organización.

y lo divide en:



+ Dependiente.

- No toman riesgos.
- No les gustan los cambios.
- Consultan todo a sus superiores.
- Son metódicos y rutinarios.
- Poca iniciativa en su trabajo.

+ Autónomos.

- Buscan retos.
- Gustan de tomar decisiones con autonomía.
- Dan resultados.
- Son flexibles.

Fuera de la empresa nos encontramos con el Entorno, el cual demanda a la Organización una respuesta. En el Entorno podemos encontrar la competencia, los gustos de los consumidores, las cuestiones políticas y sociales, las modas, etc.

La empresa debe responder usando subsistemas que le son propios en forma equilibrada según lo demuestra el siguiente esquema.

## EL EXITO RADICA EN EL EQUILIBRIO DE LOS SUBSISTEMAS DE LA EMPRESA

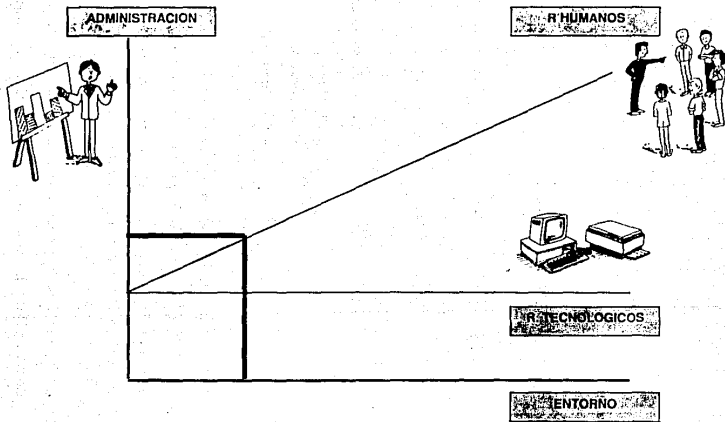


FIGURA 1.1.3

Los expertos varían en opinión sobre los factores que afectan la calidad, Feigenbaum considera que la calidad de los productos y servicios está incluida directamente en nueve áreas básicas:

- |                  |                                      |
|------------------|--------------------------------------|
| + Mercados       | + Materiales                         |
| + Dinero         | + Máquinas y Mecanización            |
| + Administración | + Métodos modernos de información    |
| + Hombres        | + Requisitos crecientes del producto |
| + Motivación     | to                                   |

A estos nueve factores los denomina las "9 eMes" pues su primera letra es "M" traducidas al inglés.

Estos nueve factores los podemos agrupar en cinco:

- + Diseño
- + Equipo
- + Materiales
- + Programación
- + Desempeño

## **DISENO**

La calidad comienza con el diseño del producto, es decir, la empresa debe captar todo lo que rodea al producto, ¿se trata de un

Los expertos varían en opinión sobre los factores que afectan la calidad, Feigenbaum considera que la calidad de los productos y servicios está incluida directamente en nueve áreas básicas:

- |                  |                                      |
|------------------|--------------------------------------|
| + Mercados       | + Materiales                         |
| + Dinero         | + Máquinas y Mecanización            |
| + Administración | + Métodos modernos de información    |
| + Hombres        | + Requisitos crecientes del producto |
| + Motivación     | to                                   |

A estos nueve factores los denomina las "9 eMes" pues su primera letra es 'M' traducidas al inglés.

Estos nueve factores los podemos agrupar en cinco:

- + Diseño
- + Equipo
- + Materiales
- + Programación
- + Desempeño

## **DISENO**

La calidad comienza con el diseño del producto, es decir, la empresa debe captar todo lo que rodea al producto, ¿se trata de un -



mercado de lujo, de nivel medio o económico?, ¿qué calidad ofrece la competencia?, un producto que no tiene el justo precio no cumple los requisitos del cliente en forma apropiada o está fuera de tiempo, no es producto que tenga una "buena calidad" de diseño.

La empresa debe preocuparse por esto y también en el diseño de los sistemas que requieren para producir tales bienes y servicios, deben adecuarlos para lograr los mismos resultados con menos costos, esto debe tener una calidad de diseño para la empresa.

## **EQUIPOS**

La empresa debe contar con herramientas y maquinaria aptas para -- cumplir con las necesidades de los clientes, si el equipo cumple -- de manera precisa y confiable las tolerancias de diseño, es posi-- ble esperar que los costos resultantes sean razonables y la cali-- dad aceptable.

## **MATERIALES**

Las empresas utilizan materiales de todo tipo. Es imprescindible que las características de estos se ajusten a los requerimientos -- ya que el mejor diseño unido al buen equipo, a la mano de obra altamente capacitada y a la buena programación no pueden sobreponerse al efecto negativo de los materiales defectuosos sobre la cali-

dad, es muy importante la buena selección de los proveedores por -  
ello y, el trabajar muy estrechamente con ellos.

## **PROGRAMACION**

Al equiparar la calidad con la satisfacción de los clientes, y como se dijo cuando se definió la calidad, la recepción oportuna de lo - que se demanda, se reconoce la importancia de contar con un sistema que permita el entregar el bien o servicio a tiempo.

Es obvio que una mala programación puede perjudicar la oportunidad de las entregas por parte de producción; sin embargo, no es tan --- obvio que una mala programación puede afectar la forma como la producción se ajusta a los estándares, al ocasionar tal presión que -- lleve a la empresa a entregar a los clientes productos de calidad - inferior al estándar contratado.

## **DESEMPEÑO**

El desempeño humano tiene un efecto muy importante sobre la calidad y, depende de dos factores:

**Desempeño = pericia + motivación**

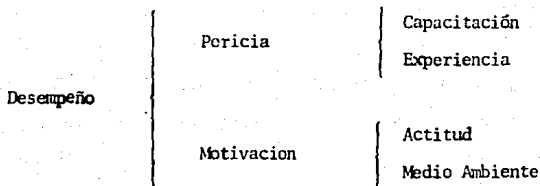
La pericia a su vez, depende de dos factores más:

Pericia = capacitación + experiencia

La motivación, por su lado depende de dos factores más:

Motivación = actitud + medio ambiente

Con esto, el desempeño queda definido en la siguiente forma:



Estos factores se combinan de la manera siguiente: una actitud positiva, un ámbito orientado a resultados, con una auténtica preocupación por los empleados y clientes, la creación e implantación de -- programas de capacitación con sentido, una administración que informe a los empleados acerca de su desempeño real, y que esté desempeñada en lograr de cada individuo su máxima contribución en el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

La agrupación de los 5 factores que afectan la calidad la podemos referir a los subsistemas anteriormente mencionados de la forma en que se detalla en los siguientes diagramas.

CINCO FACTORES APOYAN LA  
C A L I D A D

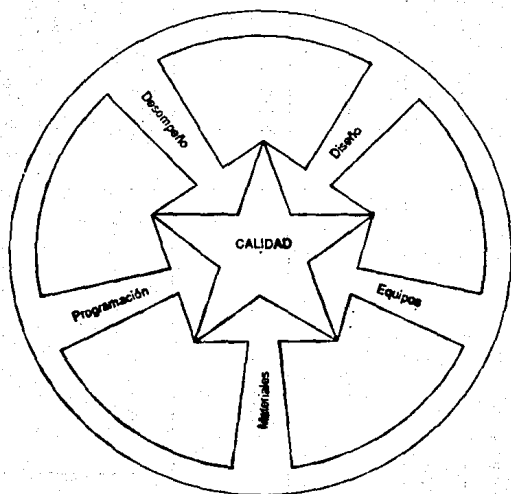


FIGURA 1.1.4.

Ambito de

	LA EMPRESA	EL CLIENTE				
ENTORNO	Mercados Dinero Requisitos	Calidad de Diseño				
TECNOLOGIA	Calidad de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo</li> <li>- Métodos</li> <li>- Materiales</li> </ul>	Calidad de Conformación				
ADMINISTRACION	Programación Adecuada Prontitud	Calidad en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servicio Post-Venta</li> <li>- Disponibilidad</li> </ul>				
FACTOR HUMANO	Desempeño <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Pericia</td> <td style="padding-left: 5px;">Capacitación Experiencia</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Motivación</td> <td style="padding-left: 5px;">Actitud M. Ambiente</td> </tr> </table>	Pericia	Capacitación Experiencia	Motivación	Actitud M. Ambiente	Calidad en: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño</li> <li>- Conformación</li> <li>- Servicio</li> <li>- Disponibilidad</li> </ul>
Pericia	Capacitación Experiencia					
Motivación	Actitud M. Ambiente					

FIGURA 1.1.5

## COSTOS DE CONTROL

### - COSTOS DE PREVENCIÓN

Cuando se requiere "controlar" cualquier actividad, lo primero que se hace es "prever" qué posibles problemas se pueden tener e instrumentar las medidas necesarias para que estos problemas no sucedan. Cuando lo que se está controlando es la calidad se incluyen actividades tales como:

- a).- Planeación de la Calidad.- Representa los costos asociados con el tiempo que el personal invierte en detallar el sistema de control de calidad, traduciendo los requisitos de los clientes en controles específicos de manufactura, materiales, proceso y producto -- terminado así como estudios de confiabilidad, análisis, pruebas de inspección, etc.
- b).- Control de Procesos.- Son los costos asociados al personal que se emplea en estudiar y analizar los procesos o formas que se tienen de hacer las cosas, con el fin de mejorarlos y detectar errores que pueden estar afectando al sistema productivo.
- c).- Datos de Calidad.- Todos aquellos costos asociados -

con la información que se debe tener para la toma de decisiones en materia de calidad.

- d).- Entrenamientos sobre la Calidad.- Todos los costos - asociados en desarrollar y operar programas de capacitación en la calidad en todas las operaciones de la - empresa.
- e).- Verificación del diseño del Producto.- Costo de evaluar el producto antes de la producción, con el propósito de verificar aspectos tales como la calidad, con fiabilidad y seguridad.
- f).- Desarrollo y Administración del Sistema.- Costos asociados a la administración y desarrollo de todo el -- sistema de Control de Calidad en la empresa, como pueden ser los Costos de Ingeniería o Consultoría.

#### - COSTOS DE EVALUACION

Una vez que hemos predicho y hemos conformado un programa que nos -- lleve a la prevención de los problemas, debemos evaluar estos y lograr que no repercutan al cliente. Los Costos de Evaluación son todos aquellos dirigidos a la eliminación de los defectos antes, durante y después de la Producción pero antes de que el producto llegue -

## COSTOS DE CONTROL

### - COSTOS DE PREVENCIÓN

Cuando se requiere "controlar" cualquier actividad, lo primero que se hace es "prever" qué posibles problemas se pueden tener e instrumentar las medidas necesarias para que estos problemas no sucedan. Cuando lo que se está controlando es la calidad se incluyen actividades tales como:

- a).- Planeación de la Calidad.- Representa los costos asociados con el tiempo que el personal invierte en detallar el sistema de control de calidad, traduciendo los requisitos de los clientes en controles específicos de manufactura, materiales, proceso y producto -- terminado así como estudios de confiabilidad, análisis, pruebas de inspección, etc.
- b).- Control de Procesos.- Son los costos asociados al personal que se emplea en estudiar y analizar los procesos o formas que se tienen de hacer las cosas, con el fin de mejorarlos y detectar errores que pueden estar afectando al sistema productivo.
- c).- Datos de Calidad.- Todos aquellos costos asociados -



con la información que se debe tener para la toma de decisiones en materia de calidad.

d).- Entrenamientos sobre la Calidad.- Todos los costos asociados en desarrollar y operar programas de capacitación en la calidad en todas las operaciones de la empresa.

e).- Verificación del diseño del Producto.- Costo de evaluar el producto antes de la producción, con el propósito de verificar aspectos tales como la calidad, confiabilidad y seguridad.

f).- Desarrollo y Administración del Sistema.- Costos asociados a la administración y desarrollo de todo el sistema de Control de Calidad en la empresa, como pueden ser los Costos de Ingeniería o Consultoría.

#### - COSTOS DE EVALUACION

Una vez que hemos predicho y hemos conformado un programa que nos lleve a la prevención de los problemas, debemos evaluar estos y lograr que no repercutan al cliente. Los Costos de Evaluación son todos aquellos dirigidos a la eliminación de los defectos antes, durante y después de la Producción pero antes de que el producto llegue -

al cliente.

Dentro de estos costos se incluye:

- a).- Inspección de Materiales.- Los costos asociados a de terminar la calidad de la materia prima que ingresa a la empresa.
- b).- Inspección del proceso.- Todos los costos asociados a las pruebas, procedimientos de muestreo e inspeccio nes que se hagan al producto mientras se está produciendo.
- c).- Inspección del Producto Terminado.- Todos los costos asociados a las inspecciones o pruebas realizadas sobre el producto terminado ya sea antes o después de su venta.
- d).- Laboratorios de Calidad.- Todos los costos de operar laboratorios cuya función sea el inspeccionar todas las etapas de la Producción.

## COSTOS DE LAS DEFICIENCIAS

### - COSTOS DE LAS DEFICIENCIAS INTERNAS

Dentro de esta categoría caen todos los costos debido a las fallas que se presentan durante el proceso de producción.

Se pueden mencionar dentro de estos costos:

- a).- Desperdicios.- Son todos aquellos costos tanto en mano de obra como de materiales en todas las etapas de producción que no tienen un valor útil.
- b).- Rproceso.- Los costos asociados de volver a hacer un producto para ajustarlo a las especificaciones.
- c).- Duplicación de Pruebas.- Son todos los costos de inspeccionar un producto después de reprocesarlo.
- d).- Aceptación de Materia Prima Defectuosa.- Costos asociados a la aceptación de materiales que no cumplen - las especificaciones.
- e).- Degradamiento.- Costos por vender un producto, bien o servicio por un valor menor a su verdadero por pro

blemas de calidad.

## **- COSTOS DE LAS DEFICIENCIAS EXTERNAS**

En esta categoría caen todos los costos que se tienen una vez que el producto, bien o servicio ha llegado al cliente.

Podemos mencionar dentro de estos costos:

- a).- **Garantía.**- Reembolsos, reparaciones, reemplazos de productos que se hagan mientras éstos estén en garantía como las concesiones que se otorguen mientras estén fuera de ésta.
- b).- **Quejas.**- Los costos de la atención de los clientes inconformes.
- c).- **Responsabilidad Legal del Producto.**- Costos que se incurren como resultado de juicios y/o demandas legales.

El comportamiento de estos costos se describe en el siguiente diagrama.

## COMPORTAMIENTO DE LOS COSTOS DE LA CALIDAD

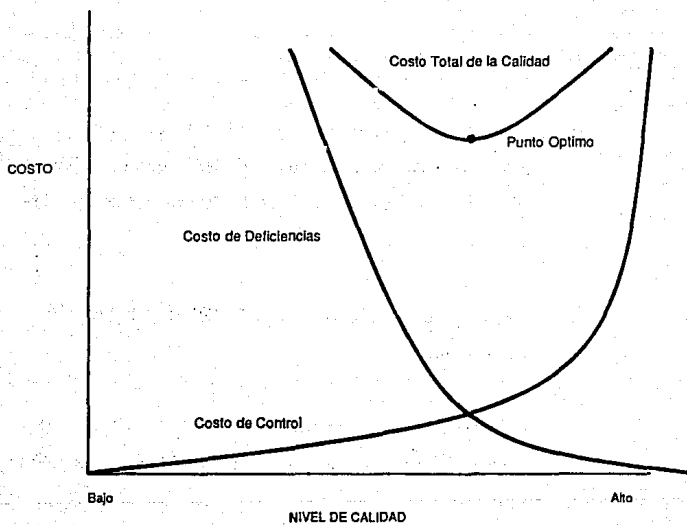


FIGURA 1.1.6

El Diagrama muestra el comportamiento de los costos expuestos anteriormente, según el nivel de calidad existente:

- ALTO: Pocos defectos
- BAJO: Muchos defectos

El problema radica fundamentalmente en lograr que la curva se mueva cada vez más a la derecha, que implica niveles de calidad más elevados a menores costos. El comportamiento de los costos de las deficiencias tiende por sí mismo a desplazarse a la derecha debido a -- que los consumidores se van haciendo cada vez más exigentes, si las empresas no logran que la curva que marca el comportamiento de los costos de control se vuelva más suave, es decir, crezca menos pronunciadamente mediante adecuados sistemas de control de éstos, se corre el riesgo de perder el equilibrio y que la empresa no pueda satisfacer al cliente en sus necesidades a costos razonables. Así, la medición y control de los Costos de la Calidad asumirá cada vez más importancia por regla general, incluso podríamos decir que de supervivencia de la organización y no como algo fortuito como en épocas menos exigentes.

## 1.2 PRODUCTIVIDAD

### DEFINICION

A diferencia del Concepto de Calidad, en Productividad existe un --  
conceso claro de lo que es, veamos ahora una definición según la -  
Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Productividad: "Relación entre la cantidad producida y los  
factores utilizados en su producción, den-  
tro de una Empresa, de una Industria o del  
conjunto de la Economía".

Esto es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Resultados Logrados}}{\text{Recursos Empleados}}$$

La Productividad no mide sólo la producción sino que mide realmente  
que tan bien se están combinando y utilizando los recursos para cum  
plir los resultados específicos deseados.

La Productividad, obviamente, es sumamente amplia, podemos medirla  
en cualquier organización desde la industria, gobierno, tierra, ser  
vicios, hasta la Productividad individual, como puede ser, en el ca  
so del estudiante, el qué tantos logros tenga en sus estudios con -  
respecto al número de horas empleadas en preparar sus exámenes.

Otros conceptos que se enmarcan dentro del de Productividad son los de efectividad y eficiencia.

Efectividad = Medida de los resultados logrados. ¿Cumplí?

Eficiencia = Medida de qué tan bien se han utilizado los recursos. ¿Qué tan bien cumplí?

Por lo que Productividad queda definida de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Efectividad}}{\text{Eficiencia}}$$

"La producción, el rendimiento o desempeño, los costos y los resultados son componentes del esfuerzo de productividad. No son términos extrañamente equivalentes. La mayoría asocia el concepto de Productividad con el de Producción, debido a que la Productividad es algo más visible, tangible y medible en esa actividad. Los economistas han respaldado esta definición tradicional al afirmar que la Productividad es el resultado (la producción) que se obtiene -- por cada unidad de trabajo que interviene. Este punto de vista -- tiene que cambiar para que incluya a todos los segmentos del trabajo. El sector educativo, el gobierno, los grupos de servicio y -- los grupos de profesionales deben seguir interesados y preocupados por la Productividad. La Productividad afecta a todos los consumidores, como contribuyentes y ciudadanos. Cuando las personas se --



quejan de que ya no les alcanza el dinero para pagar sus cuentas - de alimentos, la reparación de sus automóviles o sus impuestos, y contribuir a limpiar el medio ambiente contaminado, están hablando de productividad: de la capacidad para utilizar los recursos existentes para satisfacer las demandas en constante expansión de los individuos.

La productividad es importante en el cumplimiento de las metas nacionales, comerciales o personales. Los principales beneficios de un mayor incremento de la Productividad son, en gran parte, del dominio público: es posible producir más en el futuro, usando los -- mismos o menores recursos, y el nivel de vida puede elevarse. El futuro pastel económico puede hacerse más grande mejorando la productividad, con lo cual a cada uno de nosotros nos tocará un pedazo más grande del mismo. Hacer más grande el futuro pastel económico puede ayudar a evitar enfrentamientos entre grupos antagónicos que se pelean por pedazos más pequeños de un pastel más chico.

Desde el punto de vista nacional, la elevación en la Productividad es la única forma de incrementar la auténtica riqueza nacional. Un uso más productivo de los recursos reduce el desperdicio y ayuda a conservar los recursos escasos o más caros. Sin un aumento de la Productividad que los equilibre, todos los incrementos de salarios, en los demás costos y en los precios sólo significarán una mayor inflación. Un constante aumento en la productividad es la -

Única forma como cualquier país puede resolver problemas tan opresivos como la inflación, el desempleo, déficit comercial y una moneda inestable.

Desde un punto de vista personal, el aumento de la Productividad es esencial para elevar el nivel de vida real y para lograr una óptima utilización de los recursos disponibles para elevar la calidad de la vida.

En los negocios, los incrementos en la productividad conducen a un servicio que demuestra mayor interés por los clientes, a un mayor flujo de efectivo, a un mejor rendimiento sobre los activos y a -- mayores utilidades. Más utilidades significan más capital para invertir en la expansión de la capacidad y en la creación de nuevos empleos. La elevación de la Productividad contribuye a hacer que la empresa tenga una mayor competitividad". ("Productividad: La Solución a los Problemas de la Empresa").

David Bain

## FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

Siempre que se quiera elevar la Productividad se requerirá que todos los sectores involucrados sean tomados en cuenta de alguna forma. Así, si lo que se quiere es elevar la Productividad nacional, se requerirá la participación del gobierno, de los distintos sectores económicos, de las organizaciones gremiales o sindicales, en pocas palabras: de toda la Nación para lograrlo.

En una empresa nos encontramos con diversos recursos:

- 1.- Terrenos y edificios.- Donde se encuentra físicamente situada la empresa.
- 2.- Materiales.- Todo lo que puede ser transformado en producto para la venta.
- 3.- Máquinas.- Todo el equipo necesario para llevar a cabo la razón de ser de la empresa (incluye hasta el equipo de oficina).
- 4.- Gente.- Todo el personal que labora en la empresa.

El uso combinado de estos recursos determina la Productividad de la empresa.

La Dirección de la empresa tiene como papel fundamental, el ocuparse de que estos recursos se aprovechen lo más posible y se combinen

de tal manera que rindan la mayor Productividad, ya que de no hacer lo así estos cuatro recursos perderán la coordinación que tienen entre sí y la organización irá al fracaso.

La Dirección debe por sobre todo "motivar", que no es otra cosa más que el dar una razón o motivo a los demás para que quieran hacer alguna cosa, pues de nada sirve que la Dirección reúna datos, prepare planes y lleve a cabo otras actividades si las personas a quienes - encomienda la realización de éstos no desean ejecutarlos y sólo lo hacen por obligación. Por eso, una de las funciones de la Dirección y quizá la más difícil, consiste en inspirar a otras personas el deseo de cooperar.

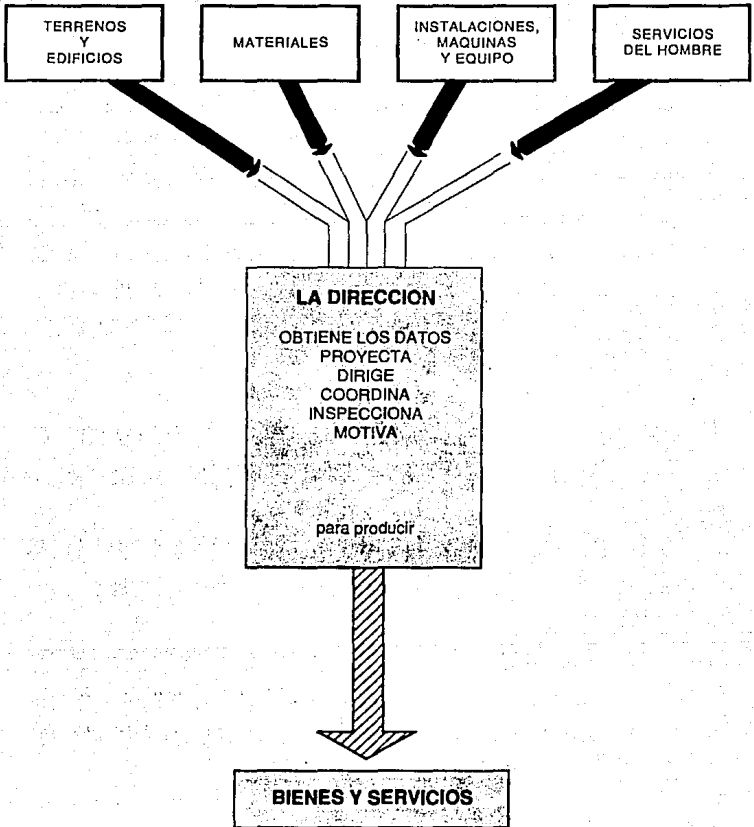
Conseguir la participación gustosa y activa de los trabajadores de toda categoría es la única forma de hacer triunfar a la empresa.

De los recursos mencionados derivan los factores que afectan la Productividad, estos los podemos dividir en dos grandes bloques:

- 1.- Factores Externos.- Todo lo que es el entorno que rodea a la empresa y que no depende directamente de ésta.
- 2.- Factores Internos.- Todo lo que depende directamente de la organización de la empresa.

FIGURA 1.2.1

## RECURSOS



## PRODUCTOS

En los factores externos podemos considerar:

- + Políticas de inversión por parte del gobierno
- + Regulaciones del gobierno
- + Competencia
- + Demanda del Mercado

Estos factores no dependen de forma directa de la empresa, pero es muy importante que los directivos tengan alguna forma de defenderse de los ataques que pueda hacer el gobierno a la empresa vía reglamentos, impuestos, leyes, etc., o la influencia que ciertos grupos externos con intereses ocultos puedan tener en la destrucción de la Economía vía la destrucción de la libre empresa muy en voga en nuestro país. La forma más efectiva es por medio de organizaciones empresariales que hagan frente a estas agresiones que son comunes y logren un punto de equilibrio.

En los factores internos podemos considerar cuatro grandes ramas:

- + Fuerza de Trabajo.- Dentro de ésta se considera todo lo referente a los recursos humanos, su administración y su forma de hacer las cosas.
- + Proceso.- Se considera la manera que se tiene de transformación de los materiales

en el producto incluyendo la distribución de la planta, el grado de automatización existente, etc.

+ Producto.-

Se considera desde su investigación y desarrollo hasta la forma en que se dá el servicio al cliente.

+ Capacidad e inventario.-

De la capacidad que se tenga del manejo de los inventarios dependerá en -- gran medida la productividad de la empresa, considerando desde las compras y planeación de la capacidad hasta la producción.

## FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

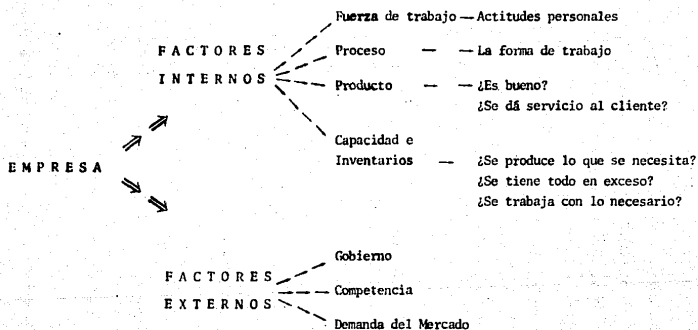


FIGURA 1.2.2



## MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD

Un dicho muy generalizado es que si no se puede medir, no se puede administrar. En el caso de la productividad esto es particularmente cierto. Ahora bien, la productividad es una medida relativa, en el sentido de que su significado se basa en la comparación entre la razón de Productividad del presente y la razón de la Productividad de un período anterior al que se hace referencia como período base, (este período puede ser de un año, un mes, un trimestre, etc.). -- Las razones de productividad también pueden compararse contra estándares, y cuando esto sucede, el estándar se convierte en la base de las comparaciones. Cualquiera que sea el caso, lo que se desea saber es tanto la dirección como la magnitud de cambio. Casi siempre la magnitud de este cambio se expresa como un porcentaje:

$$\text{Razón de Cambio \%} = \frac{\text{Prod. del período act.} - \text{Prod. período base}}{\text{Productividad del período base}}$$

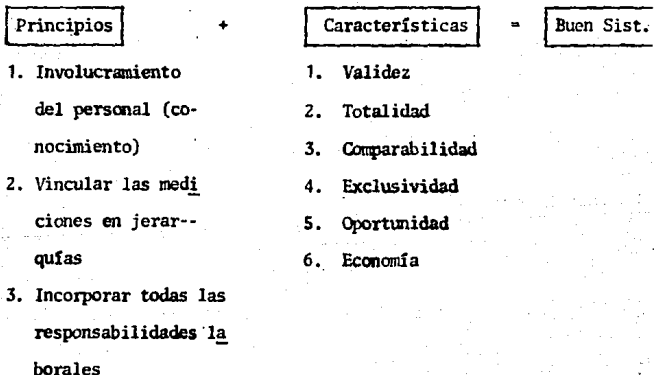
Es muy común el usar, para la expresión del cambio de productividad los números índice tomando como una base de 100 al período base y - observando las diferencias que existen de la productividad con respecto al período base, es más fácil el entender estas desviaciones utilizando este método aunque realmente es lo mismo lo que se está midiendo.

Las razones de productividad, aunque todas parten del mismo concep-

to: Producción / Insumos, se ajustan según las características de la empresa, existiendo conceptos muy diferentes. En el diagrama se muestran una variedad de fórmulas que se usan en la Industria, estas fórmulas fueron elegidas por cada compañía dependiendo de la disponibilidad de sus datos y de sus necesidades específicas de la medición de la Productividad.

La importancia de establecer medidas apropiadas para la productividad es total, ya que, dependiendo de esto se tendrá una visión real de lo que sucede dentro de la empresa o Sistema Productivo.

Un buen Sistema de Productividad debe seguir una serie de principios y las mediciones deben tener una serie de características específicas como lo muestra el diagrama:



## RAZONES DE PRODUCTIVIDAD DENTRO DE LAS EMPRESAS

1. Fórmula de Sperry Flight Systems:

Ingresos								
Mano de Obra Directa	+	Mano de Obra Indirecta	+	Materia Prima Tot. Directa	+	Costo de Capital	+	Cambios en Inventario

2. Fórmula de General Electric:

Total de Bienes y Servicios Facturados (\$)						
Comp. de los em-- pleados	+	Cambios en insta- laciones	+	Costos Material Directo	+	Costos de Ganancias

3. Fórmula de Western Electric:

Producción - Material Comprado - Depreciación - Impuestos Insumos			
de Mano de Obra	-	Inversión Neta (\$)	x Tasa de Rendimiento

4. Fórmula de Northrup Corporation:

Embarques
Horas de Mano de Obra

5. Fórmula Honey Well:

Ventas
Salarios

Fuente: Administración de Operaciones.-R. Schroeder, página 540.

## PRINCIPIOS

- 1.- Los gerentes o supervisores de la línea de producción deben fijar, de ser posible, las medidas, debido al compromiso que se adquiere al hacerlo de esta forma y porque son los más capacitados para hacerlo ya que son los que mejor saben el cómo se deben medir los productos y los insumos.
- 2.- Las mediciones de productividad deben vincularse en forma jerárquica, con el fin de que las razones de menor y mayor nivel sean congruentes. Se debe comenzar con los niveles altos de la organización e ir permeando paulatinamente hacia abajo. Por ejemplo, serviría de poco el decirle al encargado del aseo que su meta es maximizar las utilidades. La forma en como debe enfocarse es, por ejemplo, de acuerdo al número de pisos, paredes a limpiar o cualquier otra cosa que esté relacionada directamente con su área de responsabilidad.

### Jerarquía de las Razones de Productividad en una Empresa



- 3.- Las razones de productividad deben incorporar todas las responsabilidades laborales en el mayor grado posible. En algunos casos, esto puede requerir la construcción de diversas razones de productividad. Cualesquiera que éstas sean, deben representar una medida razonable del trabajo total.

Un error muy generalizado es el orientar la medición de la productividad a las actividades y no a los resultados; por ejemplo, en el caso de una empresa embotelladora donde el número de refrescos producidos adquiriera una mayor importancia por sí misma, que por su contribución a las utilidades de la organización. En el primer caso no se toman en cuenta ni los precios, ni los márgenes de utilidad, en el segundo si se toman en cuenta; la primera razón: (# de refrescos producidos)/ día, está enfocada a la actividad, mientras que la segunda: (Utilidad por lote de producción)/día, está enfocada a los resultados.

## CARACTERISTICAS

- 1.- Validez.- Que refleje con precisión los cambios reales en la producción.

Es muy común a este respecto que las mediciones no satisfagan plenamente este requisito, que la unidad básica de medición esté equivocada y de por resultado un indicador de la productivi

dad organizacional desvirtuado y quizás hasta equivocado.

Ejemplo práctico:

Supongamos que en una Empresa embotelladora de refrescos, el plan de producción varía según una demanda estimada de los clientes afectando las líneas de producción de los diferentes productos que esta empresa elabora.

El departamento de embarque es quien se encarga de despachar - los pedidos de los clientes, cada pedido está integrado por diferentes líneas de productos que se solicitan como lo muestra la siguiente forma:

EMBOTELLADORA DE REFRESCOS, S.A. DE C.V.	
Orden de Pedido	
Pedido No. 3423	
Cliente: El Estanquillo de la Esquina	
Domicilio: Calle 8 s/núm., Col. 1a Esquina	
Cantidad	Línea de Producto
85	de toronja
93	de limón
50	de cola
60	de naranja
Totales: 288	4
Chofer: Sóstenes Méndez      Camión: 104	

El problema se encuentra en la forma de medir la productivi-  
dad, si en esta situación se utiliza como unidad normal de me-  
dición los pedidos despachados y la cantidad total de pedidos  
procesados o despachados como la producción el índice de pro-  
ductividad no es válido. Tiene mayor validez medir e informar  
sobre las líneas procesadas por hora que sobre pedidos procesa-  
dos, ya que la línea es una unidad normal de medición mucho me-  
jor que el pedido, puesto que la línea representa a la varia-  
ble más crítica: el número de artículos que comprende cual-  
quier pedido. Un pedido que esté integrado por 6 líneas, por  
ejemplo, va a requerir, por lógica, una mayor cantidad de re-  
cursos de mano de obra para ser atendido que otro pedido de 1  
ó 2 líneas, debido al tiempo de proceso de cada línea.

La tabla que aparece a continuación es un ejemplo de lo que po-  
dría resultar de esta operación en 2 períodos diferentes.

Si "Pedidos" se toma como unidad de medición, podría pensarse  
que la producción por hora subió un 10% y que el costo unita-  
rio bajó 9.1%. Al tomar "Líneas" como unidad de medición ob-  
servamos que la producción por hora bajó 2.2% y el costo unita-  
rio subió un 2.3%.

**CENTRO DE DISTRIBUCION EMBOTELLADORA DE REFRESCOS, S.A. DE C.V.**  
**Comparación de los Pedidos contra las Líneas de Producción por**  
**Hora**

Concepto	Per. Base	Per. Siguiete	
	Cantidad	Cant.	Indice
1. Número de Pedido Procesados	5 000	6 000	120.0
2. Número de Líneas Procesadas	15 000	16 000	106.7
3. Total de horas trabajadas	1 000	1 091	109.1
4. Pago total por remuneración	\$ 6 500	\$ 7 091	109.1
RAZONES:			
5. Producción de pedidos por hora pagada (1/3)	5.0	5.5	110.0
6. Producción de Líneas por hora pagada (2/3)	15.0	14.67	97.8
7. Remuneración por hora	\$ 6.50	\$ 6.50	100.0
8. Costo por pedido (1/1)	\$ 1.30	\$ 1.182	90.9
9. Costo por línea (4/2)	\$ 0.433	\$ 0.443	102.3

\*Ejemplo adaptado del libro "Productividad, la Solución a los Problemas de la Empresa", de David Bain, pág. 58.



- 2.- Totalidad.- Tomar en cuenta todos los componentes, tanto de producción como de insumos que nos lleven a tener índices significativos de productividad.

La productividad se definió como la razón entre los resultados totales generados entre los insumos totales consumidos, el problema es que en ocasiones es casi imposible, si no es que imposible, el recabar la información de todos los insumos, como -- por ejemplo, los supervisores de primera línea que quisieran contar, de ser posible, con mediciones continuas aunadas a informes de los insumos relacionados con las producciones por hora, turno, día o semana, o ciertos componentes de los insumos como el consumo de energía o materiales que no pueden recabarse con facilidad para períodos inferiores a un mes.

La solución a esto consiste en reconocer objetivamente qué es lo que debe incluirse con el objeto no de lograr una medida -- perfecta de la productividad sino una medida significativa que nos lleve al manejo de índices confiables y razonables.

#### Ejemplo práctico:

Supongamos que estamos en la misma Empresa Embotelladora del ejemplo anterior, la tabla que se presenta a continuación muestra una medida de productividad tomando en cuenta la producción total en unidades (número de refrescos embotellados) y --

las horas de mano de obra tanto directas como indirectas que se emplearon en su producción, la razón habría indicado una elevación de 3.1% en la productividad al omitirse las horas de mano de obra indirecta, siendo que realmente se decayó un 7.7% al incluirse; este es un ejemplo muy obvio de lo que puede pasar si no se incluyen todos los factores que influyen en la productividad.

LINEA DE PRODUCCION A, EMBOTELLADORA DE REFRESCOS, S.A. DE C.V.			
Indice de Productividad del Producto Sabor Limón			
Concepto	Período Base	Período Act.	
	Cantidad	Cant.	Indice
1. Producción Unidades	100,000	102,000	102.0
2. Horas de Mano de Obra Dir.	18,200	18,000	98.9
3. Horas de Mano de Obra Indir.	1,800	3,100	172.2
4. Horas Totales de Mano de Obra	20,000	22,100	110.5
RAZONES:			
5. Producción x Hr. de M. de O. Dir.	5.495	5.667	103.1
6. Producción x Hrs. Totales	5.0	4.615	92.3

\* Ejemplo adaptado del libro "Productividad, la solución a los problemas de la Empresa", de David Bain, pág. 60.

- 3.- Comparabilidad.- Debe permitir la exacta medición del cambio en la Productividad entre un período y el -- otro.

La Productividad, al ser una medida relativa hace que sea esencial el hecho de que se pueda comparar un período contra otro, o contra un objetivo o estándar, y de esta manera poder decir si se están utilizando los recursos más o menos eficientemente a medida de que se logran los resultados deseados. La clave - consiste en asegurar que los datos que se usan sean compara--- bles.

Las empresas que producen mezclas de bienes o servicios, por - lo general tienen mayores dificultades para generar razones de Productividad comparables para lo que deben obtener equivalentes de producción para usarlos como base de comparación. Este caso puede aplicarse en la Industria del Refresco, ya que las empresas generalmente producen diferentes productos, los cua-- les quizá no sean comparables en forma directa por los recur-- sos que se consumen, y se deben encontrar en este caso equiva-- lentes para que sus índices de productividad puedan ser compa-- rables.

Otro ejemplo clásico de la importancia de la Comparabilidad es la de usar valores a precios constantes como base de compara--

ción. En una economía con inflación, los costos y los precios varían constantemente. Si los precios suben, el valor total de la producción también lo hará y los índices de productividad también lo harán, pudiendo verse afectados dando resultados equivocados si no se toman las medidas apropiadas. Si el Sistema de Productividad incorpora valores a precios constantes, entonces se deben ajustar las cifras para que compensen cualquier cambio.

#### Ejemplo práctico:

Supongamos que la Embotelladora de Refrescos, S.A. de C.V. desea comparar los índices de productividad de sus diferentes productos, la productividad la obtiene dividiendo el número de litros producidos en un período de tiempo entre el número de horas totales pagadas ( $\text{Litros producidos} / \text{No. de Horas}$ ), para cada línea de producción se tiene una flotilla de trabajadores que son expertos en el producto que elaboran, la gerencia se encuentra ahora ante el problema de comparar la productividad de cada uno de los departamentos.

El Lic. X. Guzmán obtuvo los resultados que en la siguiente página se enlistan.

Producto	Núm. de Litros Prod.	Hrs. Trab.	Índice
Sabor naranja	20,000	1,600	12.5
Sabor limón	17,000	1,169	14.54
Sabor cola	15,000	750	20.00
Sabor toronja	25,000	1,100	22.72

Al presentar al Gerente de Producción este informe, le felicitaba por la alta productividad que la línea del sabor de toronja presentaba y le recomendaba que castigara de alguna forma a los integrantes de la flotilla que elaboraban el de sabor naranja y el de sabor limón por sus bajos índices. El Gerente se preparaba para hacerlo cuando el Ing. C. C. observó que se estaría cayendo en una grave injusticia al hacerlo así, ya -- que sospechó que los índices de productividad obtenidos no --- eran comparables pues no era lo mismo elaborar un litro del de sabor de cola que de toronja y así en cada uno de ellos; elaboró un estudio de tiempos y movimientos para poder establecer equivalencias entre el contenido de trabajo de cada uno de los productos y así poder establecer un patrón de comparación.

El Ing. C.C. obtuvo los resultados de la tabla siguiente:

### Tabla de Equivalentes

<u>Producto</u>	<u>Equivalente en Litros</u>
Sabor de Cola	1.0
Sabor de Limón	1.3
Sabor de Naranja	1.6
Sabor de Toronja	0.8

El Ing. C.C. tomó como patrón de comparación el de sabor de Cola y luego fue obteniendo el equivalente de cada uno de los otros productos en comparación con éste; así por ejemplo, observó que el de Naranja requería de un 60% más de trabajo por litro producido que el de Cola, y el de Toronja un 20% menos.

Con estos equivalentes elaboró de nuevo los índices de productividad, estando seguro de que ahora sí serían comparables.

<u>Producto</u>	<u>No. Litros Equiv.</u>	<u>Hrs. Trab.</u>	<u>Índice</u>
Sabor de Naranja	32,000	1,600	20.00
Sabor de Limón	32,100	1,169	18.90
Sabor de Cola	15,000	750	20.00
Sabor de Toronja	20,000	1,100	18.18

Estos índices son totalmente contradictorios a los que el Lic. X. Guzmán había obtenido, resulta que el de Toronja es el producto que se elabora con la peor productividad, y sin embargo,

se estuvo a punto de castigar a los empleados que trabajan con una mayor productividad y premiar a los que trabajan con la -- peor, esto es un ejemplo típico de lo que puede ocurrir al --- usar índices de productividad que no son comparables.

- 4.- Exclusividad.- Tomar en cuenta y medir por separado la Productividad de todas las actividades.

Generalmente las mediciones de Productividad se centran en las áreas de producción o manufactura y aún más en un número limitado de elementos de tal actividad.

Las mediciones de Productividad, como parte de la mejora de la empresa en su conjunto debe llevarse a todas las actividades - de ésta e incluir compras, ventas, finanzas, servicio a clientes, etc., no con el solo fin de tener medidas o patrones de - comparación sino para tener objetivos de mejora que lleven a - la organización en su conjunto a ser de "Calidad" y así lograr la "Excelencia".

En base a experiencias propias, nos hemos encontrado con la importancia no solo de evaluar las áreas productivas sino que el personal mismo se autoevalúe creando una conciencia de mejora personal que lleve, sin lugar a dudas a que la empresa tenga mayores índices de Calidad y Productividad. Para esto puede -

emplearse la colaboración de algún consultor externo, quien -- por medio de un curso de motivación, mueva al personal a adquirir esta conciencia de mejora.

- 5.- Oportunidad.- Asegurarse de que la información se comunique a quien debe comunicarse con la suficiente prontitud para que puedan tomarse las medidas correctivas en cuanto surjan los problemas.

Si se elimina el conocimiento de las medidas de productividad en el momento adecuado, es muy difícil que se cumplan los objetivos de la organización ya que habrá una limitada capacidad para solucionar problemas.

Se recomienda que se conozcan las experiencias o desviaciones importantes en relación con el plan trazado con retrasos máximos de ocho horas, lo que obliga al diseño de sistemas de medición de la productividad altamente eficientes.

- 6.- Efectividad en los Costos.- Conseguir las mediciones de modo tal que se cause el menor número de interrupciones a los procesos productivos continuos a la organización.



No es raro encontrarse con reacciones en contra de la medición de la productividad y considerar a éstas como pérdidas de tiempo que podría emplearse mejor en el trabajo en sí. Los recursos que se empleen para efectuar dichas mediciones deberán considerarse como cualquier recurso y emplearse con la mayor eficiencia posible.

En general, se puede decir que es importante hacer un análisis costo-beneficio en el área de medición de la productividad y - diseñar un sistema de medición apropiado, es decir, "Productivo."

### 1.3 RELACION ENTRE LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD

La Productividad se ha definido como la relación entre los resultados y los insumos, esto nos lleva a tener más caminos para mejorar nuestros índices de Productividad:

- 1.- Aumentar los resultados que obtenemos empleando los -- mismos insumos.
- 2.- Obtener los mismos resultados pero empleando menos insumos.
- 3.- Aumentar los resultados con menos insumos.

Cualquier programa de Productividad debe contemplar estos medios para aumentar los índices productivos de la organización. Independientemente del medio que se escoja, la Calidad se hace palpable ya que en la medida en que se consiga que todo el trabajo se realice con Calidad el Sistema Productivo se estará "optimizando".

El Dr. Ishikawa nos dice en su libro ¿Qué es el Control Total de la Calidad?, que cualquier organización productiva debe preocuparse en primer lugar por la Calidad, y , en la medida en que ésta se alcance, las utilidades y el aumento de la misma Productividad, son una consecuencia, esto es evidente, aunque ha tomado muchos años, sobre todo a los gerentes de empresas descubrirlo, (y algunos todavía no lo descubren), es lamentable ver como la mayoría de la gente que --

trabaja en una empresa se preocupa por sobre todas las cosas en obtener utilidades, ciertamente cualquier empresa que se precie de -- serlo debe obtenerlas, pero el enfocar toda la atención en este pun to llevará siempre a la organización en cuestión a descuidar lo que ofrece (ya sea un bien o un servicio), y que es por lo que en definitiva existe, la empresa con este enfoque acabará con el tiempo -- fracasando al aumentar la competencia.

Para no caer en lo anterior, la Gerencia debe entender cuál es la - misión de la empresa, debe satisfacer simultáneamente necesidades - de los Accionistas, la Comunidad y de los empleados. La empresa de be cumplir de forma equilibrada con estos tres:



#### Accionistas:

Son los propietarios de la empresa, a ellos la empresa debe reportarles utilidades en virtud del riesgo que implica el tener sus recursos invertidos en ésta.



#### Empleados:

Son todos aquellos a quienes corresponde una labor de ejecución dentro de la empresa, los intereses de este grupo se resumen en las remuneracio-

nes que se tienen como son: los suel  
dos, prestaciones, ambiente de traba  
jo, reconocimiento, seguridad, posi  
bilidades de desarrollo personal y -  
profesional, etc.

#### Comunidad:

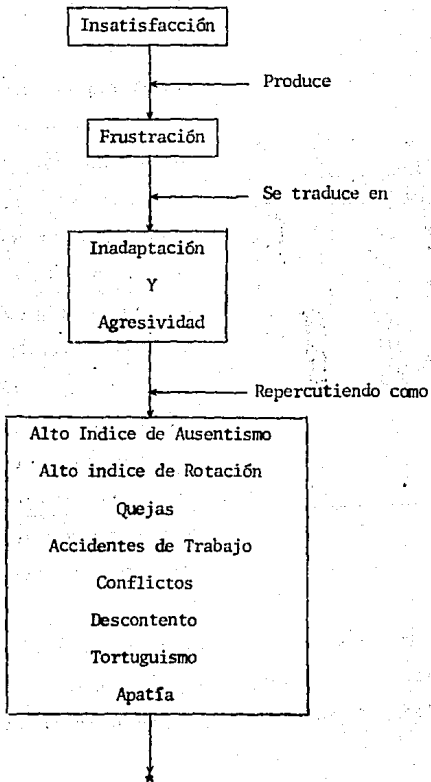
La Comunidad es todo el entorno que rodea a la empresa, dentro de ésta - podemos encontrar fundamentalmente a los clientes directos, al gobierno y a la sociedad en general, los clientes son los primeros que deben ser - satisfechos pues son los que determi narán la existencia de la empresa, - el gobierno se beneficia con los im puestos que la empresa debe pagar y la sociedad en general (además de -- verse satisfecha por estas razones), se beneficia con la creación de nue vas fuentes de trabajo.



Es muy importante a este respecto el que los empleados satisfagan - sus necesidades realmente, el diagrama denota lo que sucede cuando los empleados no lo hacen, es de vital importancia por tanto que -

la gerencia lo tenga muy en cuenta.

¿Qué sucede cuando el personal no satisface sus necesidades? Sobreviene lo que se conoce como Frustración, que es el resultado de la insatisfacción:



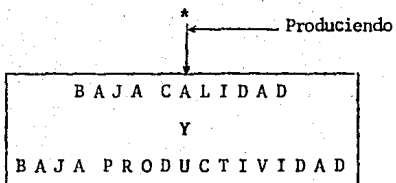
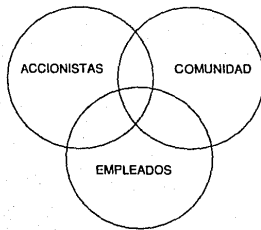


FIGURA 1.3.1

## MISION DE LA EMPRESA

SATISFACER SIMULTANEAMENTE  
NECESIDADES DE LOS:

SUPERVIVENCIA  
UTILIDADES  
CRECIMIENTO  
SOLIDEZ  
LIQUIDEZ, ETC.



SERVICIOS

ADECUADOS  
CALIDAD  
OPORTUNOS

CLIENTES CUMPLIDOS  
IMPUESTOS  
ESTABILIDAD NACIONAL  
FUENTES DE TRABAJO  
ETC.

REMUNERACIONES

SUELDOS

PRESTACIONES Y BENEFICIOS  
BUEN AMBIENTE DE TRABAJO  
LUGAR HIGIENICO, SEGURO Y AGRADABLE  
TRABAJO ESTIMULANTE  
RECONOCIMIENTO  
POSIBILIDADES DE DESARROLLO  
ETC.

Generalmente, cuando se implementan Sistemas de Productividad en -- las empresas es porque ya tienen la Competencia muy por encima o -- cerca de ellas y se ven en la necesidad de eficientarse, en ocasiones es ya demasiado tarde y las empresas terminan cerrando, cuando no, estos sistemas crean una serie de tensiones dentro del personal que lleva mucho tiempo quitar, cuando esto sucede se dice que el em-- presario es un tirano que despide gente y que a la que queda las ha-- ce trabajar a marchas forzadas, esto es obvio si la empresa estaba-- trabajando holgadamente sólo preocupándose por obtener utilidades, es como si alguien se encontrara conduciendo un coche y metiera re-- versa repentinamente, las presiones que se derivan al trabajar en -- esta forma pueden llevar a "tronar" al sistema productivo al igual que a la caja de velocidades del coche del ejemplo.

Para que esto no suceda, la gerencia de las empresas se deben preo-- cupar por implementar sistemas que lleven a mejorar la Calidad de -- manera permanente, de tal forma que las lleve a tener una filosoffa de Calidad-Productividad, y de esta forma no verse en apuros.

Veamos como afecta la Calidad a la Productividad en la siguiente pá-- gina.



### El trabajar con buena Calidad lleva:

+ Aumento de los Resultados	+ Disminución de los Insumos
- Tener productos o servicios mejores	- Reducción de mermas
- Mejora en las condiciones de trabajo	- Disminución del tiempo que se emplea en la fabricación
- Aumento de la producción del bien	- Disminución del reproceso
- Incremento en las ventas	- Mejor Calidad en las compras de la materia prima
- Mayor diversidad de productos	- Mayor flexibilidad en el flujo del proceso
- Mayor satisfacción en el trabajo	- Mayor tiempo dedicado al estudio del trabajo
- Disminución de fricciones con el Sindicato	
- Tener una mayor investigación y desarrollo de productos	

Estos son algunos efectos que se consiguen al trabajar con Calidad, es innegable que al mejorar alguno de estos puntos, se está mejorando la Productividad, por otro lado, es difícil el agrupar los defectos en dos partes, ya que generalmente al mejorar la Calidad se afectan tanto los resultados como los insumos, como por ejemplo, el tener una mayor satisfacción del trabajo se reflejará en el producto en sí mismo como en el tiempo que se lleve elaborarlo.

El mejorar la Calidad en cualquier empresa llevará siempre a una mejora en la Productividad, estos conceptos van siempre juntos en el

diseño de los Sistemas de Calidad-Productividad que se lleven a ---  
cabo.

## C A P I T U L O   I I

### DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO

- Diagrama de Flujo del Proceso
- Extracción, tratamiento y recuperación de agua
  - Ciclo del agua en la naturaleza
  - Necesidad de un pozo
  - Extracción de agua y características de un pozo
  - ¿Porqué hay que tratar el agua?
  - Métodos de tratamiento de agua
    - Destilación
    - Osmosis Inversa
    - Tratamiento Químico
      - Tanque de reacción
      - Clorinación
      - Tratamiento con cal y cloruro de calcio
      - Alcalinidad y acidez
      - Tratamiento por coagulación
      - Utilidad de los lodos en el fondo del tanque
      - Fórmulas para calcular la dosificación de reactivos
      - Fórmulas para calcular las cargas básicas de reactivos
      - Filtración y purificación
      - Filtro pulidor

- Agua suavizada
  - Eliminación de la dureza
- Recuperación de aguas
  - Componentes del sistema de recuperación
- Elaboración de Jarabes
  - Importancia y características del Departamento de elaboración
  - Equipo básico necesario
  - Proceso general de elaboración de jarabes
    - Preparación de jarabe simple
    - Filtración de jarabe simple
    - Preparación de conservadores
    - Adición de concentrados y conservadores
- Despaletizado
  - Definición
  - Sistemas despaletizadores
    - Sistema automático
    - Sistema semi-automático
    - Sistema manual
- Desempacado
  - Definición
  - Preinspección
  - Sistemas de desempacado
- Sistemas de transportadores de botellas
  - Definición

- Componentes básicos
  - Tipos de cadenas
  - Bastidor
  - Guías de desgaste
  - Guías de botellas
  - Fuente de energía
  - Sistema de lubricación
  - Mesa de acumulación
  - Combinador
  - Divisor
- Regla fundamental
- Lavado de botellas e inspección
  - Importancia
  - Secciones básicas en una lavadora
  - Proceso de lavado
  - Especificaciones de una lavadora típica
  - Inspección de Botellas
- Unidad proporcionadora
  - Función
  - Antecedentes
  - Sistemas proporcionadores básicos
    - Sistema de bomba dosificadora
    - Sistema de alimentación por gravedad
    - Sistema de medición electrónica de control de flujo
    - Sistema de medición de inyección de flujo

- Carbonatación
  - CO<sub>2</sub> y su proceso de fabricación
    - Propiedades
    - Fuentes
    - Manejo en la planta embotelladora
  - Desaeración y carbonatación
    - Sistemas de desaeración
      - Desaeración al vacío
      - Desaeración por reflujo
    - Clases de carbonatadores
      - Carbonatador de placas
      - Carbonatador de inyección de gas
      - Carbonatador de cámara de rocío
  - Componentes de un sistema de refrigeración
    - Evaporador
    - Compresor
    - Condensador
    - Recibidor
  - Proceso de refrigeración
  - Tipos de refrigerantes
- Llenado de Botellas
  - Método de llenado
- Tapado de Botellas
  - Definición
  - Elementos del equipo coronador

- Tipos de coronas
- Problemas en el coronado
- Inspección de envase lleno
- Empacado
  - Sistemas de empacado (o encajonado)
  - Precauciones del operario
- Paletizado
  - Sistemas de paletizado
    - Sistema automático
    - Sistema semi-automático
    - Sistema manual
  - Tipos de apilado

- Tipos de coronas
- Problemas en el coronado
- Inspección de envase lleno
- Empacado
  - Sistemas de empacado (o encajonado)
  - Precauciones del operario
- Paletizado
  - Sistemas de paletizado
    - Sistema automático
    - Sistema semi-automático
    - Sistema manual
  - Tipos de apilado



## 11.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Antes de empezar a ver todas y cada una de las partes que componen el proceso es conveniente tener una visión general del mismo.

En el diagrama podemos apreciar que existen varios procesos paralelos.

Por un lado tenemos el Departamento de Elaboración de Jarabes, el cual, como su nombre lo indica, es el encargado de preparar los jarabes de todos los sabores. Su funcionamiento es de la siguiente forma:

- En tanques grandes se prepara el jarabe simple (agua con azúcar), el cual es filtrado y bombeado a los tanques de preparación. Por otro lado se preparan los conservadores (solución de benzoato de sodio y ácido cítrico). Entonces la elaboración del jarabe terminado consiste simplemente en mezclar las siguientes materias primas:

- + Jarabe simple (agua con azúcar)
- + Concentrados
- + Conservadores

Nota: Las fórmulas detalladas competen a cada empresa embotelladora y normalmente se manejan en forma secreta.

Por otra parte, el funcionamiento del Departamento de Producción es muy sencillo. El envase sucio es traído constantemente y es -

tratado en las lavadoras, las cuales se preparan con soluciones de sosa cáustica. Después pasan los envases limpios a la máquina llenadora, la cual es abastecida por el carbonatador, que a su vez recibe la mezcla de la unidad proporcionadora (o Flo-mix).





La carbonatación de la mezcla se efectúa en un "carbonatador", el cual lo único que hace es agregar cierto volumen de  $\text{CO}_2$  a la mezcla proveniente del Flo-mix (aparato donde el jarabe simple se disuelve en agua tratada).

Por último, el producto terminado es "empacado" en cajas de 12 ó 24 unidades, según el caso (familiar o mediano, respectivamente) y es transportado en tarimas de 36, 40 o 45 cajas por los montacarguistas a los camiones repartidores o a las bodegas.

Es importante señalar que el agua utilizada en todos estos procesos es extraída del subsuelo mediante uno o varios pozos localizados en la misma planta, por lo que cada empresa embotelladora debe contar con su propio departamento de tratamiento y recuperación de agua.

En el Diagrama de Flujo se especifican los momentos donde se lleva a cabo el Control de Calidad, o en su defecto simples inspecciones.

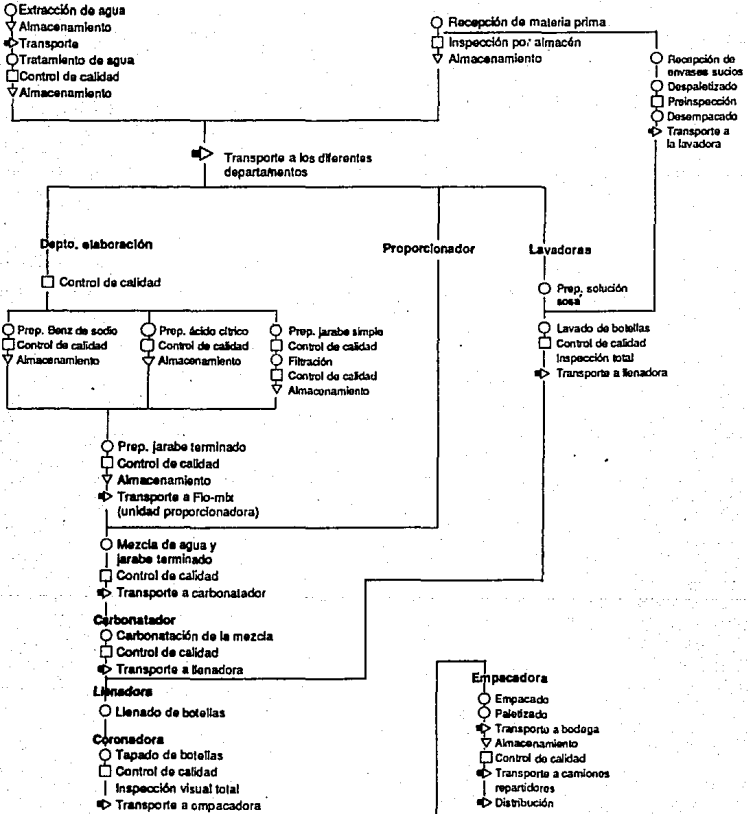
La simbología utilizada en este tipo de diagramas es la siguiente:

-  - Operación:
-  - Transporte:
-  - Almacenamiento:
-  - Inspección:

A continuación se verá más detalladamente cada una de las partes del proceso.

FIGURA II. 1.1

**DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL**



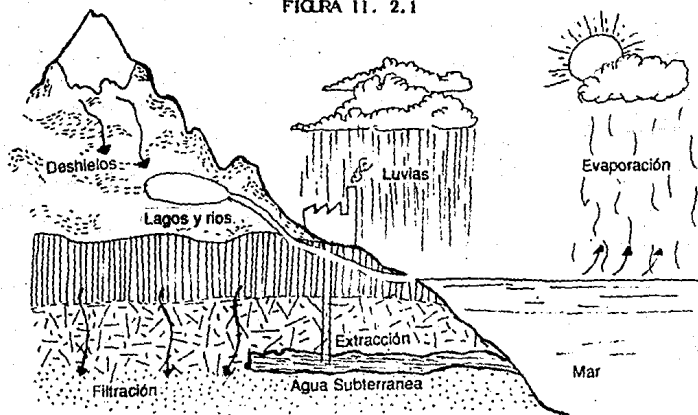
## 11.2 EXTRACCION, TRATAMIENTO Y RECUPERACION DE AGUA

### CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA

Antes de analizar los procesos de extracción, tratamiento y recuperación del agua, es conveniente mencionar algunas características de esta vital sustancia que constituye más del 80% de los refrescos embotellados.

El agua es la única sustancia en el mundo que en forma natural la encontramos en los tres estados que presenta la materia: Sólida en los casquetes polares y zonas frías donde haya hielo, nieve y granizo; líquida en los lagos, ríos y mares; y gaseosa en el vapor -- que se encuentra en el aire.

FIGURA 11. 2.1



Toda el agua que hay en el mundo sigue un ciclo continuo. El --- agua de los ríos, lagos y océanos, así como la humedad de la tierra se convierte en vapor debido a la acción del sol. Este vapor, por ser más ligero que el aire, tiende a subir hasta encontrar -- una atmósfera, que debido a las bajas presiones es más fría, lo -- cual condensa dicho vapor haciéndolo volver a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo, alimentando de nuevo los ríos, lagos y océanos. Gran parte de esta agua también se filtra a través -- del subsuelo hasta encontrar una superficie impermeable.

Entonces pues, podemos encontrar en la naturaleza aguas superficiales y aguas subterráneas, ambas útiles para la industria.

#### **NECESIDAD DE UN POZO.**

Las aguas superficiales, al correr por el suelo, pasan sobre hojas y hierbas, de las cuales extraen impurezas orgánicas. También están en contacto con polvos, bacterias y otros micro-organismos producto de desechos industriales. Así pues, este tipo de agua -- tiene ciertas características que la hacen indeseable para el embotellado. El mal sabor, color y turbiedad provocado por el alto contenido de bacterias, algas y otros organismos hacen que esta -- agua sea más difícil de tratar, esto sin contar que las aguas superficiales no siempre están cerca de las zonas industriales, lo que dificulta aún más su utilización.

Por otra parte, se podría contar también con el agua que suministra el Estado pero no sería suficiente para las necesidades de -- las modernas plantas, además de que estaríamos supeditados a las fluctuaciones de su suministro.

Por todas estas razones resulta necesaria la extracción de agua -- del subsuelo, la cual habiéndose filtrado a través de la tierra -- puede considerarse que ha pasado por un excelente filtro.

Esta filtración a través de la tierra tiende a quitar la mayor -- parte de la turbiedad, color, materia orgánica y bacterias que el agua pudiera haber contenido, de modo que sale del pozo relativamente pura y clara; sin embargo, ha estado en contacto largo tiempo con las materias minerales de la tierra a su paso por ella, -- gran parte de las cuales son saludables, es por esto que el agua subterránea suele tener un alto contenido mineral por lo que debe ser tratada para dejarla en óptimas condiciones.

Como vimos, la propia extracción del agua disminuye en gran parte los problemas que presenta el agua superficial, por lo que resulta indispensable tener por lo menos un pozo que satisfaga las necesidades de la planta.

## EXTRACCION DE AGUA Y CARACTERISTICAS DE UN POZO.

La corteza de la tierra está constituida por capas horizontales de varios tipos de tierras, siendo algunas de textura suelta, fácilmente permeables al agua, y otras de arcilla dura a través de la cual no se filtra el agua.

Entonces, podemos distinguir dos tipos de pozos: someros y profundos. Los primeros toman su agua de una capa porosa de tierra inmediatamente adyacente a la superficie de la tierra, por lo que esta agua ha sufrido muy poca filtración, en cambio los pozos profundos toman el agua de una o más capas porosas que yacen debajo de alguna capa impermeable, lo que significa que el agua procedente de este tipo de pozos no viene directamente del suelo que se encuentra encima, implicando que el agua procede de un punto distante recibiendo así una mejor filtración.

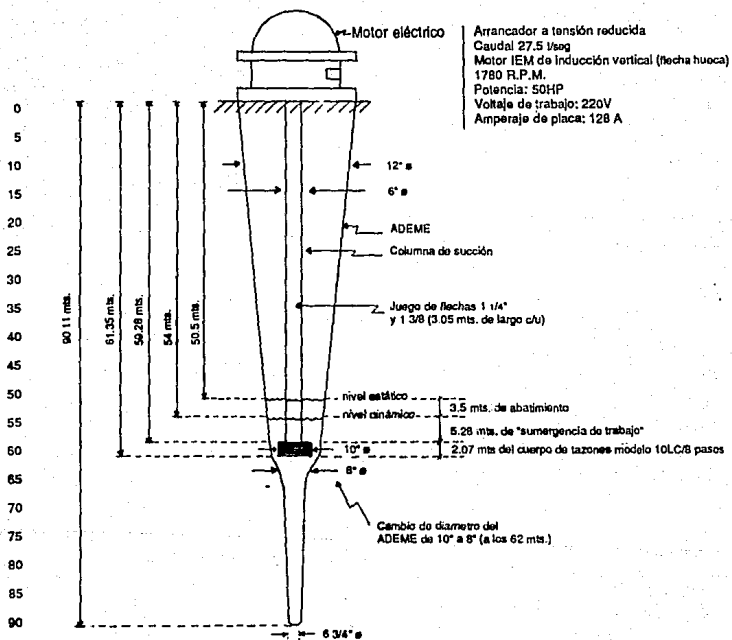
Las características fisico-químicas y bacteriológicas del agua -- que se obtiene de la fuente se encuentran condicionadas a la profundidad de ésta y a las capas geológicas del área en que se encuentra. En algunos casos, por ejemplo, el agua está en contacto con ácido sulfúrico, lo que da un desagradable olor a huevo podrido, pero esto casi nunca sucede.

Para entender mejor las características de un pozo, tomaremos co-



mo ejemplo uno situado en una planta embotelladora del Distrito -  
Federal.

FIGURA 11.2.2



Podemos distinguir cinco partes fundamentales en un pozo:

- Motor eléctrico con su respectivo arrancador
- Ademe
- Columna de succión
- Juego de Flechas
- Cuerpo de Tazones

El arrancador a tensión reducida tiene como objeto ir aumentando poco a poco el voltaje de entrada al motor hasta alcanzar los 220 volts que necesita, a su vez impide que el motor súbitamente absorba mucha corriente que podría ocasionar un desperfecto en algún elemento del sistema. En este caso, el motor eléctrico es de inducción vertical con una potencia de 50 H.P. (Caballos de Fuerza) y 1780 R.P.M. (Revoluciones por Minuto) capaz de proporcionar 27.5 lt/seg.

El Ademe constituye la estructura básica del pozo. Es aquí donde se acumula el agua proveniente del subsuelo, la cual puede proceder de varias capas a diferentes profundidades. Esto es debido a que a lo largo de todo el Ademe existen ranuras o "veneros" que permiten el paso del agua subterránea.

En noviembre de 1987 se realizó un estudio que determinó todas las profundidades marcadas en el diagrama, del cual podemos deducir los siguientes datos interesantes:

El pozo tiene una profundidad de 90.11 mts. y la longitud de la bomba es de 61.35 mts., lo que significa que faltan aún 28.76 mts. por explotar.

Por otra parte, podemos ver que el nivel estático (nivel que mantiene el agua cuando la bomba no está funcionando) está a 50.5 mts. de la superficie y el nivel dinámico, cuando la bomba está funcionando, es de 54 mts., lo cual implica un "flujo de agua" o abatimiento de 3.5 mts. que, en un momento dado nos puede ayudar a determinar que tan rápido se recupera el agua del pozo.

La columna de succión tiene una longitud de 59.28 mts. con un diámetro de 6", mientras que el cuerpo de tazones tiene una longitud de 2.07 mts. y 10" de diámetro. El cuerpo de tazones está formado por ocho módulos que contienen el conjunto de álabes que impulsan el agua hacia arriba. Estos álabes están conectados al motor eléctrico a través de un enorme juego de flechas de 3.05 mts. cada una y 1 1/4 " de diámetro.

Podemos ver que el cuerpo de tazones está sumergido 5.28 mts. por debajo del nivel dinámico. Esto se conoce como "sumergencia de trabajo" (lo recomendable es una sumergencia de 6 a 12 mts.).

A los 62 mts. de profundidad se detectó una contracción brusca en el Ademe (de 10" a 8"), lo que significa que dentro de poco el --

cuerpo de tazones no cabrá en el Ademe y será necesario cambiarlos por una bomba sumergible con diámetro de 5 1/2" y un tubo de succión de 4", la cual puede proporcionar un caudal de 20 a 25 -- lt/seg. Esto sucederá uno o dos años después de la fecha de estudio (Nov. 1987) ya que de acuerdo a análisis hechos en la zona el abatimiento aumenta 1.5 mts./año lo cual implica que hay que bajar la bomba para mantener una aceptable sumergencia de trabajo.

Por último, podemos decir que en base a las características de la zona este pozo morirá poco después del año 2000.

El agua que se extrae del pozo es almacenada en tanques a 25 mts. de altura con una capacidad para 100,000 litros, para después, por gravedad, ser conducida al Departamento de Tratamiento de Agua.

#### **¿PORQUE HAY QUE TRATAR EL AGUA?**

Las impurezas que arrastra el agua pueden influir en sus características físicas y químicas, ocasionando que los productos puedan tener un sabor desagradable o un mal aspecto.

La TURBIEDAD puede causar pérdida de carbonatación y formación de espuma en la llenadora, lo mismo que un aspecto poco atractivo.

El COLOR, según su origen puede motivar anillos y sedimentos re-

pugnantes.

El OLOR, puede provocar un rechazo por parte del consumidor así como pérdida de carbonatación y sabores anormales.

La ALCALINIDAD excesiva, además de neutralizar el sabor ácido de las bebidas también las hace más susceptibles a una invasión de bacterias.

Las BACTERIAS y otros micro-organismos, así como las materias orgánicas originan la formación de sedimentos, sabor anormal, la separación de las esencias, la pérdida rápida de carbonatación cuando se abre la botella, y la formación de la espuma.

Por otra parte, el agua no solo se utiliza en la elaboración de producto terminado, sino también en las lavadoras, las calderas y en el equipo de enfriamiento.

En las lavadoras, si el agua tiene alto contenido de dureza (sales de calcio y magnesio), ésta reacciona con la solución de sosa cáustica provocando incrustaciones en las boquillas, así como botellas opacas que además de dar un mal aspecto provoca mucha espuma en la llenadora ocasionando irregulares niveles de llenado.

En las calderas y equipo de enfriamiento tampoco es conveniente

utilizar agua cruda que tenga alto contenido de dureza ya que provocaría incrustaciones (al grado de convertirse en una capa) que dificultan los intercambios de calor, restándole eficiencia al sistema. Además, estos equipos generalmente están contruidos de acero, lo que significa que agua con mucha cantidad de oxígeno aumenta la velocidad de corrosión, pudiendo provocar fugas.

Para evitar todos estos problemas es necesario pues, tratar adecuadamente el agua.

#### **METODOS DE TRATAMIENTO DE AGUA.**

Existen varias formas de tratar el agua, las más importantes son las siguientes:

- + Destilación
- + Osmosis Inversa
- + Tratamiento Químico

La destilación y la osmosis inversa son necesarias solo cuando el agua tiene un alto contenido de ciertos minerales que no pueden eliminarse por tratamiento químico, el principal de éstos es la sal ordinaria (o cloruro de sodio).

Las plantas que se encuentran cerca de la costa son las que generalmente presentan este problema y utilizan el método de osmosis inversa. Explicaremos brevemente este método para después aden-

tramos en el tratamiento químico que es el más utilizado en todo el mundo.

Para entender este proceso es conveniente explicar primero lo que es la osmosis natural. Supongamos que tenemos dos cavidades separadas por una membrana semipermeable (solo permite la filtración en un solo sentido), en una cavidad tenemos agua dulce y en la otra agua salada, por osmosis natural el agua dulce pasará a través de la membrana hasta que la presión en el otro lado se lo impida (presión osmótica).

Lo que a nosotros nos interesa es precisamente lo contrario, es decir, queremos obtener agua dulce a partir de agua salada, y esto lo logramos invirtiendo el proceso (osmosis invertida). Aplicando una presión mayor a la osmótica en la cavidad de agua salada lograremos que el agua dulce pase al otro lado dejando las sales en la membrana.

### OSMOSIS NATURAL

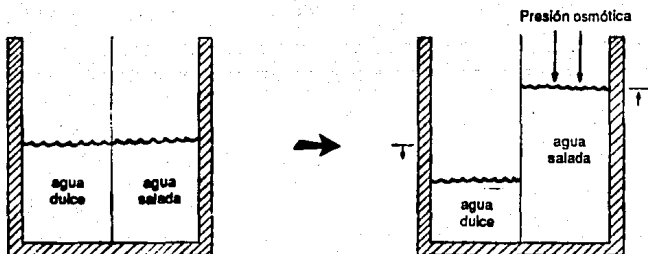


FIGURA II. 2. 3



## OSMOSIS INVERSA

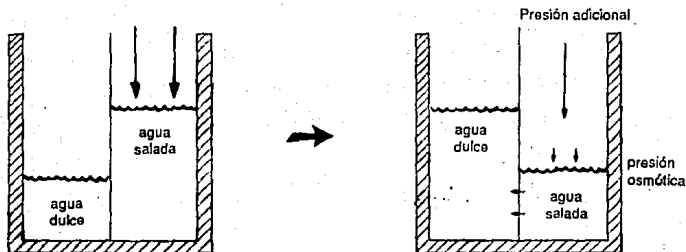


FIGURA 11.2.4.

Las membranas que se utilizan son generalmente de acetato de celulosa o de poliamedas (polímero).

Este método aprovecha aproximadamente el 75% del agua que entra y es también muy usado por barcos que necesitan estar mucho tiempo en alta mar, pero como dijimos este sistema se utiliza sólo en algunas plantas embotelladoras.

Analizaremos ahora el método por Tratamiento Químico, el cual es el más utilizado en el mundo.

### **TRATAMIENTO QUÍMICO.**

Este tratamiento consiste en someter al agua al siguiente proceso:

- a. Tratamiento por aereación
- b. Tratamiento por clorinación
- c. Tratamiento con cal y cloruro de calcio
- d. Tratamiento por coagulación (sulfato de Aluminio)
- e. Sedimentación y formación de precipitados
- f. Filtración por arena
- g. Purificación por carbón activado

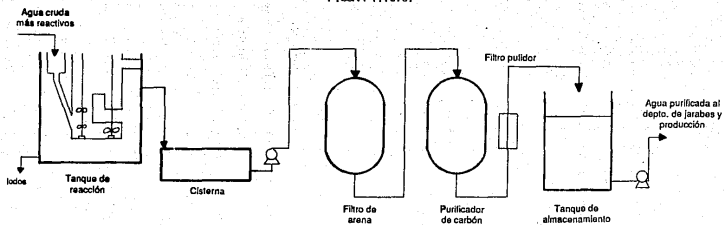
La aereación se utiliza sólo cuando el agua contiene cantidades considerables de ácido sulfúrico. La operación consiste simplemente en dividir el agua en fino rocío o en película, de forma tal que el aire arrastre los compuestos volátiles olorosos.

Los pasos b, c, d y e se efectúan prácticamente en forma simultánea en el tanque de reacción.

Como podemos observar en el diagrama de la siguiente página, existen 2 lugares de almacenamiento, uno a la salida del tanque de reacción y otro después del purificador de carbón, esto con el objeto de absorber alguna falla en el sistema y nunca dejar sin suministro de agua a la planta, por lo menos un determinado tiempo.

Ahora sería conveniente explicar el funcionamiento de cada uno de los equipos y qué es lo que sucede dentro de ellos.

FIGURA 11.2.5.



---

**DIAGRAMA ESQUEMATICO DE TRATAMIENTO DE AGUA**

## TANQUE DE REACCION

En este tanque, como habíamos mencionado, se llevan a cabo la --- clorinación y el tratamiento con cal y sulfato de aluminio. Ocurren reacciones químicas silenciosas que tienen si acaso, pocas - manifestaciones físicas visibles.

## CLORINACION

Para impedir el desarrollo de materia orgánica que provoca la --- descomposición del agua e incubación de gérmenes patógenos se pueden utilizar compuestos altamente oxidantes como lo son el cloro, yodo, bromo y ozono. Por su facilidad de manejo y control dentro del proceso, es preferible usar el cloro.

Para que el cloro desempeñe su labor debe estar en contacto por lo menos dos horas con el agua que queremos purificar. A la sa lida del tanque debe quedar cloro "residual" con el objeto de ase gurar la total eliminación de la materia orgánica. Debe haber un contenido entre 6 y 8 p.p.m. antes de pasar al filtro de arena. Puede existir cloro residual y no estar completa su acción bioló- gica, esto ocurre cuando la cantidad de cloro añadido no varía di rectamente con la cantidad de cloro residual. La siguiente gráfi ca ilustra mejor esta situación.

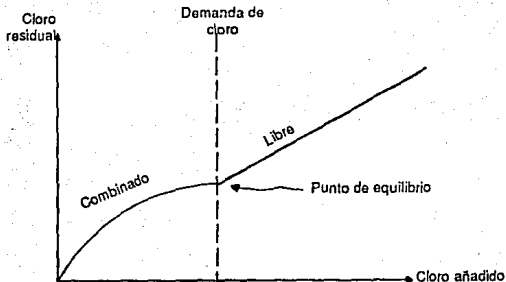


FIGURA 11.2.6

#### TRATAMIENTO CON CAL Y CLORURO DE CALCIO.

Este se emplea para eliminar la alcalinidad del agua, la cual no debe ser mayor de 50 p.p.m., que es la máxima tolerable en un agua propia de embotellado. Este tratamiento tiene como objeto controlar dicha alcalinidad para que ésta no neutralice el sabor ácido de las bebidas.

Pero ¿porqué la cal que es un compuesto alcalino puede reducir la alcalinidad del agua? La respuesta es muy sencilla: la cal reacciona con la alcalinidad del agua transformando los bicarbonatos en carbonatos e hidróxidos, los cuales se precipitan (con ayuda de un coagulante) en forma de lodos que posteriormente se eli-

minan del tanque.

Alcalinidad del agua cruda + Cal      Alcalinidad del agua tratada + Hidróxidos  
(bicarbonatos solubles)      (Ca(OH)<sub>2</sub>)      (carbonatos insolubles)      (solubles e insolubles)

Como en este punto se tocó el tema de la alcalinidad es conveniente abrir un pequeño paréntesis para explicar brevemente esta singular característica que presenta el agua.

#### ALCALINIDAD Y ACIDEZ

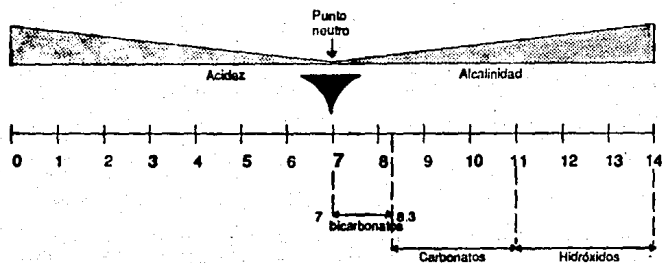
El contenido de iones de hidrógeno (PH) presentes en una sustancia determina si ésta es ácida o alcalina.

Podemos tener alcalinidad debida a sodio, calcio, magnesio, potasio, estroncio y bario en forma de sales como:

- Bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)
- Carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>-</sup>)
- Hidróxidos (OH<sup>-</sup>)
- Sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>)
- Cloruros (Cl<sup>-</sup>)
- Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

El signo (-) indica que estas sales se pueden combinar con ----- otros elementos con carga eléctrica positiva como el sodio  $\text{Na}^+$ ; - calcio  $\text{Ca}^{++}$ ; magnesio  $\text{Mg}^{++}$ , etc.

El PH nos ayuda a determinar que tipo de sales son las que se encuentran disueltas en una sustancia de acuerdo a la siguiente tabla:



El PH del agua cruda varfa generalmente entre 7.5 y 8.3 y predomi na la alcalinidad debido al bicarbonato de calcio y bicarbonato - de magnesio, por lo que se puede utilizar únicamente cal para neu

tralizar dicha alcalinidad.

Cuando en el agua cruda se encuentra alcalinidad debida a bicarbonatos de sodio es cuando se usa el cloruro de calcio ( $\text{Ca Cl}_2$ ), -- que al reaccionar forma un bicarbonato que reacciona con la cal -- precipitándose.

En la mayoría de las plantas no es necesario utilizar el cloruro de calcio, con la cal química es suficiente para eliminar la alcalinidad.

#### TRATAMIENTO POR COAGULACION

La coagulación o clarificación del agua tiene por objeto -- eliminar toda materia en suspensión, añadiendo un compuesto que -- recibe el nombre de coagulante.

Como el objetivo es ayudar a precipitar los lodos al fondo del -- tanque de reacción generalmente se escoge un coagulante que contenga un metal pesado, por lo que los más comunes son el sulfato de aluminio  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$  y el sulfato ferroso  $\text{FeSO}_4$ .

Los coagulos que se forman al estar en contacto el coagulante con el agua, funcionan o sirven como filtro invertido en el sentido -- de que no es el agua la que pasa a través del medio filtrante si-



no que éste cae a través del agua.

El coagulante más utilizado es el sulfato de aluminio que al estar en contacto con la cal forma hidróxido de aluminio  $Al(OH)_3$ , el cual tiene carga eléctrica positiva (+) y se une con el carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) formado por la alcalinidad del agua y la cal, que tiene carga eléctrica negativa(-), formando grumos grandes que se precipitan al fondo del tanque.

#### UTILIDAD DE LOS LODOS EN EL FONDO DEL TANQUE

El hecho de permitir una cierta cantidad de lodos en el fondo del tanque es para formar un núcleo que permita que se adhieran a él grumos que están en formación o suspendidos, evitando que el agua se enturbie; sin embargo, es muy importante mantener controlados los lodos constantemente, tanto el nivel de los mismos en el tanque como la velocidad del agitador ya que un exceso o escasez nos puede ocasionar turbiedad en el agua.

#### FORMULAS PARA CALCULAR LA DOSIFICACION DE REACTIVOS.

La dosificación de reactivos se determina en base al caudal del sistema y el análisis químico del agua.

$$\text{Grms. de cal por cada litro de agua cruda} = (M + DT - D_{CA} + 8.5) \times (0.00084)$$

Gramos de Cloruro de Calcio por cada litro de agua cruda =

$$(M - DT) \times (0.001816)$$

Gramos de Sulfato de Aluminio por cada litro de agua cruda =

$$(M - DT) \times (0.001816) \quad (\text{Aunque por norma podemos agregar } 0.02 \text{ gr/lt.})$$

Donde M = Alcalinidad total

DT = Dureza Total

$D_{Ca}$  = Dureza de Calcio

Gramos de cloro por cada litro de agua cruda = 0.01 (norma convencional).

#### FORMULAS PARA CALCULAR LAS CARGAS BASICAS DE REACTIVOS

Carga básica es la cantidad de reactivo que debe llevar la solución que se va a dosificar en el tanque de reacción dependiendo de las condiciones de operación del sistema.

CARGA BASICA DE

CANTIDAD DE REACTIVO

- Cal  $CaI$  en Kgs =  $A_1 \times F_1 \times V_1 / F_2 \times P_1 / 1000$

- Cloruro de

Calcio

$CaCl_2$  en Kgs =  $A_2 \times F_1 \times V_1 / F_2 \times P_2 / 1000$

- Hipoclorito de Sodio (para preparar solución de cloro)  $\text{Hipoclorito de Sodio en KGS} = A_3 \times F_1 \times V_1/F_2 \times P_3/1000$
- Sulfato de Aluminio  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  en Kgs  $= A_4 \times F_1 \times V_2/F_3 \times P_4/1000$

Estas cargas bases dependen de las siguientes características de operación:

$F_1$  = Flujo de agua cruda

$F_2$  = Flujo de reactivos en solución

$F_3$  = Flujo de coagulante en solución

$V_1$  = Volumen de trabajo del tanque del reactivo

$V_2$  = Volumen del tanque de sulfato de aluminio

$P_1$  = Pureza de cal

$P_2$  = Pureza del cloruro de calcio

$P_3$  = Pureza del hipoclorito de sodio

$P_4$  = Pureza del sulfato de aluminio

$A_1$  = Gr de cal por litro de agua cruda

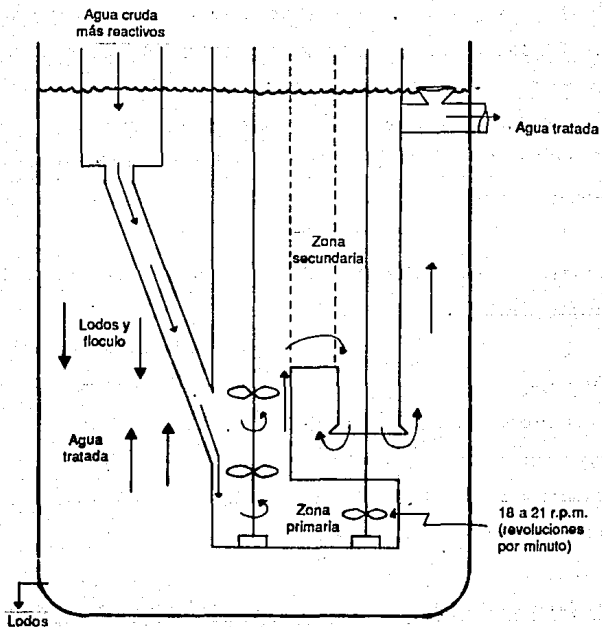
$A_2$  = Gr de  $\text{CaCl}_2$  por litro de agua cruda

$A_3$  = Gr de cloro por litro de agua cruda

$A_4$  = Gr de sulfato de aluminio por litro de agua cruda

Como podemos ver, todas estas fórmulas dependen de las características que presenta el agua en un momento dado, así como del equipo específico que tenga cada planta.

**CORTE ESQUEMATICO DE UN TANQUE DE REACCION COMUN:**



**FIGURA 11.2.7**

## FILTRACION Y PURIFICACION

Después de que el agua ha sido tratada químicamente es transportada a una cisterna de almacenamiento de donde se bombea al filtro de gravas y arenas. Este filtro sirve de coladera para atrapar toda la materia suspendida que pudo haber sido arrastrada con el agua del tanque; especialmente retiene los lodos y grumos grandes que debido a su poco peso son propensas a subir hasta el tubo de recolección (localizado en la parte superior del tanque de --- reacción).

Las capas de medio filtrante en el tanque pueden variar de la siguiente forma:

	Tamaño	Capa dentro del filtro
Arena fina	0.5 a 1 mm	60 cm
Arena gruesa	1/16 a 1/8 pulg	25 cm
Grava delgada	1/8 a 1/4 pulg	10 cm
Grava mediana	1/4 a 1/2 pulg	10 cm
Grava gruesa	1/2 a 1 pulg	10 cm

Los filtros de arena deben ir equipados con manómetros indicadores de presión que nos permitan conocer las condiciones de operación. La práctica indica que no debe operar un filtro cuando la diferencia de presiones entre la entrada y la salida sea mayor de  $2 \text{ lbs/pulg}^2$  ( $0.141 \text{ kg/cm}^2$ ).

La eficiencia de filtración se checa fácilmente tomando muestras y observando su claridad, ayudándonos con un turbidímetro o en su defecto bastará observar detenidamente contra la luz.

La capacidad de los filtros de arena varía normalmente entre dos y tres galones por minuto por pie cuadrado de superficie de filtración, esto es:

$$2 \text{ gal/min/pie}^2 = 1 \text{ lt/min/125 cm}^2$$

El propósito de utilizar un medio filtrante granular es que en la operación de retrolavado, el lecho se expande provocando que la materia insoluble detenida durante la filtración, sea puesta en libertad.

Aproximadamente el 30% de la profundidad del lecho de arena debe dejarse como zona libre. Zona libre es el espacio entre la superficie superior del lecho de arena y la tubería de entrada del filtro y sirve para permitir la expansión de la arena durante el retrolavado.

El filtro de arena debe retrolavarse por lo regular diariamente al terminar la producción. El gasto debe ser de 5 a 6 veces más grande que en el flujo normal y de 20 a 30 minutos de retrolavado serán necesarios para obtener resultados satisfactorios.

En condiciones normales, trabajando tres turnos el tiempo de vida

Útil de la arena es de aproximadamente un año.

Aunque más adelante lo veremos con mas detalle, las pruebas que deben realizarse al filtro son:

Prueba	Reactivo Utilizado	Norma	Frecuencia
Alcalinidad P	Fenofaleína y ácido sulfúrico	Menos de 50 p.p.m.	cada hora
Alcalinidad M	Anaranjado de Metilo	Menos de 50 p.p.m.	cada hora
Cal (2P-M)	-----	2 a 7 p.p.m.	cada hora
Cloro residual	Ortotolidina	6 a 8 p.p.m.	cada hora

#### **PURIFICACION:**

El agua filtrada al salir del filtro de arena, pasa directamente al purificador de carbón activado, dicho purificador tiene como función principal eliminar de 6 a 8 p.p.m. de cloro residual que se dosificó en el tanque de reacción para matar los micro-organismos y oxidar la materia orgánica presente en el agua cruda.

El carbón después de absorber cierta cantidad de las impurezas orgánicas responsables de los sabores y olores extraños, empieza a perder su actividad al cubrirse y taparse los granulos de carbón, no pudiendo ya eliminar el cloro. El tiempo de vida útil del carbón en condiciones normales de operación (incluyendo 3 turnos) es



de poco más de medio año.

El carbón y el cloro reaccionan químicamente convirtiendo una pequeña porción de carbón en bióxido de carbono y otra de cloro en una sal común.

Con respecto a las gravas que sirven de sostén al carbón activado siguen una distribución similar a la del filtro de arena con algunas diferencias:

1.- La altura del carbón activado es de 45 cm y va en lugar de la arena fina.

2.- La capa de arena gruesa se reduce a 15 cm.

3.- El cuerpo de acero interior debe estar formado de una capa especial que impida la corrosión.

Las pruebas que se deben realizar en el purificador son las siguientes:

<u>PRUEBA</u>	<u>NORMA</u>
Aspecto	Cristalino
Sabor	Ninguno
Color	Ninguno
Olor	Ninguno
Cloro	0 p.p.m.
Microbiología	Ausencia total de microorganismos

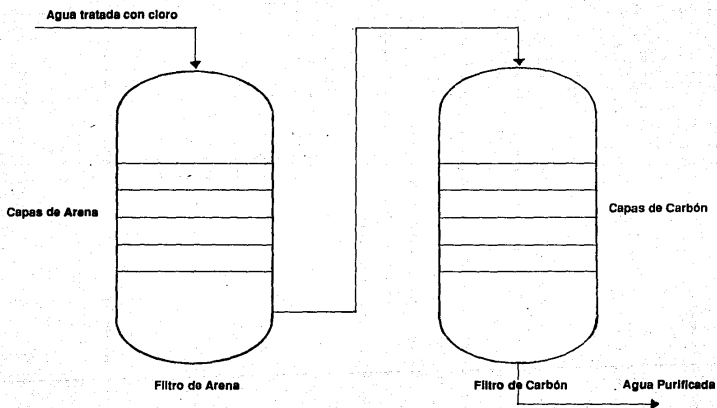
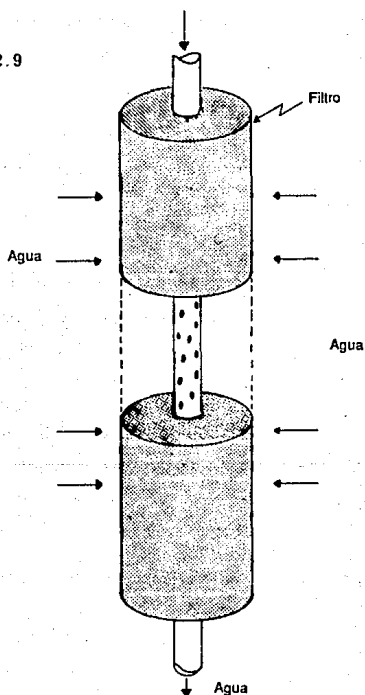


FIGURA 11.2.8

## FILTRO PULIDOR

Una vez que el agua ha sido tratada, es conveniente por seguridad hacerla pasar por un último filtro con el objeto de retener cualquier sustancia suspendida que haya podido colarse del purificador de carbón. Para tal efecto se utiliza un filtro pulidor, el cual está compuesto de una serie de "bujías" recubiertas normalmente por una capa de asbesto - celulosa.

FIGURA 11. 2.9



El agua fluye del fondo del filtro por el tubo central para que - posteriormente por medio de los cartuchos, el agua fluya de afue-  
ra hacia dentro para descargar en cada uno de los 6 agujeros del  
fondo del filtro.

### **AGUA SUAVIZADA**

No es necesario utilizar agua tratada (tratamiento químico) -  
en todas las partes del proceso. Hay equipos que requieren que -  
el agua tenga ciertas características especiales para su adecuado  
funcionamiento.

El agua suavizada protege a los equipos contra las incrustaciones  
que son causadas por la dureza del agua.

La dureza del agua se debe a la presencia de los metales alcalino  
férreos llamados calcio y magnesio (presentes como sales). Estas  
sales pueden ser bicarbonatos, sulfatos, nitratos, clouros, etc.)

La incrustación es el fenómeno contrario a la corrosión, mientras  
el primero aumenta el espesor de las paredes de una tubería, el -  
segundo lo disminuye.

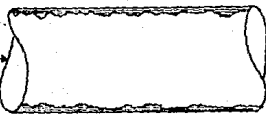
Podemos observar gráficamente esta diferencia en este dibujo:

**Incrustación**



Reduce el gasto crea turbulencia

**Corrosión**

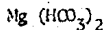


Aumenta el gasto y debilita las paredes, crea turbulencia.

FIGURA 11. 2. 10

Las sustancias que causan dureza y provocan incrustación son las siguientes:

Bicarbonato de Magnesio



Sulfato de Magnesio



Nitrato de Magnesio



Cloruro de Magnesio



Bicarbonato de Calcio



Sulfato de Calcio



Nitrato de Calcio



Cloruro de Calcio



Los equipos que requieren de agua suavizada son los siguientes:

a.- Lavadoras: Para evitar la incrustación en los canchales

(armaduras que transportan a las botellas),  
tuberías de enjuague y pre-enjuague.

b.- Calderas: Al haber incrustaciones se obstruyen las tuberías y se dificulta la transferencia de calor.

c.- Condensador evaporativo (Sistema Refrigerante);

Al incrustarse las tuberías (por el exterior), el refrigerante (amoníaco) que circula dentro de las mismas no se condensa tan fácilmente perdiendo eficiencia el sistema.

#### **ELIMINACION DE LA DUREZA**

El equipo utilizado para esta tarea es uno o varios tanques que contienen una resina sintética llamada Zeolita. Cuando fluye el agua a través de estos tanques (Suavizadores) dicha resina tiene la propiedad de absorber la dureza (Calcio y Magnesio) a cambio de liberar el sodio de la zeolita (el cual no causa dureza).

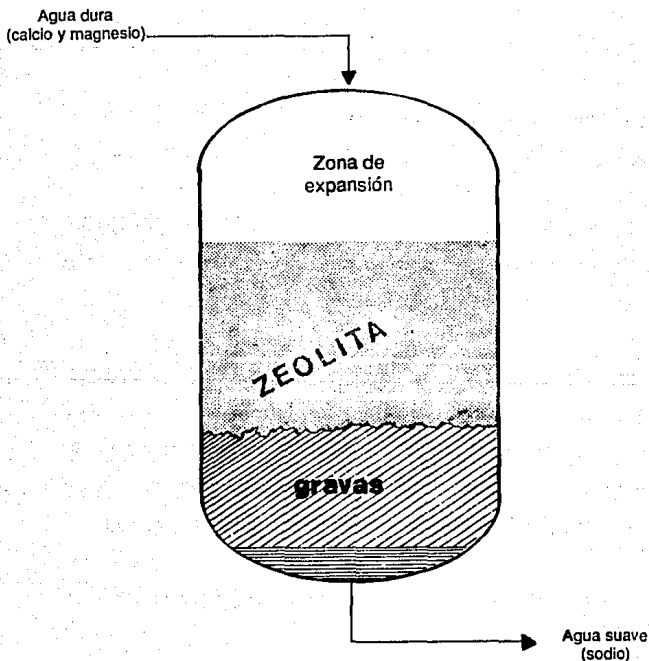
Entonces se trata de un intercambio de iones, el cual es posible siempre y cuando haya sodio en la Zeolita. Cuando el sodio se agota la columna ya no suaviza el agua por lo que será necesario regenerar la zeolita por medio de cloruro de sodio (sal común).

El funcionamiento de un equipo suavizador es muy similar al de

los filtros de arena y carbón, por lo que también es necesario -- dejar un espacio libre para el retrolavado.

Teóricamente 1  $\text{dm}^3$  de zeolita puede eliminar 15,800 p.p.m. de du reza y 129 gr. de sal son capaces de regenerar dicha cantidad de - zeolita.

FIGURA 11.2.11  
DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN SUAVIZADOR



## RECUPERACION DE AGUAS

De la gran cantidad de agua que se utiliza en una planta embotelladora es posible recuperar y recircular una parte de ella.

Como se verá posteriormente las lavadoras de botellas tienen varias secciones:

- Pre-enjuague
- Solución de sosa cáustica (a diferentes temperaturas)
- Enjuague final

El agua fresca (recién tratada o suavizada) es bombeada hacia el enjuague final de cada lavadora para remover cualquier suciedad en la botella y enfriarla antes de su llenado. Es conveniente que el 15% de esta agua sea regresada a la sección de pre-enjuagues, donde es usada para pretemperar las botellas, eliminarle residuos, material orgánico, popotes, etc.

El remanente de agua del enjuague final es enviado al drenaje de recuperación para de ahí enviarla a la cisterna de recuperación. Esto no debe de ocurrir con el agua de pre-enjuague ni con la que contiene solución de sosa cáustica, ya que su contaminación es de masiada alta y no conviene tratar de recuperar dichas aguas.

En la recuperación del agua de enjuague distinguimos cuatro prin-



principales operaciones para su tratamiento:

- 1.- Enfriamiento (torres de enfriamiento)
- 2.- Neutralizar cualquier residuo de sosa
- 3.- Clorinación para mantener un nivel de sanitización
- 4.- Filtración para retener material que se encuentra en --- suspensión.

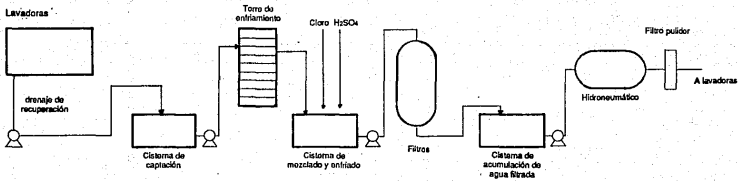
### COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACION

A continuación se enumeran cada uno de los componentes que intervienen en el sistema de recuperación, así como la descripción de cada uno de ellos y su intervención en el sistema:

- 1.- Drenajes de Recuperación de lavadoras
- 2.- Cisterna de captación
- 3.- Torre de enfriamiento
- 4.- Cisterna de mezclado y enfriado
- 5.- Filtros de arena
- 6.- Cisterna de acumulación de agua filtrada
- 7.- Hidroneumático
- 8.- Filtros pulidores

Para objetivizar mejor lo que aquí se expone, conviene observar - el esquema de la página siguiente.

FIGURA 11.2.12



COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECUPERACION

Como habíamos visto, el drenaje de recuperación debe recolectar - el agua de la sección de enjuague final de la lavadora.

La cisterna de captación tiene como propósito recibir dicha agua, y no permitir el paso de sólidos pesados. Esto lo hace por medio de una malla de retención que es colocada a la entrada de la cisterna.

Del depósito de captación se bombea el agua hacia la torre de enfriamiento para después ser recolectada en la cisterna de mezclado donde se agrega ácido sulfúrico para neutralizar la sosa y cloro para sanitizar el agua.

Una vez neutralizada y sanitizada el agua, es necesario filtrarla ya que todavía está llena de muchísimas impurezas en suspensión. Para esto existen gran variedad de filtros, los más comunes son - los de arena cuyo funcionamiento se explicó en la sección anterior.

La cisterna de acumulación de agua filtrada tiene como objeto captar el agua proveniente de los filtros para después ser bombeada de nuevo a las lavadoras con la ayuda del hidroneumático.

El equipo hidroneumático es un sistema de abastecimiento de agua a presión. Es un tanque cilíndrico horizontal del cual la mitad

es ocupada por agua y la otra mitad por aire a presión.

Por último tenemos los filtros pulidores cuyo objeto es dar una última filtrada al agua antes de que llegue de nuevo a las lavadoras.

El agua recuperada es utilizada en la sección de pre-enjuague.

## 11.3 ELABORACION DE JARABES

### IMPORTANCIA Y CARACTERISTICAS DEL DEPARTAMENTO DE ELABORACION

Es en este departamento donde se combinan los ingredientes que -- producen el sabor y color de las bebidas. Es aquí donde empieza la parte medular del proceso productivo y es quizá la parte menos automatizada del sistema, por esta razón este departamento debe tener ciertas características especiales.

La sala de jarabes debe estar separada del resto de la planta por tabiques y un techo completo. Debe tener puertas de cierre automático (si no se tienen, se debe procurar que las puertas estén siempre cerradas).

El aire debe ser suministrado por un sistema de aire acondicionado o en su defecto las ventanas deberán tener mallas que impidan el paso de insectos.

Es recomendable que la sala de jarabes se instale en el piso de encima de la sala de embotellado con el objeto de aprovechar lo más posible la fuerza de gravedad y las cortas distancias.

Es importantísimo mantener altos estándares de higiene y calidad en todas las fases de la preparación y uso de jarabes.

## EQUIPO BASICO NECESARIO

Todo el equipo que ha de estar en contacto con ingredientes, jarabes o el producto final debe ser de un tipo higiénico que le haga aceptable de acuerdo con las reglamentaciones locales en materia alimentaria. Los siguientes equipos son necesarios en cualquier sala de jarabes:

- 1.- Báscula con plataforma
- 2.- Tanques (con agitadores)
- 3.- Tolva para vertir el azúcar y sistema elevador
- 4.- Escalera con plataforma para añadir concentrados
- 5.- Filtros de jarabe y tanque para precapa
- 6.- Bombas de Jarabe
- 7.- Líneas de jarabe (tubería)

El equipo pesado o de instalación fija debe ser accesible para una fácil limpieza e higienización.

Todas las tuberías, tanques, filtros y restante equipo debe estar construido con materiales resistentes a la corrosión y no tóxicos con superficies totalmente lisas y pulidas.

Debe haber suficientes tanques de forma tal que el jarabe pueda dejarse en reposo para desairación (todas las burbujas provocadas por la agitación deben llegar a la superficie). Todos los

tanques deben tener agitadores y tapas para polvo,

Es importante no usar los siguientes materiales en las líneas de jarabe:

- + Hierro galvanizado
- + Plomo
- + Zinc
- + Cobre
- + Bronce

Las uniones entre secciones de tubería se han de hacer de teflón o bien de goma inodora e insípida.

Los materiales aprobados para tuberías de jarabe o mangueras de conexión en orden de preferencia son:

- 1.- Acero inoxidable
- 2.- Tubo de vidrio
- 3.- Mangueras de goma inodoras e insípidas
- 4.- Mangueras de plástico no tóxico

Los filtros de acero inoxidable o bronce son los preferidos aunque se pueden usar de otros metales.

Todas las bombas que se usen para manejar jarabes deben estar ---  
construidas de forma tal que sean fácil de limpiar. Se deben -

emplear bombas sanitarias que estén aprobadas para uso con productos alimenticios. No se deben usar bombas con impulsores de goma.

## **PROCESO GENERAL DE ELABORACION DE JARABES**

El proceso de fabricación para los jarabes finales o "preparaciones" se divide en cinco partes:

- 1.- Mezclar agua tratada y azúcar en las cantidades correctas para obtener el jarabe simple.
- 2.- Filtrar el Jarabe Simple.
- 3.- Añadir concentrados y conservadores de acuerdo a las especificaciones y mezclar por espacio de 15 a 30 minutos.
- 4.- Comprobar volumen, sabor, olor, color y baumé (°Brix).
- 5.- Es conveniente dejar reposar los jarabes antes de ser enviados a la sala de embotellado.

## **PREPARACION DE JARABE SIMPLE**

Jarabe simple es una solución compuesta sólo de azúcar y agua.

Las operaciones básicas son las siguientes:

- 1.- Agregar la cantidad de agua necesaria al tanque.
- 2.- Se pone en marcha el agitador del tanque.
- 3.- Se añade azúcar al agua.



Se debe siempre pesar la cantidad requerida de azúcar, nunca se debe confiar en el peso nominal de los sacos.

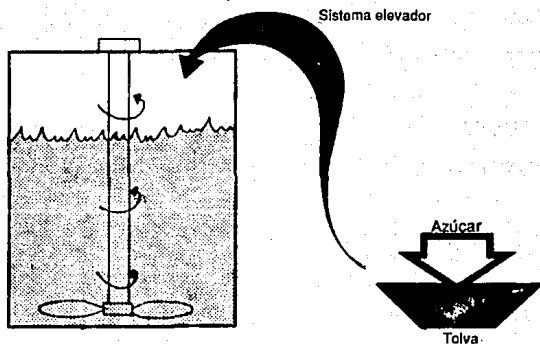


FIGURA 11.3.1

Es muy importante señalar que el azúcar se depositará en el fondo si el agua no está en movimiento, por lo que resulta indispensable poner en marcha el agitador antes de agregar el azúcar, de otra forma en el fondo no permitiría que el agitador se moviera.

#### FILTRACION DE JARABE SIMPLE

Una vez preparado el jarabe simple de acuerdo a las especificaciones (varían siempre de empresa a empresa) el siguiente paso es filtrar dicho jarabe con el objeto de retener cualquier impureza que

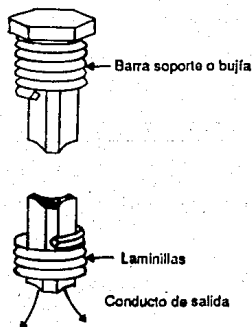
podiera haber traído el azúcar o incluso el agua.

Existen muchos tipos de filtros; sin embargo, la mayoría de las industrias embotelladoras está optando por el filtro de "bujas con laminillas", sustituyendo al tradicional filtro prensa (de placas asbesto - celulosa).

El filtro de bujias con laminillas es de gran capacidad y altos -- rendimientos. Está construido de acero inoxidable al cromo-níquel y es apropiado para la filtración de cerveza, mosto, vino, zumo de frutas, gelatina y soluciones azucaradas.

El elemento filtrante consiste en una barra (bujía) ranurada de -- forma especial con una gran sección de conductos de salida. Sobre esta barra van superpuestas numerosas laminillas filtrantes, como lo muestra la figura. Las laminillas son un sólo alambre rectangu-- lar enrollado a la barra soporte o bujía.

FIGURA 11.3.2



Antes de filtrar el jarabe simple es necesario preparar el filtro de la siguiente manera:

- a. Preparar la solución de ayuda-filtro (celite) en el dosificador.
- b. Formar la precapa de ayuda-filtro sobre las laminillas de las bujías (si se tiene un filtro prensa también se debe formar la precapa sobre las placas). Para esto debemos recircular la solución de 20 a 25 minutos.
- c. Una vez formada la precapa se vuelve a preparar el tanque dosificador con más solución de ayuda-filtro. Esto para ir dosificando mientras se lleva a cabo el proceso de filtración.

Una vez preparado el filtro es conveniente agregar una cantidad extra de Celite directamente en el tanque de jarabe simple.

El objeto de utilizar ayuda-filtro es proporcionar una mayor superficie filtrante (no solo las laminillas) evitando que se tape rápidamente con las materias extrañas que retiene del azúcar.

La precapa formada por el ayuda-filtro es una torta porosa que permite el paso del líquido pero retiene los sólidos. Se mantiene contra las bujías debido a la presión ejercida por el jarabe, por lo tanto no debe disminuirse la presión porque se asentaría la torta y habría necesidad de repetir el proceso de precapa.

## PREPARACION DE CONSERVADORES.

En la elaboración de bebidas embotelladas así como en la mayoría de productos alimenticios es necesario el uso de conservadores, -- los cuales tienen como finalidad impedir el crecimiento de micro-- organismos que desanitarían los productos además de causar un -- mal aspecto.

Los conservadores de mayor uso en la industria embotelladora son - el Sorbato de Potasio y el Benzoato de Sodio. El primero no re--- quiere de preparación alguna, se puede agregar directamente al tan-- que de elaboración de jarabes; sin embargo, el segundo debe mez--- clarse en agua tratada antes de agregarlo al jarabe.

Otra materia prima utilizada en la producción de refrescos embote-- llados es el ácido cítrico, el cual además de incrementar el sabor ácido que distingue a estas bebidas, cumple también una importan-- te función sanitizadora. Es conveniente también mezclar el ácido con agua tratada antes de agregarlo al jarabe.

La cantidad de agua y conservador depende de cada empresa embote-- lladora.

## ADICION DE CONCENTRADOS Y CONSERVADORES

Para producir el jarabe terminado se añaden los concentrados y conservadores al Jarabe Simple filtrado de acuerdo a las especificaciones y se mezclan por espacio de 15 a 20 minutos.

La cantidad mínima a preparar de cualquier sabor (de acuerdo a las fórmulas) se conoce con el nombre de "unidad" la cual varía en volumen según la empresa.

Se deben controlar el Brix (o Baumé), el sabor, el color y la acidez de todas las tandas de jarabe y este jarabe no se podrá utilizar si no cumple los estándares correspondientes.

La determinación del Brix es un control de la densidad del jarabe. La escala Brix está graduada de tal forma que representa el porcentaje en peso de sacarosa en una solución de agua y azúcar. Por lo tanto, es necesario medir el Brix del jarabe final para asegurarse de que se han empleado las cantidades correctas de azúcar y agua. Para las pruebas de color, sabor y acidez es conveniente preparar una bebida patrón, es decir, simular un refresco terminado y aplicarle las respectivas pruebas.

Si el jarabe terminado pasa los controles de °Brix, sabor, color, acidez y cantidad se puede usar en cuanto haya desprendido todo el

aire ocluido. Los distintos procesos de mezclado introducen muchas partículas diminutas de aire que lentamente suben a la superficie, y si no se deja suficiente tiempo para que escapen se puede formar espuma en la llenadora provocando irregulares niveles de llenado.

FIGURA 11.3.3.



La mayoría de los tanques para preparar jarabe tienen una capacidad de 4000 a 10000 litros y una altura que sobrepasa los dos metros, por lo que resulta necesario una escalera con plataforma para añadir los concentrados y conservadores.

El procedimiento general es muy sencillo:

- a. Se bombea la cantidad requerida de jarabe simple filtrado

- a los tanques de preparación.
- b. Se agrega la cantidad necesaria de solución de benzoato de sodio y sorbato de potasio.
  - c. Se agrega la solución de ácido cítrico requerida.
  - d. Se adiciona el concentrado según las fórmulas.

Es muy importante señalar que es conveniente agregar el benzoato y el sorbato antes que la solución de ácido cítrico y esperar a -- que se disuelvan bien, de lo contrario reaccionarían formando numerosos grumos los cuales sería necesario eliminar mediante filtración.

El agitador debe estar funcionando durante la preparación y se debe mezclar por espacio de 15 minutos.

**Nota:** Los concentrados y fórmulas de elaboración son el sello distintivo de cada empresa y se manejan en absoluto secreto.

## II.4 DESPALETIZADO

### DEFINICION

Como sabemos las cajas de botellas vacías se almacenan en tarimas llamadas "palets". A la operación de remover dichas cajas del palet es lo que conocemos con el nombre de despaletizado.

Esta operación tiene como objeto mantener un flujo constante de botellas vacías en la línea para que de esta forma no pierda eficiencia la operación de embotellado.

### SISTEMAS DESPALETIZADORES

En función del grado de automatización podemos hacer la siguiente clasificación:

- a. Sistema automático
- b. Sistema semiautomático
- c. Sistema manual

### SISTEMA AUTOMATICO

En un sistema automático la única operación que realiza el operario es la de supervisión ya que todas las operaciones las realizan una o varias máquinas.



Las partes fundamentales de un sistema automático son las siguientes:

- + Transportador alimentador de palets
- + Mesa elevadora
- + Mecanismo de descarga de cajas
- + Transportador evacuador de cajas
- + Almacén de palets vacíos
- + Sistemas de Control

Dentro de los sistemas automáticos encontramos dos diferentes tipos, los cuales se distinguen esencialmente por el mecanismo de descarga de cajas.

- a. Agarre por rodillos
- b. Agarre por abrazaderas

### **SISTEMA SEMI-AUTOMATICO**

Este sistema requiere de un operario para pasar las cajas del palet al transportador.

Las características básicas de este tipo de sistemas son las siguientes:

- + Diseño sencillo
- + Menor inversión inicial que los Sistemas Automáticos
- + Mayor Flexibilidad

Podemos distinguir las siguientes partes fundamentales:

- + Plataforma para operario
- + Mecanismo elevador de palets o plataforma
- + Transportador de cajas
- + Dispositivos de control

Tanto en los sistemas automáticos como en los sémi-automáticos se -- deben tener estrictas normas de control en la recepción de cajas y palets ya que de estar dañados pueden ocasionar infinidad de problemas.

Es recomendable también que los operarios no usen ropa suelta y -- que utilicen sus protecciones especiales (guantes, tapones, etc.).

#### SISTEMA MANUAL

Este sistema puede disponer de uno o más operarios, dependiendo de la capacidad de la planta.

El sistema debe estar diseñado de manera que haya espacio para las maniobras del montacargas; debe haber una distancia no mayor de un metro entre el transportador y el palet de manera que el operario no camine para remover las cajas de botellas vacías del palet. Para reducir la fatiga se deberá hacer una rotación cada 20 minutos.

En este tipo de sistemas lo más importante es un adecuado diseño - del área de trabajo.

Sea cual fuere el sistema que se emplee no hay que olvidar que el objetivo es mantener un flujo uniforme de botellas vacías a la línea.

## 11.5 DESEMPACADO

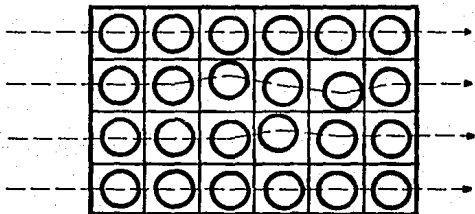
### DEFINICION

Una vez removidas las cajas del palet (tarima) y puestas en el transportador de cajas es necesario pues, sacar todas y cada una de las botellas vacías para ponerlas en el transportador que las conducirá directamente a la lavadora. Esta operación es conocida como "desempacado" (o desencajonado).

### PREINSPECCION

El operario debe asegurarse que las botellas estén perfectamente alineadas para el desencajonamiento.

FIGURA 11.5.1



Se debe retirar cualquier botella extraña o de diferente tamaño.

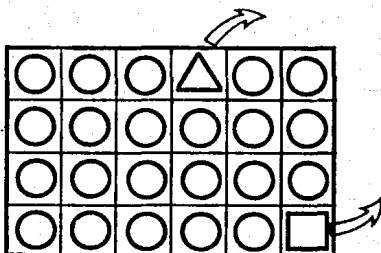


FIGURA II.5.2

Todas las cajas dañadas también deberán ser retiradas.

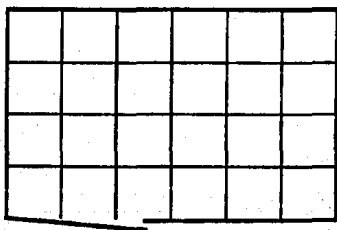


FIGURA II.5.3

Las botellas con defectos no corregibles por la lavadora deben ser retirados. Estos defectos pueden ser por pintura, brea, cemento, grasa, etc. Las botellas que estén tapadas habrá que destaparlas. También, de ser posible se deberán sacar objetos extraños que pudieran estar dentro de las botellas como popotes, cigarrillos, --- etc.

## **SISTEMAS DE DESEMPACADO**

Las siguientes dos formas de desempacado están en función del volúmen de producción:

- + Automático (alto volumen de producción)
- + Manual (bajo volumen de producción)

Actualmente la mayoría de las embotelladoras utilizan el sistema - automático.

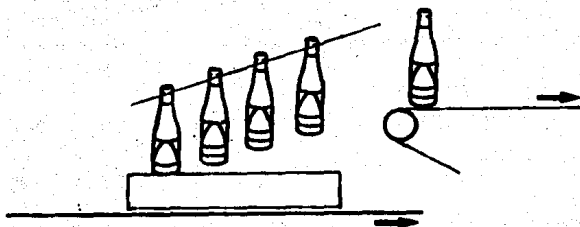
Existen tres tipos de desencajadoras automáticas:

1. De movimiento continuo
2. Tipo universal de movimiento continuo
3. Intermitente o de cajas fijas

El primer tipo de máquina funciona a base de correas. Una serie - de guías hacen que las correas de desencajado presionen sobre -- los cuellos de las botellas un poco abajo del anillo de refuerzo.

A medida que la caja se desplaza horizontalmente a través de la máquina las correas elevan las botellas fuera de las cajas. Cuando las guías separan ligeramente las correas las botellas se colocan suavemente sobre el transportador móvil que las conduce hacia la lavadora. La caja vacía sigue su trayectoria hasta el puesto de encajonado.

FIGURA 11.5.4



La desempacadora tipo universal de movimiento continuo funciona -- prácticamente de igual forma que la descrita anteriormente sólo -- que en vez de correas tiene dedos de agarre, lo cual permite utili -- zar esta máquina para cajas de altura total (cajas que cubren toda la botella).

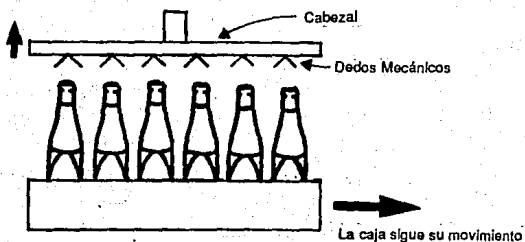


FIGURA II. 5.5

El tercer tipo de desempacadora (intermitente o de cajas fijas) -- funciona igual que el anterior sólo que en este caso, las cajas -- quedan momentáneamente inmóviles sobre el transportador mientras --



las botellas son retiradas. Cuando las cajas se inmovilizan los cabezales de agarre bajan sobre ellas, levantan las botellas y las pasan al transportador de descarga, el cual se inmoviliza cuando las botellas son depositadas, una vez depositadas, el transportador vuelve a ponerse en marcha y las cajas vacías salen de la máquina (los cabezales regresan para repetir el ciclo).

Por último, en plantas con bajo volumen de producción se utiliza el sistema de desencajonado manual, para el cual es conveniente -- que los operarios estén sobre una alfombrilla o plataforma elástica, el lugar debe estar dispuesto de tal forma que se puedan alcanzar las cajas de botellas vacías sin esfuerzo.

## 11.6. SISTEMAS DE TRANSPORTADORES DE BOTELLAS

### DEFINICION

Los sistemas transportadores los podemos definir como aquellos mecanismos capaces de mover las botellas de un punto del proceso a otro, es decir, sirven de conexión entre:

- Desencajonadora y lavadora
- Lavadora y llenadora
- Llenadora y etiquetadora (cuando existe)
- Etiquetadora y encajonadora

### COMPONENTES BASICOS

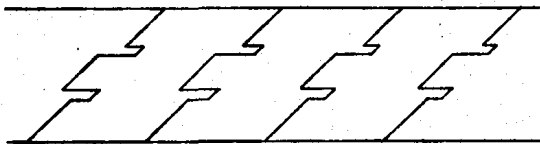
- Cadena
- Bastidor
- Guías de desgaste
- Guías de botellas
- Fuente de energía
- Sistema de lubricación
- Dispositivos especiales:
  - Mesa de acumulación
  - Combinador
  - Divisor de botellas

## TIPOS DE CADENAS

Rodillos: Para altas velocidades o secciones muy largas.



Pernos: Es la más usada en los transportadores ya que es más -- fácil de limpiar, lubricar y mantener.



Los materiales más comúnmente usados son el acero al carbón, acero inoxidable y el plástico.

## BASTIDOR

Es la estructura que sostiene a la cadena. Debe estar hecha de --

acero inoxidable.

### **GUIAS DE DESGASTE**

Son guías de polietileno de alta densidad que van entre la cadena y el bastidor. Tienen por objeto aumentar la vida de ambos. Son reemplazables a bajo costo.



### **GUIAS DE BOTELLAS**

Son perfiles donde se apoyan las botellas en el transportador y -- las dirigen en la dirección adecuada.

Deben ser lisas de acero recubierto con plástico protector (disminuye el ruido y el desgaste). Es importante también que sean ajustables a los diferentes tamaños de botella.

## FUENTE DE ENERGIA

La mas común fuente de energía son los motores eléctricos, los ---  
cuales deben estar protegidos de la humedad.

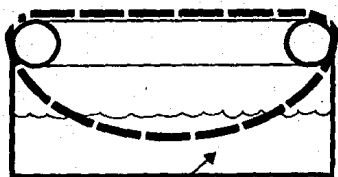
## SISTEMA DE LUBRICACION

Para no forzar el motor, la superficie de la cadena debe estar ---  
siempre húmeda, de esta forma también se reducen los daños en las  
botellas al disminuir la fricción entre éstas y la cadena.

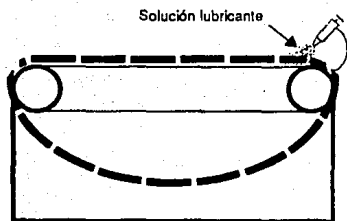
El lubricante debe limpiar y lubricar la cadena simultáneamente --  
por lo que se debe usar un lubricante líquido-jabonoso.

Es conveniente palicar el lubricante en el punto donde empiezan a  
ser cargadas las botellas, puntos de cambio de dirección de las bo  
tellas, y si la cadena es muy larga aplicarlo a lo largo de ella.

Existen dos formas de lubricar las cadenas:



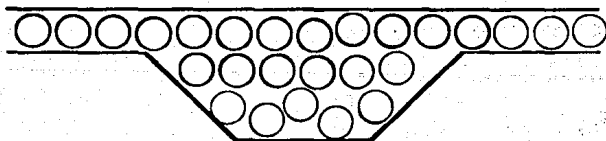
Solución lubricante



### MESA DE ACUMULACION

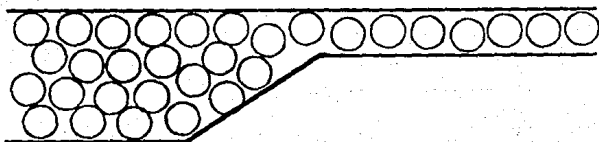
Sirve para que la máquina anterior siga trabajando aunque la máquina siguiente pare.

El control de la acumulación garantiza el flujo uniforme y continuo de las botellas entre cada máquina.



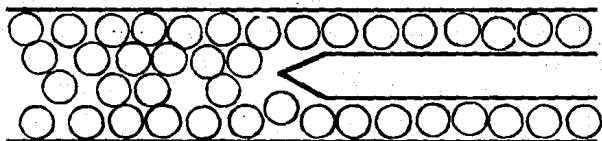
## COMBINADOR

Dispositivo que alinea dos o más hileras de botellas de un sola.



## DIVISOR

Es un dispositivo que aumenta el número de hileras.



## REGLA FUNDAMENTAL

Las botellas deben ser movilizadas a y desde una máquina a velocidad mayor que la velocidad de producción de la máquina.

**RAZONES:**

- 1.- Se garantiza que la máquina reciba un suministro suficiente de botellas.
- 2.- Se asegura que las botellas sean retiradas rápidamente del área de descarga de la máquina.



Los acumuladores deben estar en función de estas velocidades y de los paros calculados de las máquinas.

Los dispositivos de control nos ayudan a regular la velocidad o paro de las máquinas dependiendo de la acumulación de botellas en determinados sitios.



## II.7 LAVADO DE BOTELLAS E INSPECCION

### IMPORTANCIA

Este es uno de los puntos más importantes del proceso productivo. Es quizá el aspecto de calidad que más influye en los consumidores. Hoy en día, con tanta competencia en la industria refresquera, el "buen sabor" no deja de ser una apreciación meramente subjetiva, - en cambio la apariencia del producto por ser algo objetivo causa, en un momento dado más impacto en el consumidor.

Un defectuoso lavado de botellas es una falla crítica que ataca directamente la imagen de la empresa.

### SECCIONES BASICAS EN UNA LAVADORA

Una típica lavadora de botella de compartimientos múltiples consta de las siguientes partes:

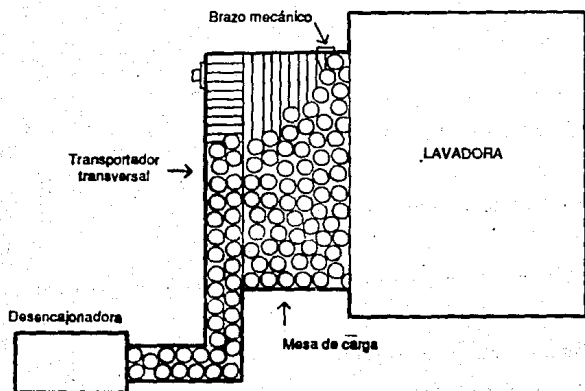
- 1.- Una sección de pre-enjuague
- 2.- Secciones de detergentes cáusticos
- 3.- Secciones de enjuague

### PROCESO DE LAVADO

Una vez preinspeccionadas las botellas, son conducidas por -

medio de un transportador a la mesa de carga o distribución. Se debe depositar un 25% más de botellas de las que la lavadora puede aceptar al cargarla. Para esto es conveniente utilizar un control de acumulación de botellas el cual podría ser un brazo mecánico -- que al accionarse por un exceso de acumulación detenga el transportador transversal impidiendo que sigan llegando más botellas.

FIGURA 11.7.1



Es indispensable tener un operario en el puesto de carga ya que se debe encargar de retirar cualquier botella no lavable o averiada - que haya pasado inadvertida por el puesto de preinspección; debe verificar que la mesa de carga esté suficientemente abastecida de modo que siempre haya suministros de botellas vacías; debe asegurar la distribución uniforme de las botellas al abordar los carriles; tiene que levantar cualquier botella caída en la mesa de carga; debe comprobar que la presión producida por la acumulación de botellas no sea tan fuerte que pueda causar daño a las botellas, y por último debe asegurarse que a todos los portabotellas del carro lavador entren botellas (de lo contrario se reduce la eficiencia).

En la sección de carga las botellas son depositadas automáticamente en los portadores de botella o portabotellas. El diseño de éstos facilita el drenaje y su forma hace alinear las botellas en -- las boquillas. Los portabotellas están alineados en carros que a su vez están conectados por cada extremo a cadenas que los desplazan caprichosamente a través de la lavadora.

Una vez depositados los envases dentro de los portabotellas, éstos son conducidos primeramente a la sección de pre-enjuague. En esta sección se eliminan de las botellas los restos de líquido que hayan quedado y los desechos no adheridos.

Con el objeto de evitar un "choque térmico", que podría ocasionar

la fractura de las botellas, la temperatura del agua de pre-enjuague no debe ser mayor de 25°C que la temperatura normal de las botellas y no debe ser menor de 25°C que la temperatura del primer tanque de sosa cáustica caliente.

Después del pre-enjuague las botellas pasan a una serie de tanques de remojo con cáustica (el número de tanques varía dependiendo de la lavadora). El primer tanque debe tener una temperatura aproximada de 40°C y 1% de concentración de sosa aunque también podría manejarse una concentración del 2.5% para el primer tanque.

La temperatura del segundo tanque no debe ser mayor de 25°C que la del primero así que se recomienda una temperatura de 60°C y concentración del 3%. El tiempo de contacto en este tanque debe ser mayor ya que aquí aparte de remover cualquier tipo de suciedad, se esterilizan las botellas.

Después del segundo tanque, dependiendo del diseño de la lavadora, las botellas siguen pasando a través de tanques de remojo ya con una concentración y temperatura menores a la del segundo tanque, no olvidando que no debe haber una diferencia de temperaturas mayor a 25°C.

Finalmente pasan por una sección de enjuague con agua fresca que elimina la sosa cáustica y enfría las botellas antes de llenarlas.

El enjuague final se hace a base de chorros a presión. La presión debe estar entre 2.8 y 4.5 Kg/cm<sup>2</sup>, una presión excesiva puede ocasionar problemas.

Mientras pasan a la sección de descarga las botellas se van escurriendo y unas guías las voltean poco a poco a posición horizontal entonces las botellas caen hasta los dedos expulsores que las depositan en la mesa de descarga.

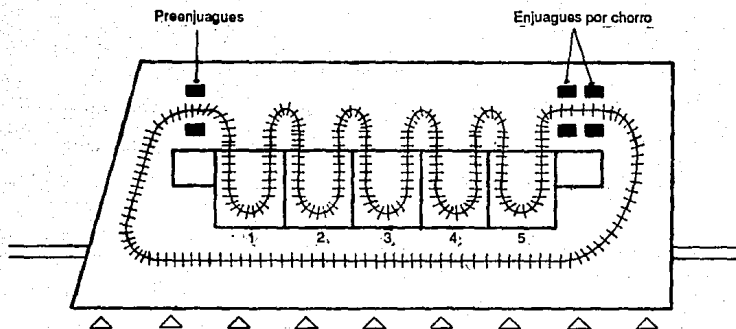
### ESPECIFICACIONES DE UNA LAVADORA TIPICA

La capacidad máxima de una línea está determinada en este caso, por la capacidad de la lavadora. Dicha capacidad varía dependiendo el modelo pero podemos decir que en promedio puede lavar hasta 400 botellas por minuto.

Una lavadora típica de 5 tanques presenta las siguientes especificaciones:

No. Tanque	Temperatura	% Concentrado Sosa
1	43°C	1
2	60°C	3
3	70°C	2.5
4	58°C	1
5	35°C	1

FIGURA 11.7.2



El agua utilizada para los enjuagues finales es proveniente del Departamento de Recuperación de Aguas. Al enjuagarse las botellas, el agua escurre hacia unos tanques de depósito, de donde una parte es bombeada hacia la sección de pre-enjuague y otra es devuelta al Departamento de Recuperación.

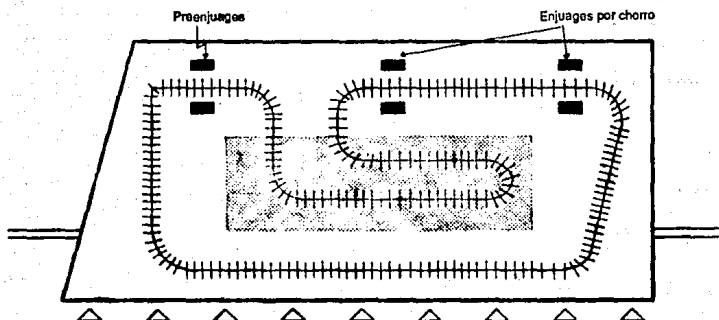
El tanque uno debe lavarse por lo menos una vez a la semana y los tanques 4 y 5 cada tercer día.

Los tanques de cáustica (2 y 3) deben limpiarse y cargarse cada -- 200 horas-máquina, aunque pueden durar mucho más tiempo ya que depende de la suciedad de las botellas.

Las secciones de enjuague y pre-enjuague deben ser limpiadas a --- diario y saneadas semanalmente con agua clorada (50 ml/lt) durante cinco a diez minutos en las boquillas y 30 minutos en los tanques.

No todas las lavadoras presentan este esquema de cinco tanques, -- hay otras también muy utilizadas que constan de un sólo tanque --- grande de cáustica:

FIGURA 11.7.3



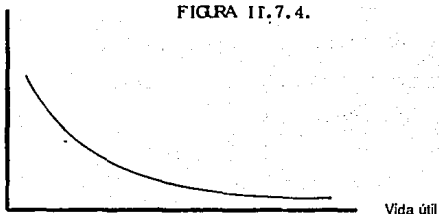
Este único tanque deberá mantenerse a una temperatura de 60°C y -- una concentración de sosa de 2.5%. La primera sección del enjua-- que final deberá tener una temperatura menor a los 35°C. El agua que se utiliza en esta sección es tomada de los tanques laterales de depósito que recolectan el agua que escurre del último enjuague. Parte de esta agua es enviada al Departamento de Recuperación.

Independientemente del tipo de lavadora que se utilice se debe tener especial cuidado en la vida útil de la solución cáustica.

Solución de  
sosa cáustica

Capacidad  
limpiadora

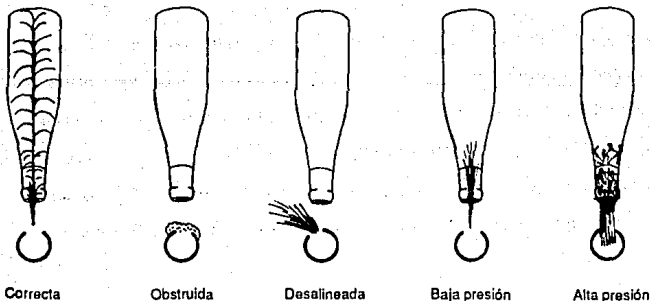
FIGURA II.7.4.



Cuando la solución de cáustica deja sedimentos significa que está pasada y que debe ser reemplazada.

Otra cosa importantísima es la presión y alineación de las boquillas de enjuague por lo que deben limpiarse y alinearse diariamente.

FIGURA II.7.5





Cuando el enjuague es deficiente es muy probable que queden restos de materia orgánica dentro de las botellas. Para verificar esto basta agregar azul de metileno a las paredes internas de la botella y si hay presencia de materia orgánica ésta será manchada por la sustancia. La sosa cáustica mata los hongos pero muchas veces éstos no se desprenden sino hasta el enjuague final.

## INSPECCION DE BOTELLAS

Durante el proceso de lavado se debe estar verificando constantemente las temperaturas de los tanques así como las concentraciones de cáustica. Es necesario también checar la presencia de carbonatos. Después de que las botellas han pasado por toda la lavadora se realiza una prueba de arrastre de sosa para verificar que toda la cáustica haya sido eliminada en el enjuague final (La explicación de todas estas pruebas están contenidas dentro del capítulo de Control de Calidad).

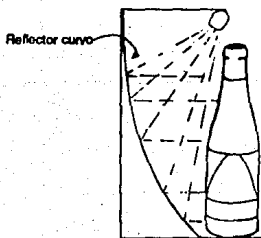
Además de las pruebas de Control de Calidad, es necesario hacer una inspección visual a todas las botellas que salen de la lavadora. Para esto es conveniente tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El inspector debe tener:
  - Reflejos Rápidos (decisión inmediata)
  - Capacidad de concentración

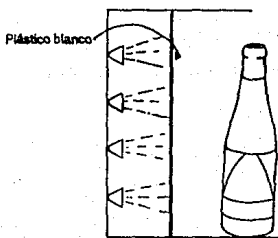
- Excelente Vista

- El puesto de inspección debe estar diseñado de tal forma --  
que:

- Sea lo suficientemente amplio para retirar las botellas insatisfactorias
- Haya una adecuada iluminación (no debe de haber brillos y sombras).

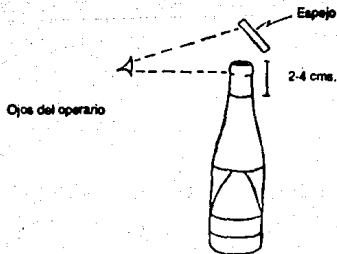


Luz reflejada

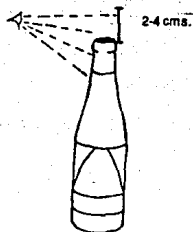


Luz indirecta

Es recomendable el siguiente nivel de visión:

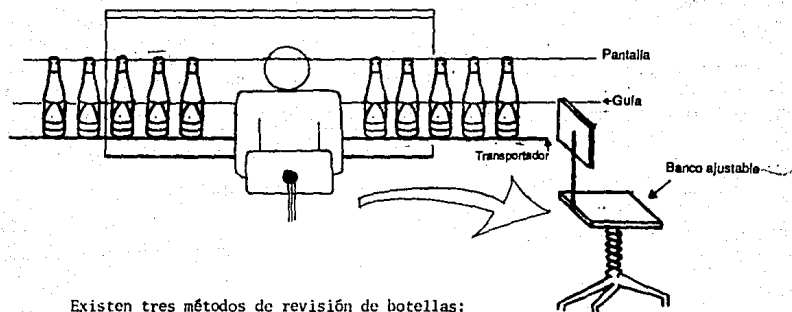


Con espejo

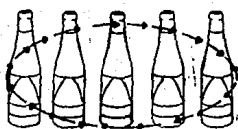


Sin espejo

Para tener el nivel de visión adecuado resulta indispensable que --  
el banco del inspector sea de altura ajustable.



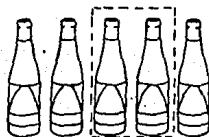
Existen tres métodos de revisión de botellas:



Circular



Individual



Por areas

Para obtener una adecuada inspección es necesario rotar a los ---- inspectores cada treinta minutos ya que este trabajo implica un -- enorme esfuerzo visual.

Existen dispositivos electrónicos de inspección pero no desplazan al ojo humano ya que detectan desechos pero no óxidos ni rajadu--- ras.

Las botellas pueden ser retiradas del transportador por varias cau sas. Si tienen residuos de líquido, suciedad o desechos simplemen te se retira, se lava a mano y se regresa a la lavadora, pero si - la botella está rota, picada, rajada o muy desgastada ya no podrá volversa a usar.

## II.8 UNIDAD PROPORCIONADORA

### FUNCION

Mezclar el jarabe terminado y el agua tratada en las proporciones adecuadas.

### ANTECEDENTES

Anteriormente se agragaba la cantidad de jarabe terminado necesario a las botellas y después éstas pasaban a la llenadora y se --- completaban con el agua carbonatada, pero como el jarabe es más -- denso se quedaba abajo, así que era necesario mezclar el contenido volteando las botellas ya tapadas.

Las necesidades de producción aumentaron y fue necesario crear un sistema de pre-mezclado (pre-mix) capaz de proporcionar producto - terminado directamente a la llenadora.

### SISTEMAS PROPORCIONADORES BASICOS

Existen actualmente cuatro sistemas o formas diferentes de hacer - pre-mezcla:

- 1.- De bomba dosificadora
- 2.- De alimentación por gravedad

3.- De medición electrónica de control de flujo

4.- De medición de inyección de flujo

Explicaremos brevemente cada uno de los cuatro sistemas aunque el más común es el de alimentación por gravedad.

### **SISTEMA DE BOMBA DOSIFICADORA**

Existen dos bombas separadas que impulsan el jarabe terminado y el agua hacia unos mezcladores interconectados por engranes diferenciales que controlan el ritmo de flujo. Los engranes se combinan cada vez que se requiere una nueva relación agua-jarabe.

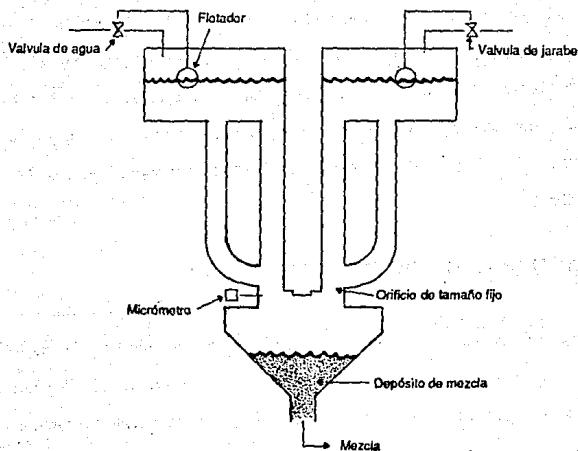
Otra forma es tener dos bombas conectadas a un mismo motor. Ambas bombas son ajustables a la proporción agua-jarabe que se necesite. Esto se hace variando la longitud de la carrera del émbolo.

### **SISTEMA DE ALIMENTACION POR GRAVEDAD**

Este sistema se basa en el siguiente principio: "Si la altura de un líquido sobre un orificio fijo se mantiene constante, el líquido fluirá a ritmo constante".

El esquema básico de una unidad proporcionadora de este tipo se muestra a continuación:

FIGURA II.8.1



La altura requerida se mantiene a través de válvulas controladas por flotadores. El depósito de mezcla tiene dos funciones: hacer una mezcla parcial, y asegurar un suministro permanente de producto a la bomba centrífuga de mezcla, la cual a su vez alimenta al carbón natador.

El tornillo micrométrico sirve para establecer la exacta relación agua-jarabe.

## SISTEMA DE MEDICION ELECTRONICA DE CONTROL DE FLUJO

En este sistema se utilizan dos medidores de flujo. El flujo al pasar por dichos medidores produce ciertas señales eléctricas que son amplificadas, comparadas y balanceadas en una unidad de control que regula una válvula neumática que a su vez controla el flujo de jarabe terminado hacia el flujo de agua estableciendo la adecuada proporción.

## SISTEMA DE MEDICION DE INYECCION DE FLUJO

Esta forma se base en el efecto "venturi" para proporcionar y mezclar: El agua al fluir a un ritmo permanente por un orificio crea una presión negativa o efecto de vacío, el cual succiona el jarabe del orificio a un ritmo constante.

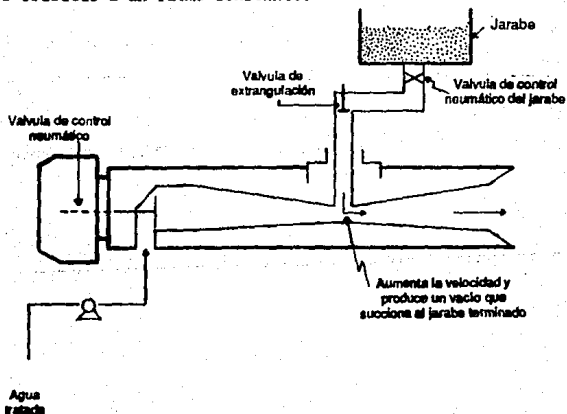


FIGURA 11. 8.2



La válvula de estrangulación está dotada de un mecanismo medidor -- que regula el orificio y por lo tanto la relación agua-jarabe.

Cualquiera que fuese el sistema utilizado para mezclar el jarabe -- terminado y el agua tratada se debe tener mucho cuidado con el sistema eléctrico ya que el producto es un buen conductor de la electricidad.

## 11.9 CARBONATACION

### CO<sub>2</sub> Y SU PROCESO DE FABRICACION

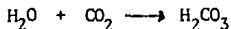
Antes de empezar a tratar el proceso de carbonatación es conveniente hablar un poco de esta singular materia prima (CO<sub>2</sub>).

#### PROPIEDADES

El gas carbónico es relativamente inactivo, incoloro, inodoro y tiene un ligero sabor ácido.

A bajas temperaturas y alta presión el gas carbónico puede ser solidificado o licuado (esto facilita su transportación).

Es fácilmente soluble en agua. Produce una solución débilmente acidificada no corrosiva de ácido carbónico.



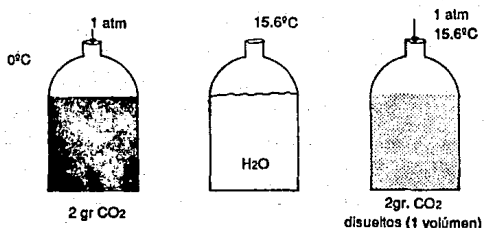
La unidad que se maneja para medir la cantidad de gas carbónico disuelta en el agua es el llamado "volumen".

A 0°C y una atmósfera de presión, un litro de gas carbónico pesa -- aproximadamente dos gramos. Estos dos gramos se disuelven en un li

tro de agua a 15.6°C y obtenemos "un volumen" de carbonatación.

Decimos así que una bebida de 6 gramos de gas carbónico por litro tiene una carbonatación de cerca de 3 volúmenes.

FIGURA 11.9.1



## FUENTES

El  $\text{CO}_2$  puede provenir de cualquiera de las siguientes fuentes:

- Pozos
- Proceso de fermentación de plantas industriales que utilizan cereales para la fabricación de cerveza, bebidas destiladas o alcohol industrial.
- Subproducto de la fabricación de la cal.
- Subproducto de la fabricación de amoníaco o hidrógeno.
- Cualquier combustible fósil (gas natural, aceite diesel) - produce gas carbónico.

## MANEJO EN LA PLANTA EMBOTELLADORA

Existen cuatro formas de manejar el gas carbónico dentro de una planta:

### 1.- Cilindros de alta presión.

Se conectan varios de éstos a un distribuidor común. Cada cilindro de 22.7 kg. carbonatará 50 cajas de producto/hora a 21°C con un flujo promedio de 1.8 Kg/hr.

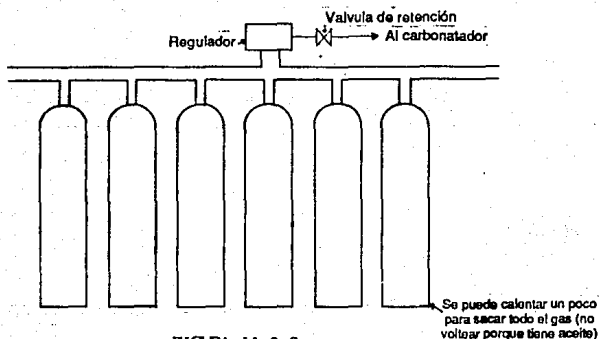


FIGURA 11.9.2

Los tanques los podemos calentar un poco para sacar todo el gas pero nunca hay que voltearlos porque tienen aceite adentro. La válvula de retención no permite que se regrese el gas.

### 2.- Convertidores de alta presión (de hielo seco).

Son conocidos con el nombre de licuefactores. Son ci--

lindros que se llenan de hielo seco, el cual, al ir aumentando la presión se convierte en gas.

### 3.- Convertidores de baja presión (de hielo seco).

Son recipientes aislados provistos de sistemas de calentamiento y enfriamiento para gasificar el hielo seco (el hielo seco tiene una temperatura igual a  $75^{\circ}\text{C}$  bajo cero).

### 4.- Depósitos de líquidos de baja presión.

Es el sistema más utilizado en la mayoría de las plantas. El gas carbónico líquido se deposita en tanques de 2 a 50 toneladas a una presión de  $23 \text{ Kg/cm}^2$  y una temperatura de  $18^{\circ}\text{C}$  bajo cero. Están provistos de sistemas de calentamiento y enfriamiento controlados termostáticamente.

Las tuberías no deben usarse de hierro fundido porque al congelarse se torna quebradizo.

## DESAERACION Y CARBONATACION

Como habíamos visto, la carbonatación se mide en "volúmenes" (cantidad de gas carbónico disuelto en la bebida). Para lograr una cantidad uniforme de gas se requiere extraer el contenido de aire presente en el agua. Esto es lo que conocemos como desaeración. Es muy importante ya que el agua libre de aire absorbe mejor el -

CO<sub>2</sub> y evita espuma en la llenadora.

## SISTEMAS DE DESAERACION

- A. Desaeración al vacío
- B. Desaeración por reflujo

### A. DESAERACION AL VACIO

En este tipo de sistema, el aire es extraído al pasar el agua a través de una cámara de vacío.

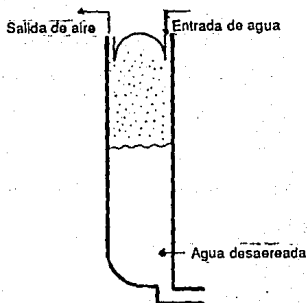


FIGURA 11.9.3

Existen tres tipos de desaeradores al vacío:

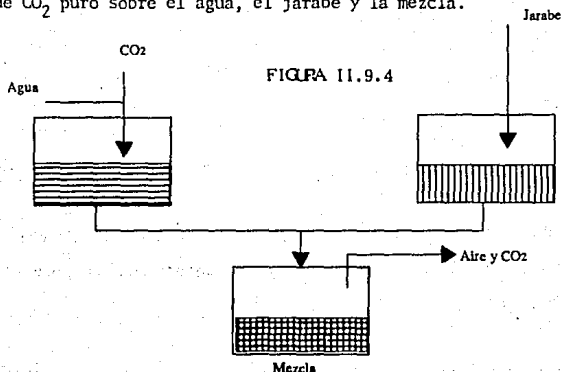
- 1.- Tipo columna rellena: El agua pasa por anillos de porcelana que provocan un mayor contacto con el vacío.
- 2.- Tipo rociador: Unas boquillas atomizan el agua en miles de gotas, aumentando la superficie de agua en contacto con el va-

cfo.

3.- Tipo placas: Un conjunto de placas distribuyen el agua en capas muy delgadas que dan mayor superficie de contacto con el vacío.

#### B. DESAERACION POR REFLUJO.

El aire es reemplazado por el  $\text{CO}_2$  mediante la colocación de una capa de  $\text{CO}_2$  puro sobre el agua, el jarabe y la mezcla.

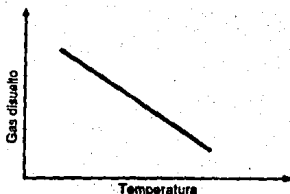
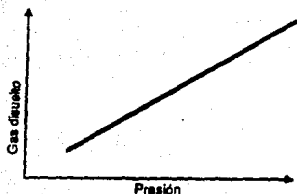


Los principios de carbonatación y desgasificación están basados en dos leyes físicas muy sencillas:

**Ley de Solución:** La cantidad de gas disuelto en un líquido es proporcional a la presión parcial del gas que entra en contacto con el líquido y depende de la temperatura del líquido.

**Ley de la Presión Parcial:** La presión que un determinado gas de una mezcla ejerce es proporcional al porcentaje de gas en dicha mezcla.

Con base a estas leyes tenemos dos formas de aumentar o disminuir la cantidad de gas disuelto en un líquido:



Generalmente la carbonatación se logra como lo muestra la segunda gráfica, es decir, manteniendo la presión constante pero bajando la temperatura.

Es conveniente realizar la carbonatación a bajas presiones y temperaturas.

Cuando el líquido ha absorbido la cantidad de gas que puede retener a determinadas presión y temperatura se dice que está saturado.



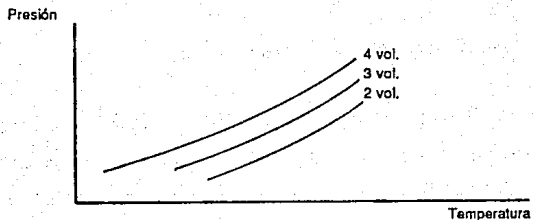


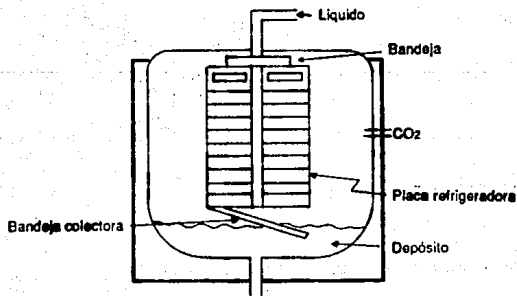
FIGURA 11. 9.5  
CLASES DE CARBONATADORES

- 1.- Carbonatador de placas.
- 2.- Carbonatador de inyección de gas carbónico.
- 3.- Cámara de rocío.

### 1.- CARBONATADOR DE PLACAS.

Se utiliza cuando se requiere el enfriamiento del líquido durante el proceso de carbonatación.

FIGURA 11.9.6.



## 2.- CARBONATADOR DE INYECCION DE GAS.

La mezcla de agua y jarabé se combina con el gas mediante fuerte agitación (con un inyector tipo venturi). La mezcla va a un tanque donde se mantiene una cierta presión de  $\text{CO}_2$  que estabiliza la carbonatación.

A veces es necesario bajar la Temperatura de la mezcla antes de que llegue al inyector. En lugar de inyector se pueden usar placas que revuelvan el  $\text{CO}_2$  y la mezcla.

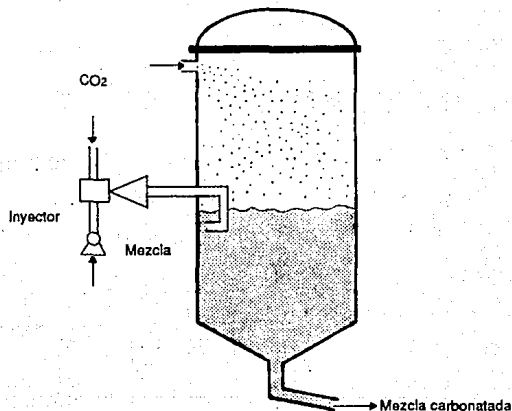
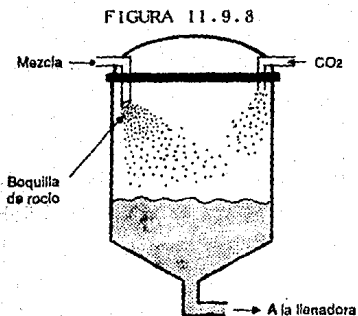


FIGURA 11.9.7

## 3.- CARBONATADOR DE CAMARA DE ROCIO

La mezcla es atomizada por una boquilla en miles de gotas que ab-

sorben el  $\text{CO}_2$ , el cual está a una presión determinada.



Como se puede ver, una vez que hemos llegado a la temperatura de ebullición, ésta permanece constante hasta que el proceso de vaporización se haya consumido.

El proceso puede ser invertido si se recoge el vapor de agua y se le retira el calor usado en la vaporización. Esto es lo que conocemos como condensación.

Entonces pues, vaporización y condensación son dos conceptos claves para entender adecuadamente un sistema de refrigeración.

Otra ley física importante dice que la temperatura de vaporización varía en proporción directa a la presión. Esto es, cuando -

la presión disminuye se requiere de una muy baja temperatura para vaporizar el líquido.

Se verá la aplicación de estos conceptos al momento de explicar el proceso de refrigeración.

No cualquier líquido puede ser utilizado como refrigerante, se requiere de un líquido "volátil". Este tipo de líquidos pueden ser fácilmente transformados de líquido a gas o de gas a líquido.

## COMPONENTES DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION

Los componentes básicos de cualquier sistema de refrigeración son los siguientes:

- 1.- Evaporador
- 2.- Compresor
- 3.- Condensador
- 4.- Recibidor

### 1.- EVAPORADOR:

Es aquí donde es vaporizado el refrigerante y como consecuencia el producto o el agua será enfriado.

Existen tres tipos de evaporadores:

a.- De serpentines: El refrigerante fluye a través de un serpentín totalmente sumergido en el producto a enfriar.

b.- De casco y tubos: el líquido que va a ser enfriado pasa por dentro de los tubos y el refrigerante alrededor de ellos.

c.- De placas: El refrigerante circula por placas y el producto fluye por el exterior de las placas.

## 2.- COMPRESOR

El gas refrigerado de baja presión es convertido en gas de alta presión (como consecuencia se eleva su temperatura).

El compresor más usual en bebidas es el llamado "compresor alternativo". Esta formado por un cigueñal con dos o más pistones de tipo vertical y alta velocidad.

La compresión aumenta un 25% el calor total, el cual también es eliminado por el condensador.

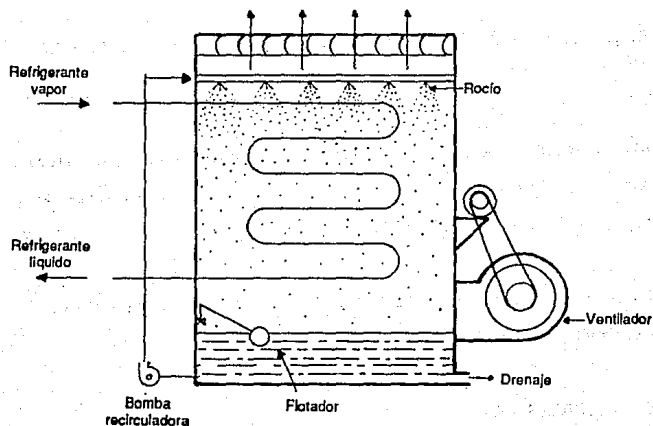
## 3.- CONDENSADOR

El gas a alta presión y temperatura es convertido en líquido a alta presión.

El más eficiente y de mayor uso es el condensador evaporativo, el

cual generalmente se instala en el techo de la planta. Básicamente consta de una torre de enfriamiento con un serpentín de condensación. Una bomba succiona agua y la impulsa a través de unas boquillas pulverizadoras a las bobinas de condensación, el agua que gotea de las bobinas es nuevamente bombeada a las boquillas. Un ventilador sopla hacia el agua rociada. El agua que se pierde -- por vaporización se debe completar inmediatamente.

FIGURA II. 9.9



#### 4. - RECIBIDOR

Es un depósito para almacenar el líquido refrigerante. Puede ser un tanque horizontal o vertical, el cual se va a llenar a una

tercera parte de su capacidad.

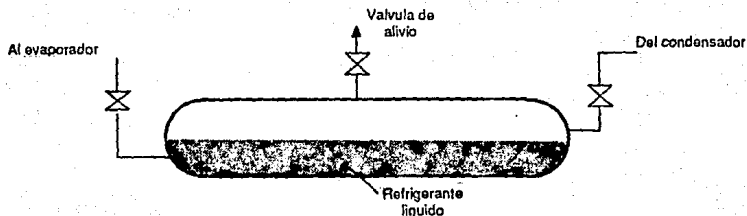


FIGURA 11.9.10

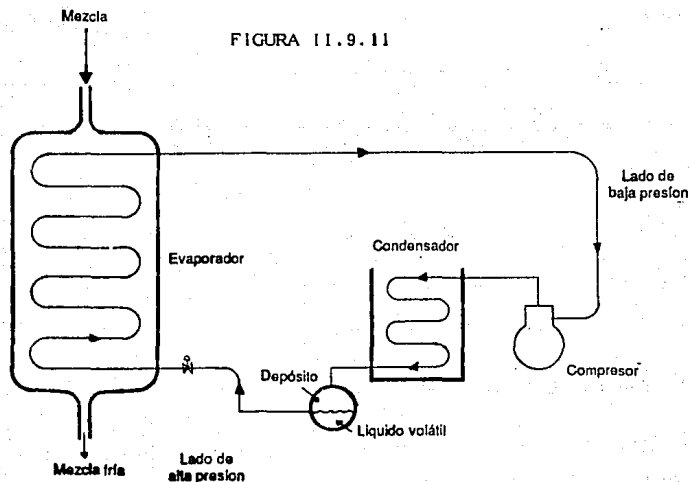
En caso de exceso de presión se abre la válvula de alivio y se libera el vapor refrigerante a la atmósfera.

#### PROCESO DE REFRIGERACION

El líquido refrigerante de alta presión es liberado del depósito o recipiente al evaporador por medio de un mecanismo que baja su presión. A medida que la presión cae, la temperatura existente en las bobinas es suficiente para vaporizar el refrigerante, por lo que éste absorbe el calor del producto que rodea al serpentín. Este calor absorbido es el llamado calor latente de vaporización.

Del evaporador el vapor refrigerante fluye hacia el compresor -- donde es comprimido y luego bombeado al condensador.

En el condensador se licúa el refrigerante (pasa de vapor a líquido) con agua fría. Entonces el líquido presurizado y condensado va al depósito (recibidor) y de ahí al evaporador nuevamente.



El refrigerante no se pierde, se utiliza en un ciclo cerrado.

### TIPOS DE REFRIGERANTES

El amoníaco fue la primera sustancia utilizada y es, a la fecha, el más común refrigerante usado en una planta embotelladora.

Existen otros refrigerantes de material sintético, los llamados



halocarburos R12 (Freón 12) y R22 (Freón 22). No son inflamables, son poco tóxicos e incoloros. Son altamente solubles en aceite y deben usarse empaquetaduras sintéticas ya que disuelven la goma natural.

Por otra parte, el amoniaco presenta las siguientes características:

- Es fácil de obtener.
- Tiene un costo relativamente bajo.
- Es fácil de manejar.
- Se pueden utilizar materiales ferrosos.
- El aceite o agua en pocas cantidades no afectan su acción.
- Produce corrosión en el cobre y bronce (no usar estos materiales).
- Su penetrante olor permite detectar fugas.
- El papel "tornasol" humedecido se torna azul en caso de -- presencia de amoniaco.

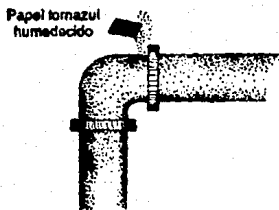


FIGURA 11.9.12

- Un mal sabor en las bebidas permite reconocer fugas en el evaporador (dentro del carbonatador).

## 11.10 LLENADO DE BOTELLAS

Es aquí donde se conjunta el trabajo elaborado en todo y cada uno de los procesos anteriormente mencionados ya que para pasar al proceso de llenado se requiere de una mezcla perfectamente proporcionada, refrigerada y carbonatada, así como botellas lavadas y aprobadas.

Es la acumulación de todo un esfuerzo y por lo tanto merece especial cuidado y atención.

### METODO DE LLENADO

Existen dos métodos, aunque uno de ellos prácticamente ya no se usa. Este es el método de "2 pasos", el cual consiste (o consistía) en agregar jarabe terminado a las botellas y después completarlas con agua carbonatada. Esta forma de llenado requiere de voltear todas las botellas para lograr homogeneizar el color y sabor de las bebidas.

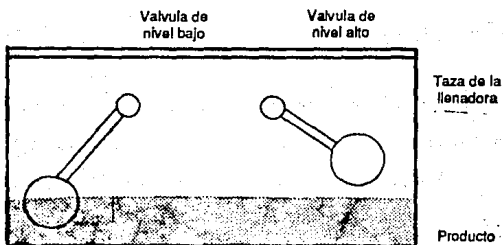
Actualmente la mayoría de las empresas embotelladoras han optado por el segundo método llamado "proceso de mezcla" en el cual las botellas se llenan directamente con producto terminado. Por ser más usual enfocaremos nuestra atención en este método:

El producto debe llegar a la llenadora por varias líneas a una temperatura de 2°C. La tubería debe ser de acero inoxidable.

La taza de la llenadora debe estar presurizada con gas carbónico o en su defecto con aire.

El nivel de producto en la taza debe ser siempre uniforme y constante. Esto se logra mediante el uso de dos flotadores, uno para controlar el nivel alto y otro para controlar el nivel bajo.

FIGURA 11.10.1



Un nivel alto en la taza provocará que la mezcla baje con mayor velocidad provocando espuma al momento de llenar las botellas, y un nivel bajo disminuye la intensidad del flujo hacia las botellas ocasionando niveles bajos de llenado.

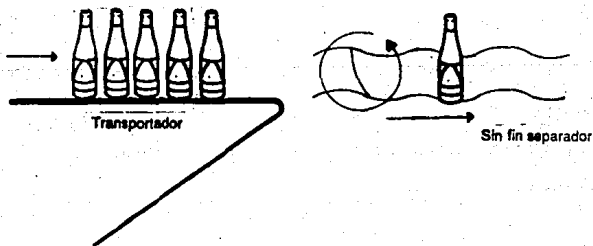
Cuando el nivel es demasiado bajo se abre la válvula del gas car-

bónico (o aire) liberándolo y por consecuencia baja la presión en la taza. Cuando la presión desciende por debajo de la presión -- que existe en el carbonatador aumenta el flujo de producto hacia la llenadora. Análogamente cuando el nivel es demasiado alto se abre la válvula que aumenta la presión de gas en la taza impidiendo que siga el flujo de producto.

Hasta aquí hemos analizado como debe entrar el producto a la llenadora proveniente del carbonatador. Ahora veamos como debe llegar el envase limpio proveniente de la lavadora.

El transportador de botella deposita los envases en un "sinfin" - de entrada a la llenadora, el cual es un dispositivo que consta de varios segmentos que separan adecuadamente las botellas de modo que solo una a la vez alcance la abertura de la "estrella" de entrada a la llenadora.

FIGURA 11.10.2



La estrella desplaza las botellas a las plataformas de las válvulas de llenado. Es muy importante una perfecta sincronización entre el sinfin, la estrella y las plataformas.

Las botellas quedan perfectamente aseguradas en las plataformas, las cuales se encargan de subir los envases a las válvulas de llenado y bajarlas una vez llenos. Dichas plataformas son accionadas por pistones neumáticos.

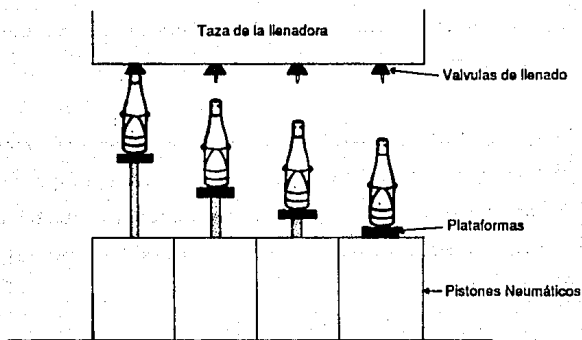
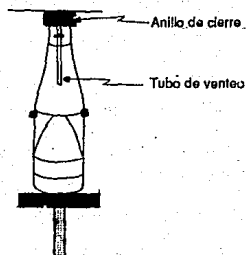


FIGURA 11.10.3

El tubo de venteo de la válvula entra en las botellas y la presión de la plataforma sella la botella a la válvula mediante el anillo de cierre.

FIGURA II.10.4



Una vez cargada la taza con producto y las plataformas con botellas podemos empezar con el proceso de llenado, el cual consiste en cuatro pasos fundamentales:

1.- Contrapresionar las botellas:

Es la transferencia de gas de la taza de la llenadora a la botella. Esto iguala la presión entre las dos permitiendo que el producto fluya por gravedad.

2.- Llenar con el producto carbonatado:

Unos deflectores dirigen el flujo contra los lados de la botella reduciendo con ésto la agitación y formación de espuma. A medida que entra el líquido va desplazando el gas de contrapresión hacia la cabeza de la llenadora por unos orificios en el tubo de venteo.

3.- Controlar el nivel de llenado:

Los orificios en el tubo de venteo están hechos de forma que

se tapan en el nivel deseado impidiendo que siga saliendo el gas y por lo tanto aumenta la presión en la cabeza de la botella impidiendo el flujo del producto. Luego un brazo mecánico acciona la mariposa que cierra la válvula de llenado.

#### 4.- Aliviar la presión:

Una leva fija abre la válvula de alivio que libera la presión atmosférica.

Cuando el proceso de llenado se ha completado, las plataformas bajan las botellas y una estrella de descarga deposita las botellas en la coronadora.

Se debe verificar el nivel de llenado. Para esto se usa un "calibre" que mide la distancia entre la parte superior de la corona y el nivel de llenado. También se debe verificar el sabor, color, acidez, brix y carbonatación. Todas estas pruebas se detallan claramente en el capítulo de Control de Calidad.

Por otra parte, el proceso de llenado puede presentar los siguientes problemas:

Problema	Causas
Llenado alto	- El orificio del tubo de ven-



## Problema

## Causas

teo demasiado alto. Esto ocurre cuando alguna botella no - alineada lo empuja hacia arriba.

- Fugas de gas de contrapre--- sión por ajuste defectuoso (daños en el anillo de cierre o - en las botellas).

## Llenado bajo

- Flujo de producto interrumpi do por obstrucciones en el tubo (o tubo doblado).

- Debilidad de un resorte abri dor de válvula.

- Desalineación de botellas.

## Espuma

- Defectuoso lavado de botella

- Problemas en la válvula de - alivio.

- Indebidamente enfriado el -- producto.

- El deflector no dirige el -- flujo a las paredes.

## Problema

## Causas

- Defectuoso tratamiento de --  
agua.
- Sobrecarbonatación.

## 11.11 TAPADO DE BOTELLAS

### DEFINICION

Esta operación es lo que conocemos con el nombre de coronado, que es el sellado hermético de las botellas, para lo cual se ha sustituido la corcholata por la plastitapa.

Anteriormente el equipo coronador se instalaba separado de la llenadora pero ahora se adapta sobre la misma.

### ELEMENTOS DEL EQUIPO CORONADOR

#### a).- Tolva de coronas:

Es un depósito que suministra las coronas al selector y debe permanecer cerrado todo el tiempo. Las tapas coronas pasan al disco selector mediante unos desviadores situados en la parte inferior del frente de la tolva. Estos regulan el flujo de coronas y reducen daños. El disco selector ayuda a transferir las coronas en la posición correcta al conducto.

#### b).- Conducto de coronas:

Alimenta de tapas a las plataformas de coronado. Cuando alguna tapa llega invertida normalmente es expulsada por un orificio y pasa a un depósito. El conducto debe estar situado en lí-

nea y ligeramente más arriba de la abertura de la plataforma.

Las coronas son impulsadas a través de un chorro de aire, y un dedo posicionador las coloca sobre las plataformas.

c).- Cabezales de coronado:

El coronado empieza cuando la botella y la corona están bajo el cabezal de coronado, el cual funciona como pistón accionado -- por una leva. Al terminar el proceso de doblado, la leva levanta el pistón y la coronadora sigue rotando. Un dispositivo llamado "garganta" se encarga de doblar las coronas alrededor de la cabeza de la botella.

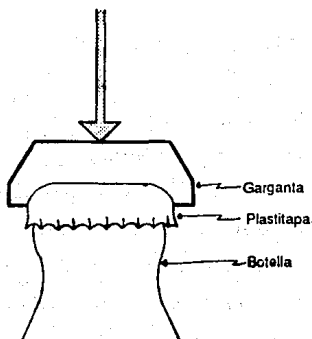


FIGURA 11.11.1

La coronadora debe parar automáticamente al faltar coronas en la plataforma.

## TIPOS DE CORONAS

Existen tres tipos de tapas, las cuales podemos distinguirlas por su 'altura':

a).- Regulares: Son las conocidas con el nombre de corcho latas, pero ya casi no se usan.

b).- Intermedias: Son las más usadas, tienen un costo menor y un coronado más durable. En lugar de corcho tienen plástico, - por lo que se denominan plastitapas.

c).- De falda corta: Requiere aún menos metal pero apenas cubre el anillo de cierre.

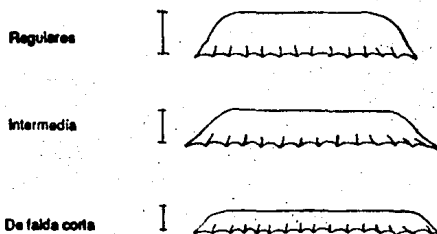


FIGURA 11.11.2

## PROBLEMAS EN EL CORONADO

Un coronador mal ajustado puede ocasionar que la tapa quede -- muy apretada o muy floja. Si la corona queda excesivamente apre-

tada puede romper las botellas, y si el coronado es muy flojo --- provoca fugas de gas carbónico.

Antes de comenzar la producción se deben ajustar todos los cabezas les de coronado.

Para medir que tan apretadas quedan las coronas se utiliza un calibre "pasa no pasa" como se explica ampliamente en el capítulo - Control de Calidad.

FIGURA II.11.3

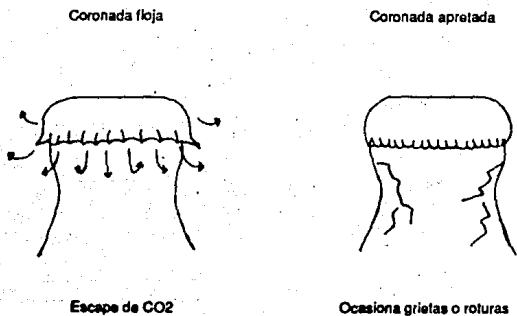
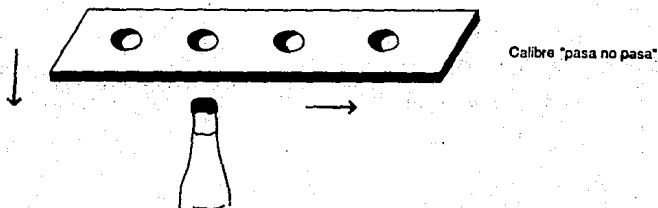


FIGURA II.11.4



A continuación se muestra un esquema de una coronadora, la cual debe estar situada inmediatamente después de la llenadora.

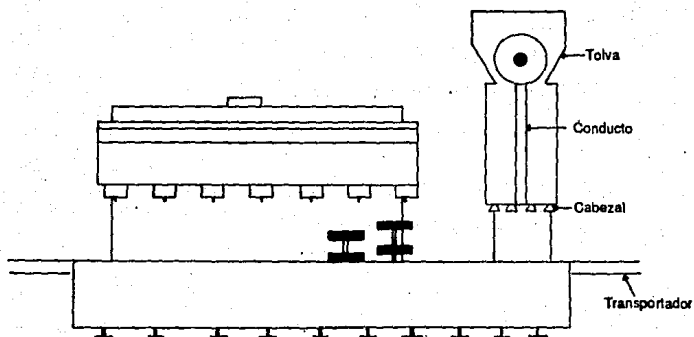


FIGURA 11.11.5

### INSPECCION DE ENVASE LLENO

Como se señaló en el flujograma del proceso, debe haber un puesto de inspección a la salida de la llenadora.. Dicho puesto debe cubrir los mismos requerimientos que el que se encuentra después de la lavadora (Ver lavado de botellas e inspección).

En este caso se debe revisar no solo la botella, sino también la -  
tapa y el contenido.

Los controles más usuales son:

- Correcto nivel de llenado.
- Detección de objetos extraños.
- Plastitapa correctamente aplicada.

La presencia de burbujas subiendo en el refresco indica:

- a).- Escape en el sello.
- b).- Boca despostillada.
- c).- Suciedad.

En el departamento de Control de Calidad, como se verá más adelante, debe verificar color, olor, sabor, brix, volumen, acidez y --  
carbonatación.



## 11.12 EMPACADO

### SISTEMAS DE EMPACADO (O ENCAJONADO)

En plantas con bajos niveles de producción el empaquetado se hace manualmente pero la mayoría de las empresas embotelladoras utilizan el método de encajonamiento automático por caída libre. En este sistema las cajas y las botellas entran simultáneamente a la máquina. Las botellas van llenando unas líneas individuales que las conducen a una rejilla posicionadora ubicada en la sección de carga que está por encima de la caja. Una vez que la caja está en la posición correcta, una plataforma neumática la sube y automáticamente se acciona la rejilla para que deje caer las botellas.

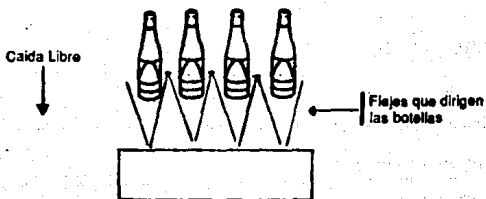
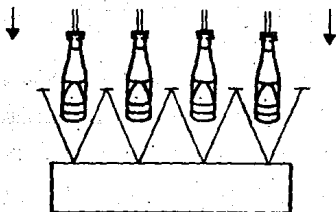


FIGURA 11.12.1.

Existen también, los sistemas de "caída acompañada", los cuales amortiguan la caída de las botellas pero son más lentos.

FIGURA 11.12.2



Unas boquillas bajan lentamente las botellas

En cualquier velocidad de la encajonadora deberá ser un 30% más rápida que la velocidad de la llenadora. De esta forma se reducen las paradas de la llenadora ocasionadas por la acumulación de botellas.

#### PRECAUCIONES DEL OPERARIO

- a).- Debe asegurar que la encajonadora esté ajustada al tamaño correcto de la botella.
- b).- Revisar que el contador de cajas llenas esté en ceros.
- c).- Verificar que haya suficiente lubricante en los transportadores.
- d).- Revisar que el suministro de aire sea el adecuado (para el pistón neumático).
- e).- Inspeccionar las cajas para desechar las defectuosas.

f).- Se debe tener un lote de producto terminado para completar las posibles cajas que pudieran quedar incompletas.

## II. 13 PALETIZADO

### SISTEMAS DE PALETIZADO

Así como las botellas vacías, en la mayoría de las plantas las botellas llenas se almacenan en palets. (tarimas).

Los sistemas paletizadores son muy parecidos a los sistemas despalletizadores que vimos anteriormente, solo que ahora se realiza la función inversa.

Entonces pues, tenemos tres tipos de sistemas:

#### A.- Sistemas Automáticos:

Las cajas del transportador se distribuyen automáticamente en capas y se cargan en los palets para transferirlos al almacén. Las capas se depositan sobre placas que se deslizan dejándolas caer sobre el palet. La tarima va bajando hasta completar su carga.

FIGURA II.13.1

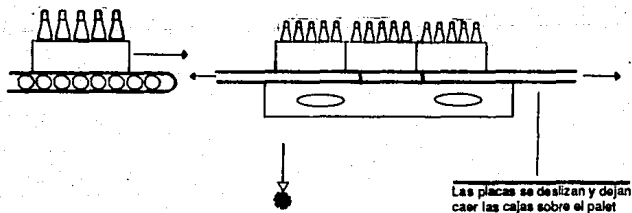
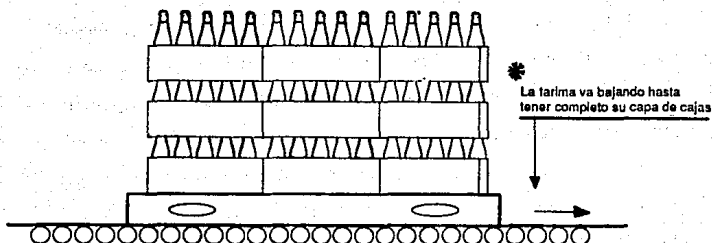


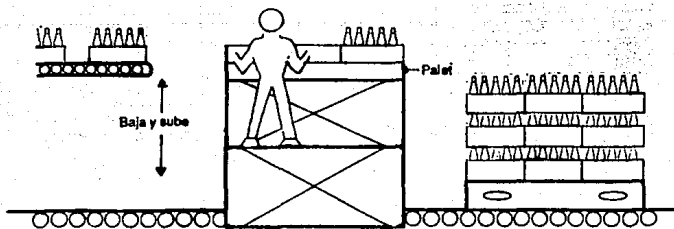
FIGURA II. 13.2



B.- Sistemas semi-automáticos:

Son más lentos que los automáticos pero más rápidos que los manuales. Son más flexibles y requieren de una menor inversión inicial. En este sistema se requiere de un operario, el cual --- prácticamente no se mueve ya que el palet se va deslizando de manera que el trabajador solo transporta las cajas de producto terminado sin necesidad de bajarlas o subirlas.

FIGURA II. 13.3



### C.- Sistema Manual:

Este sistema requiere de una mínima inversión inicial aunque necesita más operarios. Los equipos deben estar dispuestos de -- tal manera que el operario no tenga que caminar para transportar las cajas de la cadena transportadora al palet. Debe haber un lote de palets vacíos listos para ser ocupados por las cajas de producto terminado. Dichos palets serán puestos en un lugar apropiado por un montacarguista quien se encargará también de llevar los palets llenos al almacén de producto terminado.

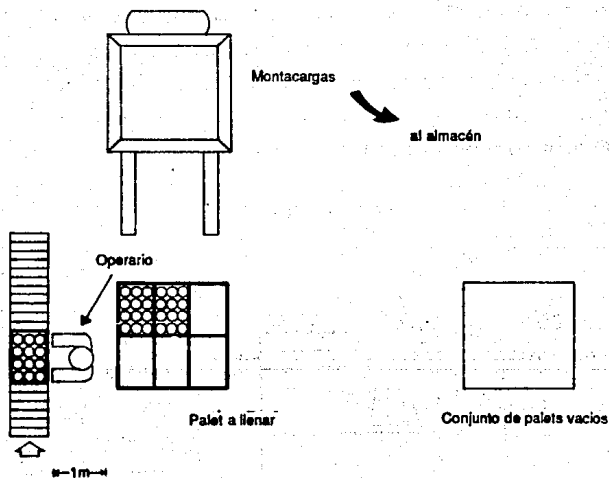


FIGURA 11.13.4

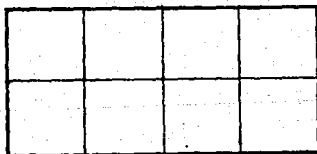
Dependiendo de la velocidad de la línea puede haber más de un obrero transportando cajas. Es un trabajo muy pesado y repetitivo por lo que los obreros deberán ser rotados cada 20 (a 30) minutos.

Cualquiera que sea el sistema que se utilice, se debe procurar -- que la velocidad de la operación de paletizado sea 40% más alta -- que la del proceso de llenado, ésto con el objeto de no interferir el proceso de llenado si se acumulan demasiadas cajas al final de la línea de producción.

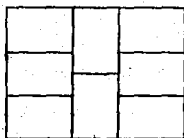
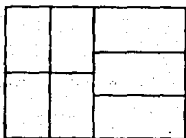
#### TIPOS DE APILADO

Existen dos tipos básicos de apilado:

A.- En columna:



B.- Cruzado:



Dependiendo de la inclinación y textura del suelo a veces resulta necesario reforzar los palets con armazones laterales que sostienen y ajustan las cajas en su posición, evitando derrapes que provoquen la caída y ruptura de botellas.

El Departamento de Control de Calidad hará sus últimas pruebas en el almacén de producto terminado. Una vez aprobados los lotes, - el producto está listo para venderse.



## CAPITULO III

### PUNTOS DE MUESTREO Y PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

- Técnicas para realizar las pruebas
- Pruebas que se deben realizar al agua
  - Determinación de alcalinidad "P"
  - Determinación de alcalinidad "M"
  - Control de dosificación de cal
  - Determinación de alcalinidad
  - Determinación de dureza total como  $\text{CaCO}_3$
  - Determinación de dureza de no carbonato
  - Determinación de dureza de carbonato
  - Determinación de dureza de calcio
  - Determinación de dureza de magnesio
  - Determinación de sulfatos
  - Determinación de cloruros
  - Determinación de fierro
  - Determinación de manganeso
  - Determinación de cloro
  - Determinación del PH
  - Determinación de turbidez
  - Determinación de color
  - Determinación de olor
  - Determinación de sabor

- Pruebas que se deben realizar a los jarabes
  - Jarabe Simple
    - Determinación de Brix o Baume
    - Determinación de apariencia
  - Jarabe Terminado
    - Determinación de Brix o Baume
    - Determinación de olor y sabor
    - Determinación de apariencia
- Pruebas que se deben realizar al producto terminado
  - Determinación de Brix
  - Determinación de Carbonatación
  - Determinación de volumen de llenado
  - Determinación del coronado
  - Determinación de acidez
  - Determinación de olor y sabor
- Pruebas que se deben realizar en la lavadora
  - Determinación de concentración de sosa
  - Control de temperatura
  - Determinación de la eficiencia de lavado de botella
  - Determinación de carbonatos
- Análisis Bacteriológicos
  - Importancia
  - Recomendaciones para el muestreo
  - Preparación y dilución de la muestra
  - Material y equipo

- Medios de cultivos y reactivos
- Procedimiento
- Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias
  - Material y Equipo
  - Medios de cultivo y reactivos
  - Procedimiento
- Cuenta de organismos coliformes
  - Recuento de colonias en medio sólido
    - Material y equipo
    - Medios de cultivo y reactivos
    - Procedimiento
- Cuenta de hongos y levaduras
  - Material y equipo
  - Medios de cultivo y reactivos
  - Procedimiento

## PUNTOS DE MUESTREO Y PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

Del diagrama de flujo del proceso visto anteriormente podemos --  
sustraer los puntos de muestreo, es decir, los sitios o momentos  
donde el Departamento de Control de Calidad debe realizar las ---  
pruebas que a continuación se muestran:

PUNTOS DE MUESTREO	P R U E B A S
Departamento de Tratamiento y Re- cuperación de agua	Alcalinidad, dureza, <u>Ph</u> , clo- ro, sulfatos, cloruros, hie- rro, manganeso, turbiedad, <u>co</u> lor, sabor, análisis bacterio- lógicos.
Almacén General	Inspección general a las mate- rias primas ya que no llegan directo a C.C.
Almacén del Departamento de Ela- boración de Jarabas	Químicas-biológicas a las ma- terias primas (color, olor, - sabor, etc.).
Al preparar solución de benzoato de sodio (Depto. Elaboración).	Concentración de benzoato de sodio.

PUNTOS DE MUESTREO	P R U E B A S
Al preparar jarabe simple (Depto. de Elaboración)	Grado de concentración de sólidos (Baumé).
Al preparar solución de ácido cítrico (Depto. Elaboración)	Grado de concentración de sólidos. Prueba de acidez.
Al preparar jarabe de sabor (Depto. de Elaboración)	Grado de concentración de sólidos (Baumé). Acidez, pruebas organolépticas (olor, color y sabor).
Carbonatador	Volúmenes de CO <sub>2</sub> en la mezcla
Lavadoras	Concentración de sosa, temperaturas, carbonatos, análisis bacteriológicos.
Envase al salir de la lavadora	Arrastre de sosa. Inspección visual (a contra-luz) total.
Flo-mix	Concentración de sólidos --- (*Brix)

PUNTOS DE MUESTREO

P R U E B A S

Al salir de las llenadoras (pro-- ducto terminado)	Inspección visual (a contra-- luz) total, volumen de llena-- do, coronado, volumen de CO <sub>2</sub> , *Brix, pruebas organolépticas y análisis bacteriológicos.
--	---

NOTA: El análisis bacteriológico se le hace a todo aquel equipo que esté en contacto con las materias primas que se usan - en la elaboración de los productos.

### III.1 TECNICAS PARA REALIZAR LAS PRUEBAS

Veremos ahora los procedimientos para llevar a cabo las --- pruebas más importantes señaladas en la tabla anterior.

#### PRUEBAS QUE SE DEBEN REALIZAR AL AGUA

Son varias las pruebas que se le realizan al agua que, como vi-- mos, tenemos agua "cruda", agua "suavizada", agua "tratada" y --- agua "recuperada".

Explicaremos primero cómo se realizan dichas pruebas para después aclarar qué clase de pruebas se le realizan a cada tipo de agua.

## DETERMINACION DE ALCALINIDAD "P"

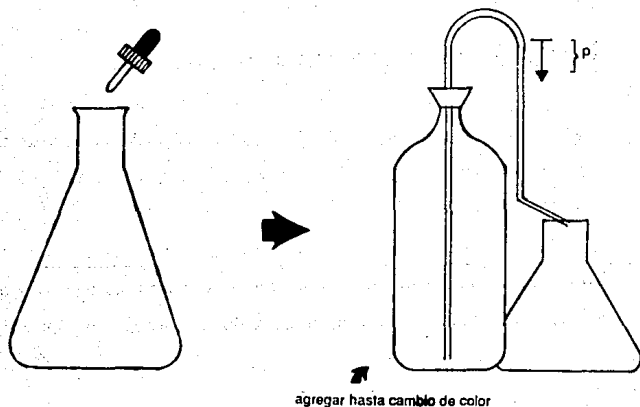
Se miden cien mililitros de agua en una probeta, luego se pasan a un matraz o a una cápsula de porcelana, en donde se le agregan tres o cuatro gotas de Fenolftaleína (indicador "P").

Si después de agregar el indicador "P" el agua permanece incolora se considera la alcalinidad "P" como cero.

Si se produce coloración rojo-violácea, titular con solución de ácido sulfúrico al 2% hasta que desaparezca totalmente el color.

El número de mililitros de ácido agregados, multiplicados por 10, nos dará la lectura "P" en ppm (partes por millón).

FIGURA III.1.1



## DETERMINACION DE ALCALINIDAD "M"

En la misma muestra usada para determinar alcalinidad "P", -- agregar tres o cuatro gotas de Anaranjado de Metilo (indicador -- "M") a la solución en el matraz, tomando un color amarillo naranja.

Se agrega enseguida más ácido sulfúrico de la misma bureta que se usó para la alcalinidad "P", empezando la adición desde donde que dó la lectura "P" (es decir, sin volver a llenar la bureta); se agita y cuando el color cambie a canela, se suspende la adición de ácido.

El total de mililitros de ácido gastados multiplicados por diez, nos dará el valor de la alcalinidad "M" expresado en partes por millón (ppm), no debe exceder de 85 ppm.

Se necesita práctica para apreciar el momento preciso en que cambia el color amarillo-naranja a color canela.

## CONTROL DE DOSIFICACION DE CAL

Consiste en calcular el valor de "A", el cual es simplemente -- igual a  $2P-M$ , si este valor es menor que cero entonces será necesario aumentar la cantidad de cal en el tanque de reacción. Un -



rango aceptable de este valor está entre dos y siete ppm.

Esta prueba se debe estar realizando constantemente durante la operación.

#### DETERMINACION DE ALCALINIDAD

Para determinar la alcalinidad podemos utilizar la siguiente tabla:

Condición	Bicarbonatos	Carbonatos	Hidróxidos
	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{OH}^-$
P = 0	M	0	0
P = M	0	0	M
2P = M	0	2P	0
2P M	0	2(M-P)	2P - M
2P M	M - 2P	2P	0

#### DETERMINACION DE DUREZA TOTAL COMO $\text{CaCO}_3$

Se miden 50 ml de agua, se ponen en un matraz o en una cápsula de porcelana, se le agregan cinco gotas de Solución Buffer para dureza y se agita; luego se agregan cuatro o cinco go-

tas de solución de Eriocromo negro y se agita. Si la muestra da una coloración azul púrpura significa que no tiene dureza.

Si la coloración es morada significa que si hay dureza y para determinar su valor se titula (agregar gota a gota) con Versenato de Sodio hasta que cambie de color (a azul púrpura). En este punto los mililitros de solución empleados se multiplican por veinte y el resultado será el valor de la dureza total expresada en ppm.

Este valor es importante también para calcular las cantidades de cal y sulfato de aluminio que se deben usar en el tanque de reacción.

#### **DETERMINACION DE DUREZA DE NO CARBONATO**

**Dureza de no carbonato = Dureza Total - Alcalinidad Total**

#### **DETERMINACION DE DUREZA DE CARBONATO**

**Dureza de carbonato = Dureza total - Dureza de no carbonato**

#### **DETERMINACION DE DUREZA DE CALCIO**

Se miden 50 ml de agua y se pasan a un matraz o a una cápsula de porcelana, se le agregan 2 ml de hidróxido de sodio (1 normal) y

se le agita, se agrega una medida de indicador de calcio Muroxido y se agita hasta disolver totalmente el indicador.

Si la muestra dá un color violeta, significa que no hay calcio -- presente en dicha muestra.

Si la muestra dá un color verde pálido es que hay calcio y se procede a titular la muestra con Versenato de Sodio hasta que cambie a color violeta.

La cantidad de mililitros de solución gastados, se multiplica por veinte y el resultado será el valor de la dureza de calcio expresado en ppm.

#### **DETERMINACION DE DUREZA DE MAGNESIO**

**Dureza de magnesio = Dureza total - Dureza de Calcio**

Nota: Cuando no se aprecie bien el punto final o punto de cambio de color en una titulación, ya sea de alcalinidad 'M', de dureza total o dureza de calcio; se toma una muestra menor (de 10 ó 25 ml) y se completa hasta 50 ml con agua destilada, en esta forma el punto de vire será más fácil de percibirse.

## DETERMINACION DE SULFATOS

Medir 25 ml de agua y ponerlos en un matraz o en una cápsula de porcelana. Agregar 25 ml de alcohol isopropílico y un poco de indicador tetrahidroquinona, la solución tomará un color amarillo, entonces titular con solución de cloruro de bario (0.025N) hasta coloración roja que indica el fin de la titulación.

La cantidad de mililitros gastados se multiplica por 4.8 y el resultado será las ppm de sulfatos.

## DETERMINACION DE CLORUROS

Tomar la muestra en que se ha determinado la alcalinidad (para asegurar que se tiene un medio ácido) y agregar unas gotas de solución indicadora de Cromato de Potasio. La solución tomará un color amarillo. Entonces titular con solución de Nitrato de Plata hasta la aparición de color rojo ladrillo.

El número de mililitros gastados de Nitrato de Plata multiplicados por 10 serán los ppm de cloruros.

## DETERMINACION DE FIERRO

Medir 50 ml de agua y pasarlos a un matraz, evaporar dicha agua

y enfriar el residuo, después de agregar 5 ml de ácido clorhídrico diluido (1.1), calentado por algunos minutos y con agitación continua. Ahora se agregan 10 ml de agua destilada y seguimos calentando la solución.

Enfriamos y agregamos una o dos gotas de Permanganato de potasio agitando para homogeneizar el color, si el color del permanganato no persiste por 5 minutos, agregamos más solución de permanganato de potasio gota a gota.

Cuando se tiene el color permanente, diluir a 50 ml y agregar 5 ml de solución de Tiocianato de Potasio, mezclando la muestra perfectamente. Con esta solución enjuagar uno de los tubos de comparador Taylor y llenarlo hasta la marca, una vez hecho esto, poner el tubo en la perforación central de la base y en las perforaciones laterales poner los otros tubos después de haberlos llenado hasta la marca con agua destilada. Entonces vemos el comparador corriendo la escala hasta que la muestra coincida con alguna de las ampollitas de la escala y registramos la lectura.

#### **DETERMINACION DE MANGANESO**

- 1.- Tomar 100 ml de muestra por analizar y ponerlos en un matraz.
- 2.- Agregar 2 ml de ácido nítrico diluido y calentar hasta eva-

porar aproximadamente la mitad de la muestra.

- 3.- Agregar suficiente solución de Nitrato de Potasio al 2% para precipitar los cloruros presentes (agregar 1 ml de exceso).
- 4.- Agitar y calentar para coagular el precipitado.
- 5.- Filtrar en papel filtro y lavar el precipitado con agua destilada.
- 6.- Agregar aproximadamente 0.5 gms. de Persulfato de Amonio a la solución filtrada y calentar hasta que se desarrolle el máximo calor (aproximadamente 10 minutos).
- 7.- Enfriar la muestra.
- 8.- Con esta solución enjuagar uno de los tubos del comparador y llenarlo hasta la marca, ponerlo en la perforación central de la base. En las perforaciones laterales poner los tubos después de haberlos llenado hasta la marca con agua destilada.
- 9.- Ver el comparador corriendo la escala hasta que la muestra coincida con alguna de las ampolletas de la escala.
- 10.- Reportar la lectura.

#### DETERMINACION DE CLORO

Se toman 5 ml de muestra en un tubo de ensayo aforado, luego se agregan 0.5 ml de Ortotolidina y se mezcla bien, se hace una comparación de la muestra en el comparador de cloro. La lectura del color idéntico o más aproximado nos indicará en ppm la cantidad -

de cloro libre que contiene.

En la operación de tratamiento de agua no debe haber más de 8 ppm ni menos de 6 ppm a la salida del filtro de arena; y al salir del purificador la cantidad de cloro debe ser 0 ppm.

#### DETERMINACION DEL PH

Se recomienda el método del potenciómetro pero si no se cuenta -- con éste, podemos utilizar papel indicador PH, el cual simplemente se introduce en la muestra de agua y se compara con la escala de colores del fabricante.

La lectura de la escala de colores más parecida será el PH de la muestra que, como sabemos nos indica qué tan ácida o alcalina es una sustancia.

#### DETERMINACION DE TURBIDEZ

Se pone una muestra de agua en un recipiente de vidrio, limpio y transparente, luego se observa a través de la muestra; se puede -- poner el vaso sobre una hoja escrita y si el agua es clara y --- transparente se podrán leer perfectamente las letras del papel ba jo el fondo. Las letras se verán menos claras cuando haya turbidez.

## **DETERMINACION DE COLOR**

Para esta prueba se puede emplear la misma muestra que se utilizó para la de turbidez y observarla contra un fondo blanco, de esta forma se podrá apreciar si existe alguna coloración en el agua.

## **DETERMINACION DE OLOR**

En la misma muestra anterior podemos determinar si hay algún olor perceptible, incluso se puede calentar la muestra para que sea más fácil el desprendimiento de olores contenidos en la misma.

## **DETERMINACION DE SABOR**

Como en las anteriores pruebas organolépticas (color y olor), debemos usar nuestros sentidos, en este caso el gusto, así que debemos probar el agua y detectar cualquier sabor extraño que pudiera haber.

Hasta aquí hemos mencionado las más importantes pruebas de control de calidad que se deben aplicar al agua, ahora veremos cuáles de éstas se realizan a cada tipo de agua:



a).- Agua Cruda:

Al agua cruda se le hacen las pruebas de alcalinidad, dureza, cloro, turbiedad, color, olor y sabor.

b).- Agua Tratada:

Para el control de la operación (tratamiento químico) debemos determinar la alcalinidad "P", alcalinidad "M", que como ya vimos nos sirve para regular la dosificación de cal.

También se debe hacer una prueba de lodos (no se mencionó anteriormente). La prueba consiste simplemente en tomar -- una muestra de la llave correspondiente del tanque de reacción y se deja reposar cinco minutos para determinar el porcentaje de lodos formados. Además, como ya también vimos, se debe hacer la prueba de cloro después del filtro de arena (debe tener entre 6 y 8 ppm), y después del purificador de carbón (no debe de haber cloro).

Luego se hacen las pruebas de turbiedad, color, olor y sabor, de las cuales debe salir satisfactoriamente.

Las pruebas de dureza, alcalinidad, sulfatos, cloruros, hierro y manganeso nos servirán para verificar los requerimientos para agua de embotellado.

c).- Agua Suavizada:

Es necesario mantener un permanente control sobre este tipo de agua ya que de esta forma protegeremos los equipos que la utilizan.

Las pruebas fundamentales que se le deben realizar son: PH, dureza total y cloro.

d).- Agua Recuperada:

Como sabemos, esta agua se utiliza en las lavadoras para botella en los tanques de pre-enjuague, por lo que debe cumplir con ciertas características sanitarias, para controlar esto; se le deben hacer las pruebas de: dureza, cloro, turbidez, color, olor y sabor.

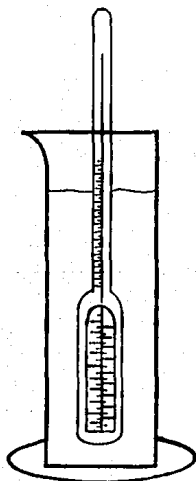
## III.2 PRUEBAS QUE SE DEBEN REALIZAR A LOS JARABES

### JARABE SIMPLE

#### DETERMINACION DE BRUX O BAUME

Se pone una muestra de jarabe en una probeta suficientemente ancha; a continuación se introduce en la probeta el hidrómetro de rango adecuado y se deja reposar hasta que permanezca flotando in móvil, sin tocar la pared de la probeta. Se toma lectura en el vástago hasta donde llega el menisco superior del jarabe y se hace una corrección por temperatura, la cual se lee en el interior del bulbo del hidrómetro.

FIGURA III.2.1.



Nota: Al introducir el hidrómetro en el jarabe es necesario hacer lo poco a poco, dejando que llegue lentamente al punto de equilibrio. Nunca debe sumergirse más de lo debido y esperar a que suba, porque el jarabe que se adhiere al vástago lo hace más pesado y la lectura que se obtiene es menor que la real.

#### **DETERMINACION DE APARIENCIA**

Se toma una muestra de jarabe filtrado en un matraz de vidrio limpio y transparente; ayudándose de una luz adecuada y contra fondo blanco. Verificar que no haya color, turbidez o basuras.

#### **JARABE TERMINADO**

#### **DETERMINACION DE BRIX O BAUME**

Esta prueba se hace exactamente igual que en el jarabe simple, teniendo la precaución de que esté perfectamente homogeneizado y sin aire mezclado ya que de otra manera se tendría una lectura inexacta.

En jarabe terminado se permite una variación de  $\pm 0.2$  Be, aunque generalmente se deja exacto de acuerdo a las especificaciones, ya que la elaboración de jarabe terminado es un proceso lento y fá-

cil de controlar así que cuando llega a haber una desviación se -- puede corregir inmediatamente hasta dejar el jarabe en condiciones perfectas.

#### DETERMINACION DE OLOR Y SABOR

Se toma una muestra representativa (igual que para el Brix) en un vaso de vidrio, luego se huele para ver si no contiene olores extraños, algunos de éstos pueden ser debidos a cloro, empaques, mangueras, etc. Para determinar el sabor se prueba y si contiene algún sabor extraño se trata de determinar la causa; para facilitar más su identificación se puede diluir con agua destilada.

Estas pruebas también se pueden realizar al jarabe simple.

#### DETERMINACION DE APARIENCIA

La determinación de apariencia se hace a simple vista, aprovechando la muestra que empleó para olor y sabor.

### 111.3 PRUEBAS QUE SE DEBEN REALIZAR AL PRODUCTO TERMINADO

#### DETERMINACION DE BRUX

Tomar el refresco muestra y trasvasarlo en vasos de precipitado - de 500 ml o columnas desgasificadoras hasta eliminar totalmente - el gas carbónico. Llenar una probeta limpia y seca con el refresco desgasificado. Introducir el hidrómetro, registrar la lectura y hacer la corrección por temperatura.

#### DETERMINACION DE CARBONATAACION

Se toma una botella y en su parte superior coronada se atornilla la base del manómetro, en seguida se cubre la botella con un lienzo grueso para evitar un posible accidente si llegará a estallar, luego se introduce la bayoneta del manómetro perforando la plastitapa.

A continuación se purga el gas que se introdujo por la bayoneta y que corresponde principalmente al espacio sobre el nivel del líquido, para esto, se gira el tornillo de la válvula de desahogo y por el orificio sale el gas, cuando la aguja del manómetro baje a cero, debe cerrarse rápidamente la válvula de desahogo. Después se agita la botella para que el gas se desprenda del producto y - aumente la presión, la cual se registrará en el manómetro, cuando

ya no suba más la presión, significa que se ha llegado al máximo y se notará porque la aguja no subirá más; se toma la lectura y se afloja la válvula de alivio para permitir la salida del gas -- hasta que la aguja marque cero.

Se quita el manómetro y la corona para tomar la temperatura del producto.

Finalmente, en la Tabla de Carbonatación se busca el valor obtenido de la presión en el renglón superior, bajando por la columna correspondiente hasta cruzar el renglón de la temperatura registrada, en ese punto de cruce leemos el valor de la carbonatación del producto analizado (en "volúmenes").

FIGURA III.3.1

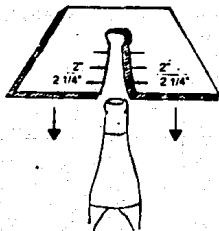


Nota: Es conveniente carbonatar con margen de 0.2 volúmenes arriba de la norma, ya que se toma en cuenta que ésta sufre una desgasificación desde el almacén al lugar de venta.

#### DETERMINACION DE VOLUMEN DE LLENADO

Podemos considerar que todas las botellas tienen el mismo tamaño y volumen interno así que no es necesario vaciar el contenido de una botella muestra en una probeta aforada para determinar el volumen. Lo que hacemos es determinar a qué distancia de la parte superior de la botella (tapada) se encuentra el nivel del contenido; tenemos así, en unidades de distancia (pulg.), una forma de medir el volumen de llenado. Para esto usamos una placa con la forma del perímetro exterior de la parte superior del envase, esto es:

FIGURA III.3.2



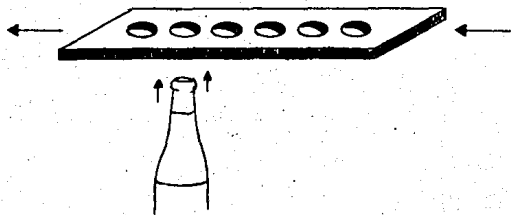


Esto nos sirve para detectar qué válvula de la llenadora está tr  
bajando en forma defectuosa.

#### DETERMINACION DEL CORONADO

Esta prueba consiste en ver qué tan bien adaptada está la corona (o plastitapa) de la boquilla de la botella. Para esto utilizamos una placa perforada con círculos de diferentes diámetros. La prueba consiste sencillamente en introducir la parte superior de la botella en el orificio que mejor se ajuste a ver a qué diámetro corresponde.

FIGURA III.3.3



## DETERMINACION DE ACIDEZ

Tomar 10 ml de muestra con una pipeta y ponerlos en un matraz --- Erlenmeyer. Llevar a ebullición la muestra para asegurar la completa eliminación del gas carbónico que puede dar errores en la determinación. Agregar tres o cuatro gotas de indicador de Fenolf taleína y titular con solución de Hidróxido de Sodio (0.1 N) hasta que aparezca una coloración roja.

La cantidad de mililitros gastados multiplicados por 0.7 será la cantidad de ácido cítrico monohidratado en gramos por cada litro de refresco.

Nota: Esta prueba es conveniente aplicarla también al jarabe terminado pero directamente sino a una bebida "patrón" hecha con dicho jarabe. Una bebida patrón se prepara simplemente mezclando en proporción exacta agua y jarabe para simular un refresco terminado (sin gas).

## DETERMINACION DE OLOR Y SABOR

Al producto que se le va a verificar su olor, se destapa y se huele inmediatamente para percibir el olor que expulsa el gas que se despidе de inmediato, luego se vierte una buena porción en un vaso de vidrio y se huele otra vez para detectar algún

olor extraño.

Para la prueba del sabor, se aprovecha la muestra anterior probando el producto contenido en el vaso y en la botella. Se requiere de un olfato y de un gusto educados para detectar cualquier anomalía en el olor y/o sabor de los productos.

#### 111.4 PRUEBAS QUE SE DEBEN REALIZAR EN LA LAVADORA

##### DETERMINACION DE CONCENTRACION DE SOSA

Tomar la muestra en una botella y dejarla alcanzar la temperatura ambiente. Medir 10 ml de muestra y ponerlos en un matraz Erlenmeyer; agregar un poco de agua y 5 ml de cloruro de bario al 10%. Añadir tres o cuatro gctas de solución indicadora de Fenolftaleína (la solución tomará una coloración roja). Luego titular con solución de ácido sulfúrico (2.5N), gota a gota, hasta la desaparición del color.

El número de mililitros gastados de ácido, representa la causticidad en por ciento (%).

##### CONTROL DE TEMPERATURA

Este es un aspecto muy importante, ya que de existir mucha diferencia de temperaturas entre los tanques de pre-enjuague y enjuague, podría ocurrir el llamado "choque térmico", el cual ocasionaría que se rompieran los envases debido a esos bruscos cambios de temperatura.

Normalmente todos los tanques tienen implementado un termómetro,

por lo que se facilita el control de dicha temperatura mediante los vapores que produce la caldera.

#### DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE LAVADO DE BOTELLA

Agregar tres o cuatro gotas de solución indicadora de Fenolftaleína a una botella que acabe de salir de la lavadora. Si al hacer esto, se desarrolla un color rosa o rojo, indica que no toda la solución cáustica ha sido eliminada en los enjuagues finales. Si no hay coloración, entonces el enjuague fue satisfactorio.

#### DETERMINACION DE CARBONATOS

Sobre la misma muestra usada para determinar la concentración de sosa, agregar tres o cuatro gotas de anaranjado de Metilo (deberá tomar un color amarillo-naranja). Se agrega enseguida (titula) más solución de ácido sulfúrico de la misma bureta que se usó para la concentración de sosa, empezando la adición desde donde quedó la lectura de causticidad (es decir, sin volver a llenar la bureta); se agita y cuando el color cambie a canela se suspende la adición de ácido.

## III.5 ANALISIS BACTERIOLOGICOS

### IMPORTANCIA

Los análisis microbiológicos constituyen un fuerte apoyo para el control de calidad sanitaria de los alimentos.

A través de estos análisis se ponen de manifiesto riesgos, en ocasiones muy serios para la salud, inadvertibles aún a la más rigurosa inspección.

Los datos proporcionados por los análisis, sin embargo, sólo son útiles si se cumplen tres condiciones esenciales:

- 1.- La muestra colectada y utilizada en el análisis es representativa e idónea.
- 2.- La técnica de análisis es ejecutada con estricto apego a la metodología establecida.
- 3.- Existen normas o estándares de calidad para las pruebas empleadas.

Las técnicas utilizadas en la mayoría de las embotelladoras son las descritas por el Laboratorio Nacional de Salubridad que se basan en las recomendaciones hechas por el Comité Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los alimentos.

## RECOMENDACIONES PARA EL MUESTREO

- 1.- Utilizar recipientes, bolsas y material estériles para recolección (usar horno a 180°C durante 30 minutos).
- 2.- Evitar contaminaciones del ambiente tales como polvo, tierra, saliva, etc.
- 3.- El recipiente o bolsa se abrirá justamente lo necesario para introducir la muestra.
- 4.- Identificar claramente mediante rótulo o etiqueta (indelebles) el recipiente.
- 5.- Obtener muestras sucesivas distribuidas a lo largo del perfodo en el que se realice la inspección.
- 6.- Registrar la fecha y hora de recepción de la muestra en el laboratorio.
- 7.- Si la muestra no se utiliza inmediatamente entonces mantener la bajo refrigeración (2 a 8°C).

## PREPARACION Y DILUCION DE LA MUESTRA

Independientemente del grupo de microorganismos que se pretendan enumerar, el procesamiento de la muestra y la preparación de las diluciones deberá realizarse con estrecho apego a las directrices que se describen a continuación. El cumplimiento de estas condiciones dará lugar a variaciones importantes en los resultados hasta el punto de resultar inutilizables. Así, no es posible compa-

rar los resultados entre dos laboratorios que trabajan la misma muestra con un manejo diferente de la técnica de análisis, ni es posible interpretar los resultados sucesivos de un laboratorio si no se observan en cada ocasión las normas precisamente en los términos descritos.

## MATERIAL Y EQUIPO

- a.- Horno para esterilizar a 180°.
- b.- Autoclave con termómetro o manómetro probado con termómetro de máximas.
- c.- Baño maría con termostato y termómetro.
- d.- Licuadora de una o dos velocidades controladas por un res-tato con vasos metálicos estériles.
- e.- Balanza de una capacidad no mayor a 2,500 g y de una sensibi-lidad de 0.1 g.
- f.- Utensilios estériles para la preparación de las muestras: cu-chillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas.
- g.- Pipetas bacteriológicas estériles de 10 ml y 1 ml (graduadas en 0.1 y 0.01 ml respectivamente).
- h.- Frascos de vidrio con tapón de rosca de 200 a 250 ml de capa-cidad, conteniendo 99 o 90 ml y tubos de 16 x 150 mm con ta-pón de rosca conteniendo 9 ml de solución buffer diluyente, - en ambos casos <sup>+</sup> 1% del volumen señalado después de la este-rilización.



## MEDIOS DE CULTIVOS Y REACTIVOS

### a.- Medios de cultivo

Se indican en cada técnica y alimento particular.

### b.- Solución buffer diluyente

Solución stock:

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  . . . . . 34 g.

Agua destilada . . . . . 500 ml.

Disolver el fosfato en agua destilada y ajustar el PH a 7.2 con Hidróxido de Sodio 1N. Llevar a un litro con agua destilada. Esterilizar durante 20 minutos a 121°C. Conservar en refrigeración. Tomar 1.25 ml de solución stock y llevar a un litro con agua destilada, esta es la solución de trabajo. Distribuir en porciones de 99, 90 y 9 ml según se requiera. Esterilizar a 121° durante 20 minutos. El PH final debe ser 7.2 .

## PROCEDIMIENTO

- a.- Si se trata de una muestra congelada de un alimento originalmente líquido o licuable, fundirla por completo y homogenizarla por agitación vigorosa del recipiente.
- b.- Si la muestra es líquida o semilíquida agitarla firmemente. Cuando el producto por analizar llena totalmente el recipiente

te es recomendable vaciarlo en otro (estéril) para homogenizarlo; se tendrá cuidado de evitar contaminaciones al escurrir el líquido por el labio de ambos recipientes.

- c.- Si se trata de alimento sólido pesar 11 ó 10 g de la muestra, obtenidos de diferentes zonas auxiliándose de cuchara, cucharilla, abatelenguas, espátula ó cuchillo estéril. Transferir los a un vaso de licuadora estéril y agregar 99 ó 90 ml de solución diluyente (según se haya pesado 11 ó 10 g respectivamente) calentada o no, según se indique en la técnica correspondiente para cada alimento.
- d.- Licuar durante 1 - 2 minutos hasta obtener una suspensión completa y homogénea.
- e.- Puede substituirse el tratamiento con licuadora, haciendo uso de mortero estéril y procediendo de tal manera que se logre una suspensión completa y homogénea de la muestra.
- f.- La anterior constituye la primera dilución de la muestra.
- g.- Continuar las diluciones de la muestra con el mismo diluyente.

La selección de las diluciones que se vayan a preparar y de aquéllas que se van a inocular dependen del número esperado de microorganismos en la muestra con base a los resultados de análisis previos, y de la información que se obtenga del personal de inspección que la haya colectado.

- h.- Utilizar pipetas diferentes para cada dilución inoculando si-

multáneamente las cajas que se hayan seleccionado. El volumen que se transfiera nunca será menor de 10% de la capacidad total de la pipeta. Para transferir 1.0 ml no usar una pipeta de más de 10 ml de capacidad; para transferir 0.1 ml no usar pipetas mayores de 1.0 ml.

- i.- Si la pipeta es terminal y se transfiera un volumen de líquido equivalente a su capacidad total, escurrirla en 3 segundos y soplar suavemente una vez. Al inocular la caja aplicar la punta de la pipeta al fondo y dejar escurrir. En una zona sin líquido aplicar la pipeta una sola vez y retirarla.
- j.- Mientras se afora el líquido dentro de la pipeta, la punta de ésta debe aplicarse en el interior del cuello del frasco y mantenerlo en posición vertical, para lo cual éste último deberá inclinarse lo necesario.  
Para aspirar el líquido de las muestras con la pipeta, sumergir ésta lo menos posible al realizar la operación.
- k.- Cada botella con diluyente que se inocule deberá agitarse siempre de la misma manera: 25 movimientos de abajo a arriba en un arco de 30 cm. completados en 7 segundos, o cualquier otro que conduzca al mismo resultado.
- l.- Transferir la muestra y/o cada una de las diluciones a las cajas Petri (recuento en placa) o tubos con medio (recuento en tubo) que se requieran para cada caso.

## CUENTA DE BACTERIAS MESOFILICAS AEROBIAS

Quando se pretende investigar el contenido de microorganismos vivos en un alimento la técnica más comúnmente utilizada es el recuento en placa. Esta técnica se aplica para una gran variedad de microorganismos y su fundamento consiste en contar las colonias -- que desarrollan en el medio de elección después de cierto tiempo y temperatura de incubación presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo en la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

En realidad esta técnica no pretende poner en evidencia todos los microorganismos presentes. La variedad de especies y tipos diferenciables por sus distintas necesidades nutricionales, temperatura requerida para su crecimiento, oxígeno disponible, etc., hacen que el número de colonias contadas constituyan una estimación de la cifra realmente presente. No obstante, la ejecución de la técnica cuando se siguen fielmente las condiciones que se señalan para su desarrollo pueden llegar a ser lo bastante reproducibles para darle significado a los resultados que se obtengan.

### MATERIAL Y EQUIPO

a.- Horno para esterilizar a 180°.

- b.- Autoclave con termómetro o manómetro probado con termómetro de máximas.
- c.- Baño María con termostato y termómetro.
- d.- Licuadora de una o dos velocidades controladas por un reóstato con vasos metálicos estériles.
- e.- Balanza de una capacidad no mayor de 2,500 g y de una sensibilidad de 0.1 g.
- f.- Incubadora con termostato que evite variaciones mayores de  $\pm 0.1^\circ$ .
- g.- Utensilios estériles para la preparación de las muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas.
- h.- Pipetas bacteriológicas estériles de 10 y 1 ml graduadas en 0.1 y 0.01 ml respectivamente.
- i.- Frascos de vidrio de boca angosta de 250 ml de capacidad con tapón de rosca conteniendo 99 ó 90 ml, o tubos de 16 x 150 mm con tapón de rosca conteniendo 9 ml de solución buffer diluyente, en ambos casos  $\pm 1\%$  del volumen señalado después de la esterilización.

#### MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS

- a.- Solución buffer diluyente.
- b.- Agar Triptona Extracto de Levadura.

Extracto de carne . . . . .	3	g
Triptona . . . . .	5	g

Dextrosa . . . . .	1	g
Agar . . . . .	15	g
Agua destilada . . . . .	1000	ml

Suspender 24 gramos del medio deshidratado en un litro de agua. Hervir hasta total disolución. Distribuir en volúmenes de 100 y 200 ml. Esterilizar a 15 libras (121°) durante 15 minutos. El PH final del medio debe ser 7.0 .

## PROCEDIMIENTO

- a.- Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que su inoculación, la adición de los medios de cultivo y su rotación se puedan realizar libre y cómodamente. Marcar las cajas en sus tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación.
- b.- Para la preparación y dilución de la muestra seguir las indicaciones señaladas en la sección anterior.
- c.- Transferir 1 ml de la muestra y de cada una de las diluciones a cajas Petri estériles evitando todo tipo de contaminación durante la maniobra y aplicando la punta de la pipeta al fondo de la caja mientras escurre el líquido.
- d.- Agregar 12 a 15 ml del medio de cultivo fundido y mantenido a una temperatura de 45° - 48° en un baño de agua. Mezclarlo con la muestra (6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el

sentido de las manecillas del reloj, 6 en el sentido contrario y 6 de atrás a adelante) sobre una superficie lisa y horizontal y cuidando de que el medio no moje la cubierta de las cajas. Dejar solidificar.

- e.- El tiempo transcurrido desde el momento que la muestra se incorpora al diluyente, hasta que finalmente se adiciona el medio de cultivo a las cajas no excederá de 20 minutos.
- f.- Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) durante el tiempo y a la temperatura que se requiera, según el tipo de alimento de que se trate.
- g.- Seleccionar aquellas placas donde aparezcan entre 30 a 300 colonias, pues es en ellas donde será menor el error en el recuento.
- h.- Contar todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de hongos), incluyendo las colonias puntiformes. Hacer uso del microscopio para resolver los casos en los que no se pueden distinguir las colonias de pequeñas partículas de alimento.
- i.- Con el auxilio de la lente de aumento y de la cuadrícula del contador, contar todas las colonias de las placas seleccionadas. Si el número se estima mayor de 300 y no se dispone de placas preparadas con las diluciones subsecuentes, contar en la mitad o en un cuarto representativo de ella, multiplicando por 2 o por 4 el número obtenido. El fondo de una caja Petri de 100 mm de diámetro contiene 65 cuadros grandes de la cua--

drícula del contador.

- j.- Multiplicar por la inversa de la dilución para obtener el número de colonias por mililitro o gramo de la muestra.
- k.- Si ninguna de las placas tiene entre 30 y 300 colonias, utilícese la placa cuyo recuento se aproxime más a esta cifra. Si la placa correspondiente a la primera dilución es la única -- que presenta colonias y éstas son menos de 10, reportar el número de colonias contadas seguidas de la frase "en la dilución 1:10".
- l.- Debe apreciarse una razonable proporcionalidad en el número de colonias que aparezcan en las placas de acuerdo con las diluciones utilizadas. En tanto no exista esta relación el personal del laboratorio deberá adquirir la destreza necesaria -- hasta conseguirlo antes de efectuar estudios que sean válidos. Al iniciarse en el trabajo de laboratorio es recomendable inocular las cajas correspondientes de cada dilución por duplicado y computar las medias aritméticas.
- m.- Si todas las placas: 1). no muestran colonias, 2). muestran excesiva difusión de las mismas, 3). están contaminadas o no son satisfactorias por cualquier motivo, anótese respectivamente: 1). sin colonias, 2). colonias difusas, 3). inconcluyente por accidente de laboratorio.
- n.- Redondear la cifra obtenida en el recuento de manera que sólo aparezcan 2 dígitos significativos al inicio de esa cifra: -- 128 se reportará como 130, 2,417 como 2,400; 49 como 49, etc.



(\*) Anotar las que correspondan a cada caso particular.

## CUENTA DE ORGANISMOS COLIFORMES

En este grupo de microorganismos se incluyen bacilos Gram negativos, aerobios, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas dentro de 48 horas cuando se incuban a 32 - 35°C. Una variedad de bacterias, muy abundante y siempre presente en la materia fecal del hombre y animales superiores satisface la definición anterior; también pertenece a este grupo ciertas bacterias propias del suelo y los vegetales.

La interpretación del hallazgo y abundancia de los organismos coliformes no tiene un carácter universal. En tanto que en el agua, - en términos generales, se considera que su presencia revela una exposición reciente a la contaminación fecal, su significado no es el mismo en el caso de la leche, sustrato en el cual son capaces de desarrollar muy activamente. En algunos tipos de quesos, incluso, números elevados de estos microorganismos no guardan necesariamente relación con los antecedentes de manejo higiénico del producto y su presencia carece de significado sanitario.

La demostración y el recuento de organismos coliformes pueden realizarse mediante el empleo de medios sólidos que los favorecen selectivamente y los diferencian de los microorganismos con los que

suelen encontrarse asociados en los alimentos, o bien recurriendo a tubos de fermentación que contengan Caldo Lactosa y computando su número con base a las tablas de número más probable (NMP).

El criterio para seleccionar uno u otro procedimiento depende primariamente de la densidad de gérmenes que se espera encontrar siendo en algunos casos necesario considerar además la composición y naturaleza del alimento que se va a examinar. El uso de Caldo Lactosado o de Caldo Lauril Triptosa como medio presuntivo resulta muy ventajoso cuando se examinan alimentos con número exíguo de estas bacterias que por otra parte, pueden encontrarse en condiciones de vitalidad mermada debido al efecto subletal del calor y otros agentes durante la fabricación del producto. Explicaremos sólo el recuento utilizando un medio sólido.

## RECUESTO DE COLONIAS EN MEDIO SOLIDO

### MATERIAL Y EQUIPO

- a.- Horno para esterilizar a 180°.
- b.- Autoclave con termómetro o manómetro probado con termómetro de máximas.
- c.- Baño maría con termostato y termómetro.
- d.- Licuadora de una o dos velocidades controladas por un reóstato con vasos metálicos estériles.

- e.- Balanza de una capacidad no mayor a 2,500 g y de una sensibilidad de 0.1 g.
- f.- Utensilios estériles para la preparación de las muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas.
- g.- Frascos de vidrio de 200 a 250 ml de capacidad con tapón de rosca, conteniendo 99 ó 90 ml y tubos de vidrio de 16 x 150 mm con tapón de rosca conteniendo 9 ml de solución buffer diluyente; en ambos casos + 1% del volumen señalado después de la esterilización.
- h.- Pipetas bacteriológicas estériles de 10 ml y 1 ml graduadas en 0.1 y 0.01 ml respectivamente.
- i.- Gradillas adecuadas al tamaño de los tubos.
- j.- Cajas Petri de 100 x 15 mm.
- k.- Incubadora con termostato que evite variaciones mayores de  $\pm 0.1^\circ$ .
- l.- Contador de colonias Quebec o equivalente.
- m.- Contador manual (Tally).

#### MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS

##### a.- Agar Rojo Violeta Bilis

Extracto de levadura . . . . .	3.0	g
Peptona . . . . .	7.0	g
Sales biliares . . . . .	1.5	g
Lactosa . . . . .	10.0	g

Cloruro de sodio . . . . .	5.0	g
Rojo Neutro . . . . .	0.05	g
Cristal Violeta . . . . .	0.002	g
Agar . . . . .	15.0	g
Agua destilada . . . . .	1000	ml

Suspender 41.5 g del medio deshidratado en un litro de agua - destilada y dejar reposar por un minuto. Mezclar perfectamente y ajustar el PH a 7.4 .

Calentar con agitación constante y hervir durante 2 minutos. - Envasar en recipientes estériles. El PH final del medio debe ser 7.4 .

b.- Solución buffer diluyente.

### PROCEDIMIENTO

- a.- Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo (de igual forma que en el procedimiento para la cuenta de mesofílicos aerobios).
- b.- Preparar la muestra y sus diluciones decimales.
- c.- Transferir un mililitro o un volumen decimal de la muestra o de sus diluciones o cajas de Petri.
- d.- Agregar de 12 a 15 ml de medio Agar Rojo Violeta bilis fundido

iendo a 45° - 48°.

necesario inocular las cajas con un volumen mayor de pueden usarse hasta 3.3 ml de muestra para 15 - 20 ml) o alternativamente, incluir más de una caja inoculada una con 1 ml, a fin de poner en evidencia colonias de es cuando su número fuera muy reducido en la muestra: cas conteniendo cada una 3.3 m de la dilución 1:10 -- án examinar 1 g ó 1 ml de la muestra.

correctamente el medio con la muestra. Dejar solidi- bre una superficie plana y horizontal y agregar 4 ml o medio de cultivo extendiéndolo para cubrir completa superficie.

lidificar e incubar las cajas en posición invertida - 24 ± 2 horas, a 32 - 35°.

as colonias de coliformes desarrolladas. Las colo--- color rojo oscuro, con halo de precipitación y diáme 5 mm o mayor, se consideran típicas de los organis-- formes en los productos lácteos. En otros alimentos mostrar el halo.

ias de ciertas formas de cocos a veces producen colo jantes en color y tamaño a los coliformes, aunque --

el número de colonias de organismos coliformes y re-

portar "Cuenta de organismos coliformes en placas de Agar Rojo Violeta Bilis incubadas 24 horas a 35°."

## CUENTA DE HONGOS Y LEVADURAS

Los hongos y levaduras son microorganismos que tienen interés como causa de alteración y como elementos biológicos utilizados en la manufactura de algunos alimentos: quesos, cerveza, pan, etc. Ciertos hongos pueden producir al desarrollar en el alimento, toxinas con efecto en los animales y el hombre, las que genéricamente reciben el nombre de micotoxinas. Los hongos tienen una gran ubicuidad en la naturaleza, siendo muy comunes en el polvo y la tierra; las levaduras desarrollan con facilidad en los utensilios y equipo defectuamente lavados, que se utilizan en industrias que manejan carbohidratos.

El propósito de su investigación en el laboratorio consiste en descubrir la exposición a fuentes de contaminación y defectuosa conservación de algunos alimentos. Por ello, la técnica se ha diseñado para estimar su abundancia y no su mera presencia. Investigar cepas toxigénicas carece, hasta el momento, de valor práctico. La prueba no se aplica a cualquier tipo de alimento, sino sólo a aquellos en los que de acuerdo con la experiencia, permite correlacionar su hallazgo por encima de ciertos límites con prácticas sanitarias defectuosas en la producción y almacenamiento del alimento.

## MATERIAL Y EQUIPO

- a.- Horno para esterilizar a 180°.
- b.- Autoclave con termómetro o manómetro probado con termómetro de máximas.
- c.- Baño María con termostato y termómetro.
- d.- Incubadora con termostato que evite variaciones mayores de --  
± 0.1°.
- e.- Licuadora de 1 ó 2 velocidades controladas por un reóstato --  
con vasos metálicos estériles.
- f.- Balanza de una capacidad no mayor a 2,500 g y de una sensibi-  
lidad de 0.1 g.
- g.- Utensilios estériles para la preparación de las muestras: cu-  
chillos, pinzas, tijeras, cucharas y espátulas.
- h.- Frascos de dilución de 200 a 250 ml de capacidad con tapa de  
rosca conteniendo 99 ó 90 ml y tubos de 16 x 150 mm con tapón  
de rosca conteniendo 9 ml de solución buffer diluyente, en --  
ambos casos ± 1% del volumen señalado después de la esterili-  
zación.
- i.- Pipetas bacteriológicas de 10 y 1 ml graduadas en 0.1 y 0.01  
ml respectivamente.
- j.- Cajas Petri de 100 x 15 mm.
- k.- Gradillas adecuadas al tamaño de los tubos.
- l.- Contador de Colonias Quebec o equivalente.
- m.- Contador manual Tally.

## MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS

### a.- Agar Papa Dextrosa

Infusión de papa . . . . .	200 g
Dextrosa . . . . .	20 g
Agar . . . . .	15 g
Agua destilada . . . . .	1000 ml

Suspender 39 g del medio deshidratado en un litro de agua y - calentar a ebullición. Distribuir en porciones de 100 ml y - esterilizar en autoclave por 15 minutos a 121°C. Enfriar a - 45° - 48° y acidificar a PH 3.5 con una solución estéril de - ácido tartárico al 10% (aproximadamente 1.4 ml de ácido/100 - ml de medio). Una vez que se ha agregado el ácido tartárico no se vuelva a calentar el medio).

### b.- Solución estéril de ácido tartárico al 10%.

Ac. tartárico . . . . .	10 g
Agua destilada . . . . .	100 ml

Disolver y esterilizar a 121° durante 15 minutos.

### c.- Solución Buffer diluyente.



## PROCEDIMIENTO

- a.- Preparar la muestra y las diluciones decimales.
- b.- Colocar 1 ml de cada dilución por duplicado en cajas Petri estériles y agregar 12-15 ml de Agar Papa Dextrosa acidificado, fundido y mantenido a 45° - 48°.
- c.- Homogenizar y dejar solidificar. Incubar una serie de placas a 22° durante 5 días y la otra serie a 35° durante 48 horas.
- d.- Contar las colonias de hongos en la serie incubada a 32° y -- las colonias de levaduras en la serie incubada a 35°, así como en la incubada a 22°.
- e.- Multiplicar por la inversa de la dilución y reportar "Cuenta de hongos en placas Agar Papa Dextrosa acidificada incubada - 5 días a 22°" y "Cuenta de levaduras en placas de Agar Papa - Dextrosa acidificada incubadas 48 horas a 35° o 5 días a 22°" (según el caso en el cual el recuento sea más elevado), por - gramo o mililitro de la muestra.

## CAPÍTULO IV

### APLICACION DEL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

- Importancia
- Métodos estadísticos
- Variables y atributos
- Muestreo de aceptación
  - Muestreo de aceptación por atributos
  - Muestreo de aceptación por variables
- Control del proceso
  - Pasos para diseñar un Gráfico de control
  - Control del proceso por atributos
    - Aplicación de las gráficas 'p'
    - Aplicación de las gráficas 'c'
  - Control del proceso por variables
- Consideraciones adicionales acerca de los gráficos de control
- Especificaciones y parámetros de control
  - Requerimientos para agua de embotellado
  - Especificaciones de las soluciones conservadoras
  - Especificaciones para los jarabes
  - Especificaciones para lavadoras
  - Especificaciones para envase limpio
  - Especificaciones de producto terminado
  - Especificaciones de los análisis bacteriológicos

## APLICACION DEL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

### IMPORTANCIA

El control estadístico de calidad es una herramienta fundamental en cualquier sistema, ya que no se puede controlar la calidad simplemente con una buena actitud del personal sino que requiere de cierto apoyo técnico; sin embargo, como dijimos, no hay que olvidar que sólo es una herramienta y como tal requiere de un buen uso para cumplir con su objetivo.

Para utilizar bien estas técnicas es necesario conocerlas y comprenderlas, no queremos decir con esto que todos los obreros deberán tener la capacidad de diseñar gráficas y planes de muestreo pero si entender los resultados que estas técnicas arrojen.

### METODOS ESTADISTICOS

Existen dos tipos de métodos estadísticos disponibles:

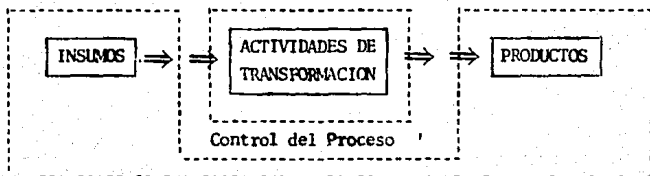
- El Muestreo de Aceptación
- El Control del Proceso

El Muestreo de Aceptación se aplica en la inspección de un lote --- cuando se debe tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote de materiales, sobre la base de una muestra aleatoria obtenida del lote.

te mismo. Este tipo de inspección se usa frecuentemente para las materias primas que llegan a la empresa o para los productos terminados antes de que sean distribuidos.

El Muestreo para Control del Proceso se usa durante la producción, mientras el producto está siendo elaborado. En este caso la decisión consiste en determinar si el proceso debe continuar o no, o si se debe detener la producción e investigar las causas de los defectos, que pueden provenir de los materiales, del operador o de la máquina. Esta decisión se basa en muestras aleatorias periódicas que se obtienen del proceso.

Esquemáticamente podemos visualizar estos dos métodos estadísticos de la siguiente manera:



Muestreo de Aceptación

Estos dos tipos de control estadístico de la calidad son conceptualmente diferentes. Mientras el muestreo de aceptación se puede hacer antes o después de la producción, el control del proceso produc

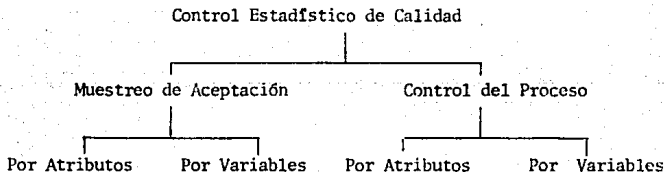
tivo se hace durante la producción. Es importante señalar que estos métodos no son mutuamente excluyentes; ambos pueden usarse como una parte del Sistema de Control de Calidad, en diferentes puntos del -- proceso.

## VARIABLES Y ATRIBUTOS

Las características de calidad las podemos medir de dos forma dife-- rentes:

- 1).- Por atributos.- Cierta caracterfstica se presenta o no se presenta (no hay puntos intermedios).
- 2).- Por variables.- Las características se presentan en dife<sup>u</sup> rentes grados y son medibles.

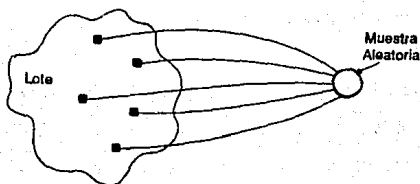
Todos los productos fabricados o en proceso deben reunir ciertas con<sup>u</sup> diciones explícitas o implícitas, muchas de las cuales pueden defi-- nirse como variables y otras tantas como atributos.



#### IV.1 MUESTREO DE ACEPTACION

Como habíamos visto, esta técnica estadística se define como el acto de tomar una o más muestras al azar de un lote de artículos, inspeccionar cada uno de éstos, y decidir (basándose en los resultados de la inspección) si se debe aceptar o rechazar todo el lote.

FIGURA IV.1.1.



Debido a que la mayor parte de las veces vamos a trabajar con muestras es obvio que podemos incurrir en dos diferentes tipos de errores:

A).- Error Tipo I o riesgo del productor:

Normalmente es referido con la letra griega  $\alpha$  y este error consiste en tomar una muestra que tenga una mayor proporción de defectos que el lote total y por lo tanto rechazaríamos un buen lote.

B).- Error tipo II o riesgo del cliente:

Es conocido con la letra griega  $\beta$  y consiste en tomar una muestra que tenga menor proporción de defectos que el lote total obligándonos a aceptar un lote malo.

## MUESTREO DE ACEPTACION POR ATRIBUTOS

Los resultados que arroja esta técnica estadística es lo que conocemos como "plan de muestreo".

El plan de muestreo es simplemente una regla de decisión que nos dice de que tamaño debemos tomar la muestra ( $n$ ) y el número o porcentaje ( $c$ ) de defectos "permisibles" en dicha muestra.

Entonces, en el muestreo simple de aceptación, se revisa una muestra de un lote, y la decisión de aceptar o rechazar el lote se toma después de que la muestra ha sido inspeccionada. Formalmente se de nota por:

$n$  = Tamaño de la muestra

$c$  = Número de aceptación

$x$  = Número de unidades defectuosas encontradas en la muestra

En el muestreo simple, la regla de decisión para aceptar o rechazar el lote, después de inspeccionar la muestra, es la siguiente:

Si  $x \leq c$ , aceptar el lote

Si  $x > c$ , rechazar el lote

Esta nomenclatura y condiciones son las utilizadas en el muestreo de aceptación por atributos, técnica que recomendamos utilizar en la recepción de plastitapas de las plantas embotelladoras. Las otras materias primas son azúcar, conservadores, concentrados, agua y botellas vacías. Para el control de éstas, como veremos más adelante, utilizaremos otras técnicas estadísticas.

Las plantas embotelladoras normalmente reciben las plastitapas en cajas que contienen 10,000 cada una. Es importante revisar el buen estado de las fichas ya que de venir maltratadas o dobladas ocasionarían problemas en la coronadora bloqueando los ductos y obligándonos a parar la producción.

Esta prueba consiste en revisar que la impresión en las plastitapas sea la correcta y que no estén dobladas o maltratadas. Como podemos ver, éstas son características de atributo, es decir, se presentan o no, es por esta razón y por tratarse de una materia prima, -- que utilizaremos la técnica de muestreo de aceptación por atributos.



Para llevar a cabo este control debemos fijar en términos de probabilidades los dos riesgos antes mencionados. También debemos definir cuándo vamos a considerar un lote como bueno o cuándo como malo, esto es:

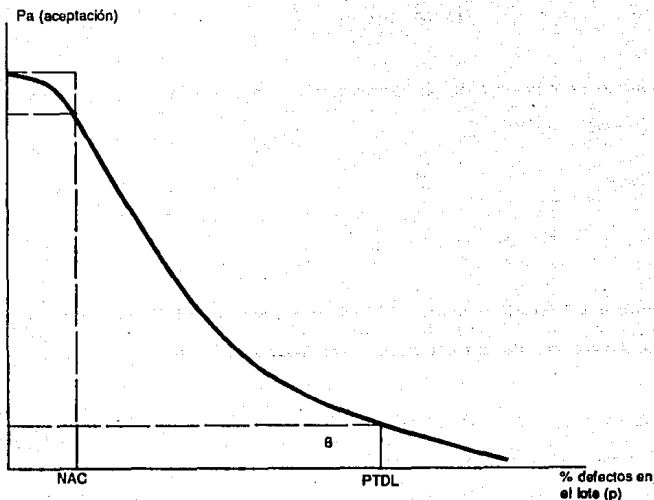
El nivel aceptable de calidad (NAC) es el nivel de calidad de un buen lote, es decir, es el porcentaje de defectuosos que pueden ser considerados todavía satisfactorios, y representa un nivel de calidad que el productor desea aceptar con una gran probabilidad de aceptación.

El porcentaje de tolerancia de defectos del lote (PTDL) es el nivel de calidad de un lote malo. Este representa un nivel de calidad que el cliente desea aceptar con una baja probabilidad.

Con estos cuatro datos:  $\alpha$ ,  $\beta$ , NAC y PTDL podemos determinar el plan de muestreo, es decir: el tamaño de muestra  $n$  y el número de aceptación  $c$ .

La descripción gráfica de un plan específico de muestreo es lo que conocemos como curva característica de operación (CCO), misma que se ilustra en la página siguiente.

FIGURA IV. 1.2.



Para el caso de las plastitapas, como ejemplo definiremos los siguientes parámetros aunque es responsabilidad de la administración fijar cada uno de ellos dependiendo de sus políticas.

Nivel de calidad aceptable (NAC):	2 %
Porcentaje de tolerancia de defectos del lote (PTDL):	10 %
Probabilidad de rechazar un lote bueno ( $\alpha$ ):	10 %
Probabilidad de aceptar un lote malo ( $\beta$ ):	10 %

Entonces las condiciones quedan de la siguiente manera:

$P_a = 0.90$  cuando  $p = 0.02$

$P_a = 0.10$  cuando  $p = 0.10$

Usando el nomograma de la distribución binomial acumulada, el plan de muestreo queda:

$n = 32$

$c = 2$

Entonces bastará revisar 32 fichas de cada caja de 10,000, y si encontramos más de dos defectuosas rechazamos la caja.

Como vimos, el procedimiento de cálculo es muy sencillo y la gerencia podrá cambiar en el momento que desee las probabilidades de caer en los errores tipo I y tipo II así como los porcentajes NAC y PTDL.

## MUESTREO DE ACEPTACION POR VARIABLES

Ahora bien, para el caso de las otras materias primas a excepción del agua y las botellas vacías, utilizaremos la técnica de muestreo de aceptación por variables, por lo siguiente:

La mayoría de las embotelladoras de refrescos reciben lotes perfectamente definidos de azúcar, conservadores y concentrados. Por las

características de este tipo de industria resulta difícil mantener en inventarios por mucho tiempo estas materias primas, así que las pruebas químicas-biológicas de calidad no siempre son posibles, haciéndose la mayoría de las veces una simple prueba de apariencia. Lo que sí es posible verificar y la mayoría de las plantas lo hacen es la cantidad, entonces lo que debemos hacer es medir el peso promedio de los lotes para tomar la decisión de aceptar o rechazar los lotes.

Como en este caso la característica de calidad a determinar (peso) es una variable continua, es decir, puede tomar cualquier valor entre dos puntos y es perfectamente medible, la técnica más apropiada en este caso es el muestreo de aceptación por variable.

Para mostrar el uso de esta técnica estadística tomaremos como ejemplo la decisión de aceptar o rechazar lotes de azúcar debido a que esta materia prima la tiene muy controlada el gobierno y se surte -prácticamente con las mismas condiciones a todas las plantas embotelladoras de refrescos.

Al igual que en el muestreo de aceptación por atributos, esta técnica nos dará un plan de muestreo (n,c) pero ahora bajo estos términos:

n = tamaño de la muestra

$c$  = promedio de aceptación

$x$  = promedio encontrado en la muestra

La regla que utilizaremos para aceptar o rechazar los lotes es la siguiente:

Si  $\bar{x} > c$ , aceptar el lote

Si  $\bar{x} \leq c$ , rechazar el lote

Para utilizar esta técnica es necesario conocer la desviación estándar de la variable a medir. Lo cual no es problema ya que la podemos calcular a través de datos históricos y si no tenemos estos datos entonces debemos destinar cierto tiempo para recopilarlos antes de implantar esta técnica. El tiempo para esta recopilación podría variar de una a cuatro semanas dependiendo de la empresa.

Una vez calculada la desviación estándar debemos fijar los siguientes parámetros:

- Promedio aceptable de calidad (PAC).- Los lotes que promediasen esta cantidad o más los consideraríamos como buenos.
- Promedio inaceptable de calidad (PIC).- Los lotes que promediasen esta cantidad o menos serían malos.

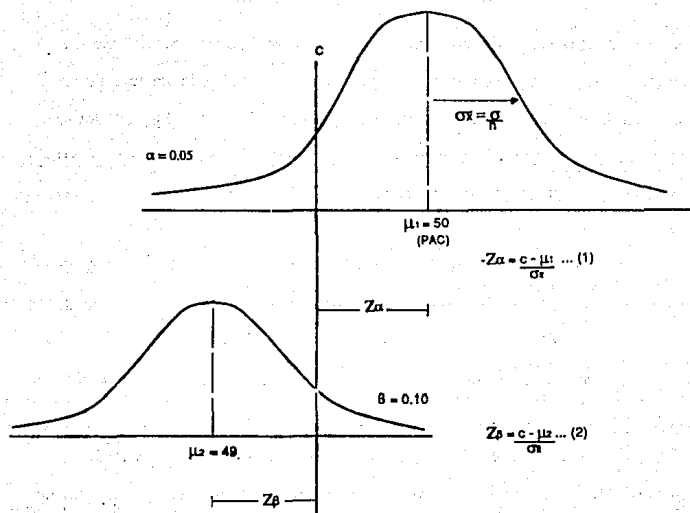
- Probabilidad de rechazar un lote bueno ( $\alpha$ ).
- Probabilidad de aceptar un lote malo ( $\beta$ ).

Las embotelladoras de refrescos reciben normalmente el azúcar en -- costales de 50 Kg cada uno. En un estudio realizado en una de es-- tas plantas encontramos una desviación estándar de 2 Kg, es decir,  $\sigma = 2$  Kg. Tomando en cuenta esto y a manera de ejemplo determina mos los siguientes parámetros:

Promedio aceptable de calidad (PAC):	50 Kg
Promedio inaceptable de calidad (PIC):	49 Kg
Probabilidad de rechazar un lote bueno ( $\alpha$ ):	5 %
Probabilidad de aceptar un lote malo ( $\beta$ ):	10 %

Sabemos por el Teorema del Límite Central que nuestra variable de - interés (peso promedio) sigue una distribución normal, así que pode mos describir esquemáticamente la situación del problema de la si-- guiente forma:

FIGURA IV. 1.3



El procedimiento de solución es primero establecer las ecuaciones - simultáneas que determinan el límite o promedio de aceptación  $c$  en términos de errores estandar  $Z$ . Esto es:

De las ecuaciones (1) y (2) despejamos  $c$ :

$$\text{de (1):} \quad c = \mu_1 - Z_\alpha \sigma_x \quad \dots (3)$$

$$\text{de (2):} \quad c = \mu_2 + Z_\beta \sigma_x \quad \dots (4)$$

$$\text{Sabemos que:} \quad \sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \dots (5)$$

Sustituyendo (5) en (3) y (4) e igualando estas últimas:

$$\mu_1 - Z_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \mu_2 + Z_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Ahora despejamos n:

$$Z_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}} + Z_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \mu_1 - \mu_2$$

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}} (Z_\beta + Z_\alpha) = \mu_1 - \mu_2$$

$$\frac{\sqrt{n}}{\sigma} = \frac{Z_\beta + Z_\alpha}{\mu_1 - \mu_2}$$

$$\therefore n = \left( \frac{\sigma (Z_\beta + Z_\alpha)}{\mu_1 - \mu_2} \right)^2 \quad \dots (6)$$

Buscando en tablas de la distribución normal estándar podemos ver - que  $Z_\alpha = 1.645$  y  $Z_\beta = 1.28$ . Sustituyendo todos los valores en - (6) tenemos:

$$n = \left( \frac{1 (1.28 + 1.645)}{50 - 49} \right)^2 = 34$$

y utilizando (3) ó (4) obtenemos c:

$$c = 50 - 1.645 \frac{2}{\sqrt{34}} = 49.4 \text{ Kg}$$



Entonces tenemos que revisar aleatoriamente 34 costales y determinar el peso promedio. Si  $\bar{x} > 49.4$  aceptamos el lote si no lo rechazamos.

Este mismo procedimiento es el que utilizamos para el control de conservadores y concentrados.

Nota: El control de la calidad de plastitapas también lo haríamos con esta técnica ya que no es necesario contar las fichas si calculamos el peso promedio de cada caja.

## IV.2 CONTROL DEL PROCESO

Detectar cambios cuando ocurren es una de las principales dificultades en la vigilancia de un proceso. Aunque podría pensarse que sería fácil detectar un cambio por medio de una simple observación, generalmente no es tan fácil.

El control del proceso se basa en dos supuestos básicos:

- 1).- No importa el grado de perfección con el que se diseñe un proceso, existirá alguna variabilidad en las características de calidad de una unidad a la siguiente.
- 2).- Los procesos de producción, por muchas razones, generalmente no se encuentran en un estado de control.

Un proceso productivo puede ser puesto en estado de control y puede mantenerse en ese estado mediante el uso de gráficas de control de calidad (también llamadas gráficas de control de Shewhart).

Estas gráficas se basan en el concepto estadístico implícito en el Teorema del Límite Central. Este teorema permite usar la distribución normal estándar para emitir juicios sobre los cambios en los procesos que se están siguiendo. Para hacer uso del teorema se toma una muestra de varias unidades, se mide la característica crítica

ca y se obtiene el promedio aritmético. El teorema especifica que si se calcula un número suficiente de estos promedios, tendrán ---- aproximadamente una distribución normal independientemente de la -- forma de la distribución individual de la variable; esta aproxima-- ción a la normalidad es más precisa a medida que se aumente el tama-- ño de la muestra.

### PASOS PARA DISEÑAR UN GRAFICO DE CONTROL

- 1.- Seleccionar el trabajo o punto del proceso.
- 2.- Seleccionar las características de calidad que se monitorearán.
- 3.- Determinar si la medición se hará por variables o por atributos.
- 4.- Registrar datos históricos (de 20 a 25 muestras de tamaño n).
- 5.- Calcular el promedio y los límites de control superior e inferior del proceso.
- 6.- Dibujar el gráfico de control. El gráfico tendrá alguna unidad de medida en el eje de las 'y' versus tiempo o número de muestra en el eje de las 'x'.
- 7.- Dibujar en el gráfico el desempeño actual con datos recientes.
- 8.- Interpretar el gráfico para ver si el proceso está bajo control o no.
- 9.- Poner al día el gráfico de control. Generalmente después de un mes, el gráfico se reconstruye regresando al paso 4. Ahora se reemplazan los datos históricos por aquellos que fueron re-

cogidos a partir de la última vez en que el gráfico se puso al día.

## CONTROL DEL PROCESO POR ATRIBUTOS

Cuando la calidad se mide por atributos, la característica de calidad está dada por el porcentaje de unidades defectuosas ( $p$ ) o por el número de defectos ( $c$ ). Entonces podemos utilizar dos tipos de gráficos:

- a.- Graficar ' $p$ '
- b.- Graficar ' $c$ '

Una gráfica ' $p$ ' está basada en la distribución binomial (aproximación normal) y es sensible a un cambio en la proporción de defectuosos en un proceso. La gráfica ' $c$ ' está basada en la distribución de Poisson, y es muy útil cuando se desconoce el número de artículos no defectuosos.

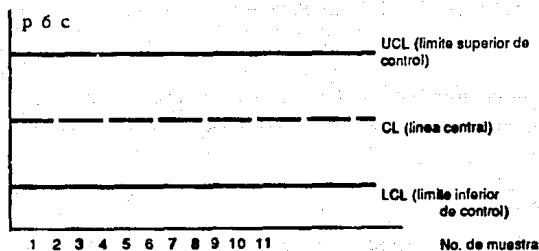


FIGURA IV.2.1

Las expresiones para calcular los límites son:

- Gráficas 'p':

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$CL = p$$

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\text{Donde } p = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total de artículos}}$$

$$n = \text{Tamaño de cada muestra}$$

- Gráficas 'c':

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$CL = \bar{c}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\text{Donde } \bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de muestras}}$$

En la industria embotelladora podemos usar estas gráficas de la manera siguiente:

- Gráficas 'p':

Envase al salir de la lavadora: suciedad, quebraduras y arrastre

de sosa.

Envase al salir de la llenadora: suciedad, quebraduras y pruebas organolépticas.

- Gráficas 'c':

Devoluciones de los clientes.

### APLICACION DE LAS GRAFICAS 'p'

El tamaño de muestra  $n$  y el espaciamiento entre muestreo y muestreo depende de la capacidad operativa del departamento de control de calidad de cada planta embotelladora; sin embargo, se debe tomar en cuenta que entre mayor sea  $n$  menor es la probabilidad de detener un proceso por aparente pérdida de control del mismo.

La metodología para construir los gráficos (o cartas) de control es la misma en todos los casos pero para visualizarla mejor consideremos el siguiente ejemplo:

Supongamos que para controlar el enjuague final de las lavadoras, - la Embotelladora de Refrescos, S.A. de C.V. desea fijar sus límites de control basándose en 20 muestras (tomadas a la salida de la lavadora) de 30 botellas cada muestra ( $n = 30$ ), y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

No. de muestra	No. de Botellas con restos de sosa	Porcentaje de Botellas con resto de sosa
1	3	0.10
2	2	0.07
3	4	0.13
4	1	0.03
5	2	0.07
6	0	0.00
7	3	0.10
8	2	0.07
9	4	0.13
10	1	0.03
11	1	0.03
12	1	0.03
13	1	0.03
14	3	0.10
15	2	0.07
16	1	0.03
17	4	0.13
18	2	0.07
19	1	0.03
20	0	0.00
Total	38	

FIGURA IV.2.2

Los límites de control se calculan de la siguiente forma:

$$p = \frac{\text{total de defectuosos}}{\text{total de botellas}} = \frac{38}{(20)(30)} = 0.063$$

$$UCL = 0.063 + 3 \sqrt{\frac{(0.063)(1 - 0.063)}{30}} = 0.1961$$

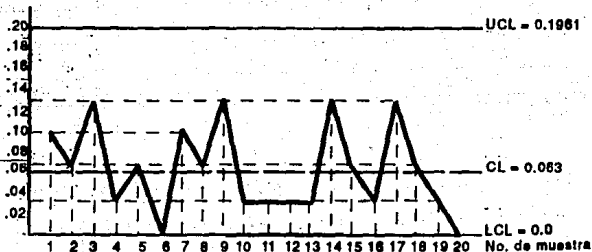
$$CL = 0.063$$

$$LCL = 0.063 - 3 \sqrt{\frac{(0.063)(1 - 0.063)}{30}} = -0.07$$

Como LCL resultó ser un número negativo debemos considerar este límite como cero ya que es absurdo hablar de porcentajes negativos de defectuosos.

Gráficamente:

FIGURA IV.2.3





Si alguno de los puntos (datos históricos) hubiese rebasado los límites de control habría entonces que descartar ese dato y calcular un nuevo valor de 'p' y unos nuevos límites de control.

Exactamente este mismo procedimiento es el que usaríamos para controlar la suciedad y las quebraduras de las botellas al salir de -- las lavadoras y llenadoras. Las características organolépticas tam bién las controlaríamos con esta técnica.

#### APLICACION DE LAS GRAFICAS 'c'

Este tipo de gráfica es recomendable cuando desconocemos el número de defectuosos. En el caso pasado, cuando hacemos las pruebas a la totalidad de la muestra determinamos perfectamente el número de artículos defectuosos y por lógica los restantes artículos no son defectuosos. Hay ocasiones en las que esto no es posible porque no podemos determinar el tamaño de la muestra como en el caso de las devoluciones por alguna falla. Podemos contar perfectamente el número de refrescos devueltos pero como éstos no fueron extraídos de una muestra no podemos determinar el número de refrescos no defectuosos ya que como en la mayoría de los casos no todos los artículos defectuosos se devuelven.

El número de devoluciones recibidas por día podría ser utilizado co mo una medida de la calidad de servicio. Supongamos que la Embote-

lladora de Refrescos, S.A. de C.V., en 10 días hábiles recibió el siguiente número de devoluciones de refrescos en malas condiciones:

Día	No. de refrescos devueltos/día
1	200
2	185
3	260
4	170
5	196
6	204
7	198
8	176
9	187
10	193
<b>Totales:</b>	<b>1,969</b>

Con estos datos históricos y con las fórmulas descritas anteriormente para gráficas 'c' fijamos los límites de control:

$$\bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de muestras}} = 1,969 \text{ refrescos devueltos} / 10$$

$$\bar{c} = 196.9 \text{ refrescos devueltos/día}$$

$$UCL = 196.9 + 3\sqrt{196.9} = 239$$

$$CL = 196.9$$

$$LCL = 196.9 - 3\sqrt{196.9} = 154.8$$

En este caso, es obvio que resultados menores al límite de control inferior (LCL) son benéficos para la empresa y entre más cercanos a cero es mejor; sin embargo, nos sirve conocer el LCL real para que en caso de obtener resultados por debajo de este límite, investigar las causas de esta mejoría.

Gráficamente los límites quedan de la siguiente forma:

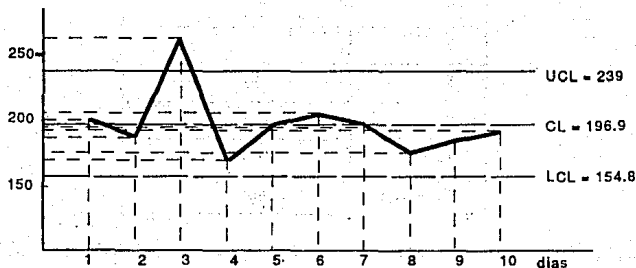


FIGURA IV.2.4

Podemos ver que en día número 3 el promedio de refrescos devueltos es mayor que el límite de control superior por lo que será necesario recalcular los límites, ahora sin considerar este día:

$$\bar{c} = \frac{(1,969 - 260) \text{ refrescos devueltos}}{9 \text{ días}}$$

$$\bar{c} = 189.9 \text{ refrescos devueltos/día}$$

$$UCL = 189.9 + 3 \sqrt{189.9} = 231.2$$

$$CL = 189.9$$

$$LCL = 189.9 - 3 \sqrt{189.9} = 148.7$$

La gráfica definitiva quedaría de la siguiente forma:

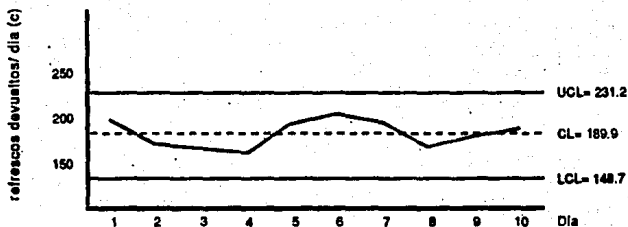


FIGURA IV.2.5

Se puede decir que estos son los límites normales de variación del proceso. Si la empresa empezara a recibir más de 231.2 refrescos devueltos por día entonces se tendría que revisar el proceso para -

encontrar la causa del empeoramiento.

## CONTROL DEL PROCESO POR VARIABLES

Las gráficas de control de variables son usadas para monitorear datos continuos (medibles) y podemos utilizar dos tipos de gráficas:

a.- Gráficas ' $\bar{X}$ '

b.- Gráficas 'R'

Las expresiones para calcular los límites son:

a).- Gráficas ' $\bar{X}$ ':

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A\bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A\bar{R}$$

b).- Gráficas 'R':

$$UCL = B\bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = C\bar{R}$$

Donde  $\bar{\bar{X}}$  es la media de las  $\bar{X}$  muestrales,  $\bar{R}$  es la media de los rangos (R) muestrales, y A, B y C son factores de control.

Debemos calcular dos valores a partir de cada muestra: una medida de tendencia central (promedio) y una medida de variabilidad (rango). Se deberá usar una carta de control para cada una de estas medidas. Cuando se descubra que el proceso está fuera de control respecto a cualquiera de estos valores, el proceso se detiene y se buscan las causas.

Las variables que mediremos en la industria embotelladora son las siguientes:

Envase al salir de  
la llenadora

Volumen de llenado (ml)

Volumen de CO<sub>2</sub>

° Brix

Acidez (gr/lit)

Coronado (pulg)

El método para establecer los límites de control en cada caso es -- exactamente el mismo, así que para ilustrar el uso de estas cartas de control emplearemos el volumen de llenado como ejemplo.

Supongamos que la Embotelladora de Refrescos, S.A. de C.V. tiene -- una llenadora ajustada para introducir a las botellas 400 ± 5 ml de producto. Para calcular los límites de control se tomaron 20 muestras de tamaño  $n = 10$  y se obtuvieron los resultados de la tabla siguiente:

No. de Muestra	n										$\bar{X}$	R
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	389	395	405	395	401	405	410	399	387	410	399.6	23
2	408	400	390	392	403	387	390	400	403	402	397.5	21
3	401	388	389	410	400	397	399	401	389	400	397.4	21
4	408	391	393	399	400	398	396	392	402	398	397.7	17
5	400	399	398	396	396	401	402	390	395	403	398.0	13
6	389	400	402	396	394	402	397	401	407	399	398.7	18
7	392	391	400	407	401	400	391	396	395	394	396.7	16
8	398	400	396	410	399	396	402	401	400	400	400.2	14
9	390	396	400	401	396	398	402	400	398	401	398.2	12
10	391	403	402	396	410	405	398	404	400	399	400.8	19
11	401	389	400	402	398	400	395	396	403	404	398.8	15
12	391	397	405	400	399	398	402	401	400	403	399.6	14
13	396	399	395	401	398	403	402	397	399	402	399.2	8
14	400	398	402	399	401	400	396	395	394	390	397.5	12
15	410	401	402	399	400	401	398	397	402	400	401.0	13
16	399	398	400	401	396	398	400	402	399	401	399.4	6
17	400	401	399	396	395	402	398	400	402	400	399.3	7
18	396	398	395	402	401	404	406	400	399	400	400.1	11
19	398	399	402	401	407	390	402	401	398	406	400.4	17
20	391	399	406	401	400	396	395	402	406	400	399.6	15

FIGURA IV. 2. 6

El gran promedio  $\bar{\bar{X}}$  de las medias muestrales y el promedio de los rangos  $\bar{R}$  son:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{\text{No. de muestras}} = \frac{399.6 + 397.5 + \dots + 399.6}{20} = 399 \text{ ml}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{\text{No. de muestras}} = \frac{23 + 21 + \dots + 15}{20} = 14.6 \text{ ml}$$

Los límites para controlar la tendencia central se calculan de la siguiente manera:

Por tablas podemos ver que los factores de control para una muestra de tamaño  $n = 10$  son  $A = 0.308$ ;  $B = 1.777$  y  $C = 0.223$  y por lo tanto:

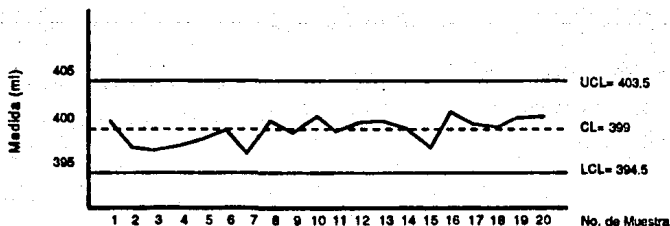
$$\text{UCL} = \bar{\bar{X}} + A\bar{R} = 399 + (0.308)(14.6) = 403.5$$

$$\text{CL} = \bar{\bar{X}} = 399$$

$$\text{LCL} = \bar{\bar{X}} - A\bar{R} = 399 - (0.308)(14.6) = 394.5$$

Gráficamente:

FIGURA IV.2.7.





Los límites para controlar la variabilidad los calculamos así:

$$UCL = \bar{R} + 1.777 (14.6) = 25.9$$

$$CL = \bar{R} = 14.6$$

$$LCL = \bar{R} - 1.777 (14.6) = 3.25$$

Gráficamente:

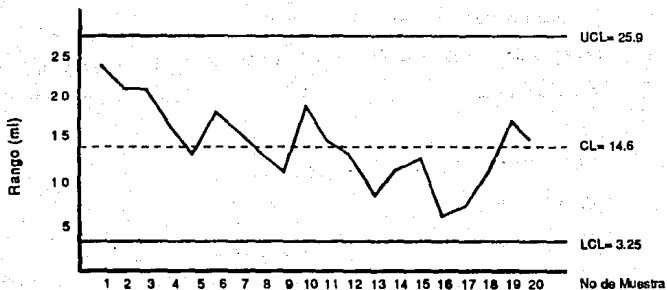


FIGURA IV. 2.8

Quando cualquiera de las dos cartas muestre alguna anomalía debemos detener el proceso y buscar la causa que tiende a llenar mal las botellas.

Este mismo procedimiento utilizaremos para controlar los volúmenes de CO<sub>2</sub>, los °Brix, los gr/lit de acidez y el diámetro de coronado -- de los productos terminados.

## CONSIDERACIONES ADICIONALES ACERCA DE LOS GRAFICOS DE -- CONTROL

Al usar gráficos de control debemos tomar en cuenta los siguientes tres puntos importantes:

### 1.- Tamaño de la muestra:

Para una carta de control por atributos, como regla general, - la muestra debe ser al menos lo suficientemente grande como pa ra permitir la detección de una unidad defectuosa, con frecuen cia entre 50 y 300 observaciones, aunque claro está que depen de también de la capacidad operativa y económica de la empre-- sa.

Las cartas de control por variables requieren muestras de tama ño mucho menor, casi siempre entre 3 y 10 unidades porque la - medición por variables proporciona mucha más información.

### 2.- Frecuencia con la que deben tomarse las muestras:

Un proceso de producción de alto volumen debe muestrearse fre- cuentemente ya que puede producirse un alto número de unidades

defectuosas. Cuando el costo de producir defectos es alto con respecto al costo de la inspección, el proceso productivo también debe muestrearse con frecuencia.

En la industria embotelladora normalmente son altos volúmenes de producción y bajos costos de inspección por lo que se debe muestrear frecuentemente.

### 3.- Relación entre límites de control y especificaciones del producto:

Si las especificaciones del producto se encuentran dentro de los límites de control el proceso está sobre-especificado, es decir, no es posible cumplir con las especificaciones dentro de la banda normal de variación. En estos casos, las especificaciones deben modificarse, o se debe usar un mejor proceso.

Entonces pues, debemos procurar que los límites de control estén dentro de las especificaciones.

En lo que respecta al control de calidad en la elaboración de jarabes, tratamiento y recuperación de aguas no es necesario aplicar el control estadístico porque los procesos en estos departamentos son muy lentos y da tiempo de corregir cualquier anomalía al ser detectada, es decir, si un tanque no cubre las especificaciones entonces se arregla hasta que las cumpla perfectamente, por lo que en los registros normalmente se anotan puros resultados acorde con las nor--

mas. El departamento de control de calidad no debe permitir que el contenido de ningún tanque se utilice si éste no está en perfectas condiciones.

#### IV.3 ESPECIFICACIONES Y PARAMETROS DE CONTROL

##### REQUERIMIENTOS PARA AGUA DE EMBOTELLADO

Cloro . . . . .	0 ppm
Dureza (Ca Co <sub>3</sub> ) . . . . .	no más de 150 ppm
Alcalinidad . . . . .	no más de 50 ppm
Sulfatos . . . . .	no más de 250 ppm
Cloruros . . . . .	no más de 250 ppm
Hierro . . . . .	no más de 0.1 ppm
Manganeso . . . . .	no más de 0.1 ppm
Sólidos totales disueltos . . . . .	no más de 850 ppm
Color . . . . .	ninguno
Turbidez . . . . .	ninguna
Sabor . . . . .	ninguno
Olor . . . . .	ninguno
Materia Orgánica . . . . .	ninguna

##### ESPECIFICACIONES DE LAS SOLUCIONES CONSERVADORAS

Baume, Concentración (%) y Acidez (gr/lit), dependen de cada empresa

embotelladora.

### ESPECIFICACIONES PARA LOS JARABES

Baume	-----	} Dependencia de cada empresa embotelladora
Acidez (gr/lt)	-----	
Pruebas Organolépticas	---	

### ESPECIFICACIONES PARA LAVADORAS

Temperatura . . . . .	Diferencia no mayor de -- 25°C entre tanque y tan-- que
% de Sosa en tanques . . . . .	Depende del tipo de lava- dora (Máximo 3.5 %)
% Carbonatos . . . . .	Ninguno

### ESPECIFICACIONES PARA ENVASE LIMPIO

Arrastre de sosa . . . . .	0.2 %
Impurezas . . . . .	Ninguna
Quebraduras . . . . .	Ninguna

## ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO TERMINADO

Volumen (ml) -----	} Dependien de cada empresa em- botelladora
Carbonatación (vol.) -----	
°Brix -----	
Acidez (gr/lt) -----	
Pruebas organolépticas --	

### CORONADO:

Diámetro mínimo . . . . .	1.125 pulg
Diámetro óptimo . . . . .	1.130 pulg
Diámetro máximo . . . . .	1.145 pulg
Impurezas . . . . .	Ninguna
Quebraduras . . . . .	Ninguna

## ESPECIFICACIONES DE LOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS

Coliformes . . . . .	0 (cero)
Mesofilicos aerobios . . . . .	50 colonias/ml(en 48 ho- ras
Hongos y levaduras . . . . .	3 colonias /ml (en 48 ho- ras

## CAPITULO V

### INVOLUCRAMIENTO DEL PERSONAL EN EL SISTEMA DE CALIDAD

- Bases fundamentales de los círculos de calidad
- Definición
- Historia
- Fundamentos
- Objetivos
- Técnicas utilizadas en los círculos de calidad
- Objetivos
- Manejo Específico
- Tormenta de ideas
- Diagrama de causa y efecto
- Gráfica de Pareto
- Funcionamiento General
- Implementación de los círculos de calidad
- Organización de un programa de círculos de calidad
- Funciones del comité
- Funciones del coordinador
- Funciones de los integrantes
- Facilitador
- Líder
- Los miembros

- Perfil del coordinador
- Perfil del facilitador
- Funcionamiento de los círculos de calidad
- Flujograma de operación para poner en marcha el sistema
- Cronograma de ejecución
- Programa de capacitación



## V.1 BASES FUNDAMENTALES DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD

### DEFINICION

Un Círculo de Calidad es un grupo de personas que voluntariamente se reúnen, de forma regular, para identificar, analizar y resolver aspectos sobre calidad u otros problemas de su área de trabajo.

Este sistema ha atraído la atención de diversos gerentes de empresas mexicanas pero realmente son pocas las que tienen una sólida experiencia al respecto. Podemos decir que en México los primeros que han implementado este sistema son compañías muy grandes - tales como IBM, ConduMex, Celanese, Ford Motor Co., etc., pero actualmente existe una tendencia muy marcada por los gerentes de - empresas medianas por usar este sistema, el éxito dependerá de su forma de aplicación, es importante el no ver a los círculos como una medicina que cura todos los males industriales sino como un - medio de involucrar a los empleados en la toma de decisiones y -- así aprovechar las ideas de éstos, a la vez de elevar su calidad humana en beneficio tanto de los trabajadores como de la empresa y de la sociedad misma

## HISTORIA

Los Círculos de Calidad se originaron en Japón en 1962. Después de la Segunda Guerra Mundial los productos japoneses eran sinónimo de mala calidad. Es en este momento cuando los industriales japoneses vieron que el futuro de su país dependía en gran parte de tener productos capaces de competir en los mercados internacionales.

A partir de la década de los 50's el Dr. Edwards Deming y el Dr. J.M. Juran comenzaron a trabajar en el Japón conduciendo cursos en metodologías estadísticas para el manejo de calidad, el entrenamiento fue masivo y las gentes que lo tomaron variaban desde los altos ejecutivos de las empresas (presidentes, gerentes y directivos) hasta mandos intermedios (supervisores de línea y Jefes de proyecto) de tal forma que se fue creando una conciencia de "calidad" en todos los niveles.

En 1961 el Dr. Kaoru Ishikawa, entonces profesor de ingeniería en la Universidad de Tokio, concibió los Círculos de Calidad con el apoyo de la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUICE), utilizó algunas teorías de los científicos del comportamiento tales como Maslow, Herzberg y McGregor y las relacionó con las técnicas de calidad introducidas en el Japón por los Drs. Deming y Juran. El resultado fue un sistema que se llamó

Círculos de Calidad. Los primeros círculos se registraron en -- JUCE en mayo de 1962. Se estima que tan solo en Japón existen - 10 millones de miembros trabajando con este sistema y el concep- to ha sido aceptado en otros países de Asia, Norte y Sudamérica, Australia, Africa y Europa.

Es importante mencionar que en México así como en los Estados -- Unidos el sistema funciona de manera muy diferente que en Japón, en este país existe un organismo que coordina y regula la opera- ción de los Círculos de manera nacional, dando premios y recono- cimientos así como la edición de revistas que se reparten a to-- dos los asociados. Se da un Premio Anual de Calidad a los Círcu- los que más hayan destacado.

En los Estados Unidos y en México la forma de implementar los -- Círculos de Calidad no es tan institucionalizada, se hace gene- ralmente mediante consultores externos quienes implementan una - metodología para llevarlos a cabo, es de vital importancia la -- adecuada elección de estos asesores ya que de esto dependerá el éxito del programa.

## FUNDAMENTOS

Los Círculos de Calidad están basados en un concepto muy simple:

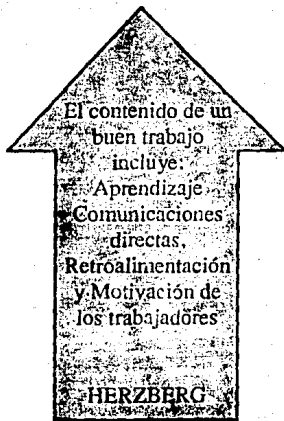
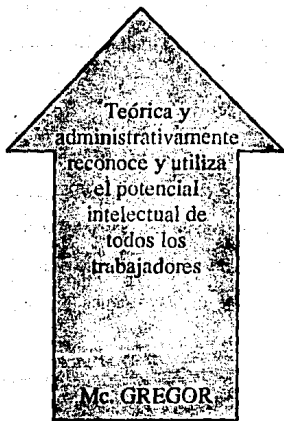
"Todos los hombres se interesarían más por su trabajo, si --

participaran en la toma de decisiones acerca de sus labores diarias; creando en el individuo un sentido de colaboración y contribución, reconociendo al trabajador con la capacidad y decisión en la solución de problemas".

Las teorías de Herzberg y McGregor fundamentan estas bases:

## BASES FILOSOFICAS

---



A continuación se enlistan algunos conceptos de estas bases filosóficas:

- Toda persona puede mejorar permanentemente en todas sus áreas de vida.

- Toda organización tiene también posibilidades de mejorar permanentemente.

- Los buenos resultados del pasado habrán de repetirse y mejorarse no sólo celebrarse.

- Hay que lograr la utilización óptima de los recursos existentes.

- El recurso más importante de la empresa son las personas que trabajan en la organización.

- El personal tiene un aspecto dual; es recurso para el logro de los objetivos institucionales, y a su vez es parte de la razón de ser de la empresa.

- Sólo es posible mantener altos niveles de servicio y productividad si quienes intervienen en ello encuentran satisfacción al hacerlo.

- Para mantener la satisfacción de las personas se requiere que los resultados logren sistemáticamente los objetivos buscados.

- Las personas se interesan más por su trabajo y tienden a ser más eficaces si participan en la toma de decisiones acerca de su trabajo diario, y conocen la trascendencia del mismo.

- La eficacia exige eliminar la actitud reactiva y desarrollar una mentalidad proactiva (preventiva).

- La participación contribuye a la efectividad, entendiendo que existe verdadera involucración de los individuos y de los grupos en la vida de la empresa.

## OBJETIVOS

El proceso se basa fundamentalmente en el principio básico de que todo trabajador puede y debe sentirse responsable por la calidad de lo que hace.

Esto se traduce en:

- Reducir los errores y aumentar la calidad.
- Generar más efectividad en los grupos humanos.
- Promover más el involucramiento en el trabajo.
- Incrementar la motivación a los empleados.
- Crear la capacidad de resolver problemas.
- Crear una actitud de prevención de problemas.
- Mejorar la comunicación en la organización.
- Desarrollar relaciones más armoniosas entre jefes y trabajadores.
- Promover el desarrollo personal y de liderazgo.
- Establecer un ambiente de mejor higiene y seguridad.

Esto hace que exista un involucramiento integral por parte de la compañía y de sus empleados para que se logre lo que se llama la

"optimización de la calidad integral", mismo que se resume en el -  
esquema de la página siguiente.

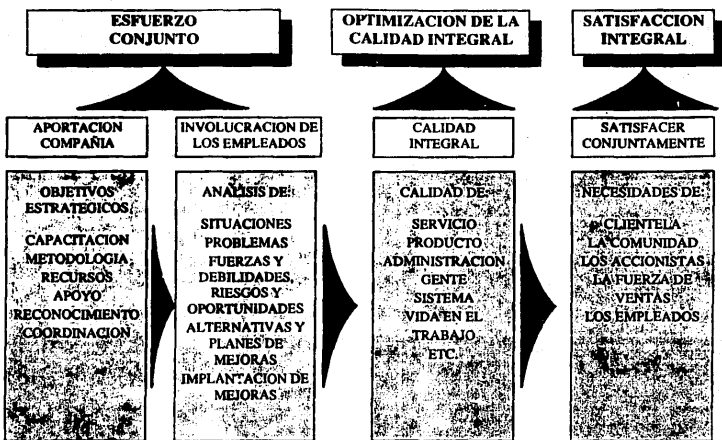


FIGURA V. 1.1



## V. 2 TÉCNICAS UTILIZADAS EN LOS CÍRCULOS DE CALIDAD

Las técnicas utilizadas más comunes son:

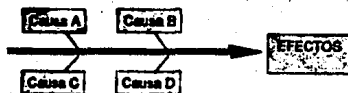
1. Tormenta de ideas (Brain Storming)
2. Recopilación de datos
3. Listas de Verificación
4. Gráficas de Pareto
5. Diagramas de Causa y Efecto
6. Técnicas de Presentación
7. Histogramas
8. Gráficas de Control
9. Estratificación
10. Diagramas de dispersión

Los Círculos de Calidad son reuniones en donde se identifican, analizan y se da solución a los problemas de la empresa, como tal se necesitan técnicas que ayuden a ésta, de las anteriormente mencionadas extraemos las más importantes:

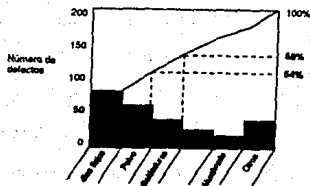
1. Tormenta de ideas.



2. Diagrama de Causa y Efecto.



### 3. Gráfica de Pareto.



#### OBJETIVOS

Técnica

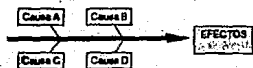
Uso

#### TORMENTA DE IDEAS



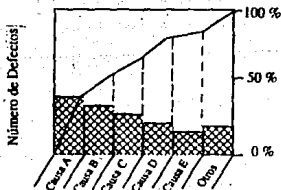
Identificar los Problemas. Dar soluciones.

#### DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



Identificar y analizar las causas que dan origen a los problemas.

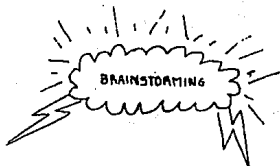
#### GRAFICA DE PARETO



Analizar e identificar las principales causas que dan origen a los problemas.

## MANEJO ESPECIFICO

### TORMENTA DE IDEAS



Fue inventada por Alex Osborn en 1930, al descubrir que muchas sugerencias pasan al olvido en un sistema donde se ignora la importancia de escuchar a la gente. Otras investigaciones han demostrado que el pensamiento en grupo estimula la producción de ideas. El concepto expresado de una gente facilita que otros puedan mejorarlo.

La tormenta de ideas (o Brain Storming) se base en la dinámica del grupo para originar el mayor número de soluciones a un problema; también permite estimular la capacidad creadora de los miembros de un grupo. Esta técnica puede utilizarse favorablemente durante ciertas etapas del funcionamiento de los Círculos de Calidad es decir, cuando se enfrentan a un problema en donde las causas son difíciles de identificar o cuando las soluciones no son tan obvias o fáciles de obtener.

La mayoría de los trabajadores son conscientes de los problemas que afectan la calidad de su trabajo y por tanto piensan en posibles soluciones para hacerlo mejor, pero si estas personas no pueden externar dichas ideas por diversos motivos, las ideas permanecen dormidas y en la mayoría de los casos se olvidan con el tiempo, por tanto la "tormenta de ideas" es un método que ayuda a que las ideas encerradas en la mente de las personas salgan a la super

ficie.

Para que esta técnica resulte efectiva hay que seguir las siguientes reglas:



1. No hay lugar para críticas. Esto es absolutamente esencial y el facilitador o líder del grupo debe tener cuidado al respecto. Sólo cuando las personas se dan cuenta que pueden dar sugerencias sin miedo a ser castigadas se vuelve posible una mayor creatividad y apertura.



2. Generar el máximo volumen de ideas. Cuando el Dr. Linus Pauling, ganador de dos premios Nobel, le fue preguntado cómo inventaba contestó: "Primero se te ocurren muchas cosas; luego desechas las malas ideas".



### 3. Estimular la Imaginación.

Se debe crear en los miembros una actitud de mejoras constantes en el desarrollo de su trabajo.

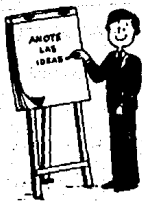
### 4. Todos deben tener una igual oportunidad de participar.

La gente penosa y reservada -- tiene tantas ideas como quienes son hablantinos, agresivos o dominantes. Por eso, el facilitador de un Círculo de Calidad debe preguntar a todos -- su opinión de los temas que se vayan tratando, aunque es válido que alguien diga "paso".



### 5. Registrar todo lo que se diga.

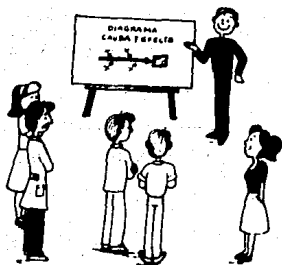
Se debe designar a una persona para que anote en un rotafolio lo que se vaya diciendo. Sólo así no se escapan ciertos puntos de vista.





6. Dejar que las ideas se "incubén".

No es necesario tomar decisiones en cada Círculo de Calidad. Puede ocurrir que en la siguiente sesión aparezcan algunas -- ideas mejores, después que se ha dado tiempo al grupo para -- que piense y decida.



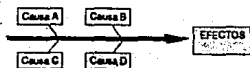
7. Involucrar a toda persona - que pueda aportar algo en la - solución del problema.



8. No echarle la culpa a nadie. Es muy común en el análisis de los problemas que se eviden-- cian culpas de personas que se encuentran participando en el círculo, el líder debe vigilar que no se corrija en público - para permitir que las personas sigan participando.

La tormenta de ideas sirve para producir más y mejores ideas que lleven a la empresa a resolver sus problemas.

## DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



Los diagramas causa y efecto son técnicas que llevan a la identificación sistemática de las causas que dan origen a los problemas, ayudan a comprenderlo y analizarlo.

El Dr. Feigenbaum escribió un artículo en la revista Quality Progress, en donde se indicaba que de un 15% a un 40% de la capacidad productiva norteamericana se utiliza en reprocesar productos - que salieron defectuosos o en la reinspección de manufacturas rechazadas; es aquí donde se resalta la importancia de hacer las cosas bien desde la primera vez. Los diagramas causa y efecto nos ayudan a crear en el personal una conciencia preventiva de los problemas, que nos lleva a tener un gran ahorro para la empresa.

El procedimiento para elaborar un diagrama de causa y efecto es muy sencillo, el supuesto básico es que por cada efecto existen varias causas interrelacionadas. Por ejemplo, en el caso de una deficiencia en la línea del lavado de botellas de una empresa embotelladora de refrescos, pudiera ser que halla una serie de errores en el proceso, los cuales deben detectarse. Precisamente esa es la finalidad de estos diagramas ya que se identifican los factores causales básicos. Sólo así será posible aislar algunos aspectos y -

realizar correcciones adecuadas.

Se puede y debe también realizarse con el enfoque contrario, una vez que se haya detectado el problema o analizar porqué algo - está saliendo bien con el fin de enseñar a las gentes indicadas para que sigan haciendo bien determinadas labores.

De hecho existen diversas categorías genéricas bajo las cuales se pueden clasificar las causas. Existe un método generalizado que se denomina las "4 M's", ya que la inicial de cada una es - la letra M.

#### Causa Mayor

- Mano de Obra



Se refiere a las personas que realizan el trabajo.

- Máquinas



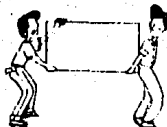
La maquinaria con que se realiza el trabajo.

- Materiales



Los elementos con que se cuenta para realizar el trabajo.

- Métodos

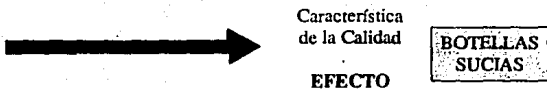


La forma que se tiene de realizar el trabajo.

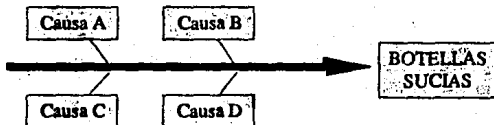


A continuación se describe como se realiza un diagrama de --  
causa y efecto junto con un ejemplo:

1er. Paso: Anotar en el recuadro la característica o efecto de ca-  
lidad.



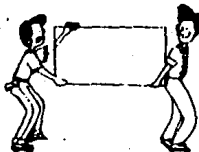
2do. Paso: Agrupar las causas mayores en categorías y encuadrar--  
las.



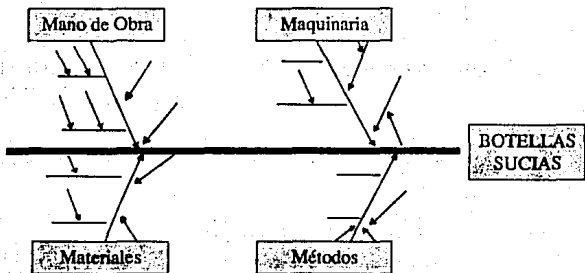
3er. Paso: Ver si se pueden englobar las causas en las "4 M's".



BOTELLAS  
SUCIAS



4to. Paso: Especificar otras causas secundarias agregando ramificaciones en las causas mayores hasta que todas las causas sean incluidas.



Los usos de los diagramas de causa y efecto los podemos resumir en:



- Analizar los problemas existentes y llevar a cabo medidas -- tanto correctivas como preventivas.



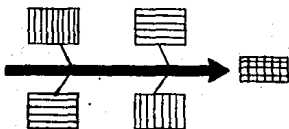
- Eliminar defectos que ocasionan molestias a los clientes -- mediante la identificación de las verdaderas causas.



- Estandarización de los procesos actuales y futuros.



- Educación y entrenamiento del personal además de enriquecer a la persona al solucionar problemas de su trabajo.

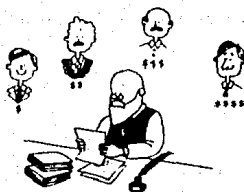


- Comprender mejor los problemas al ordenarlos de manera sistemática.

#### GRAFICA DE PARETO



La palabra "Pareto" viene de -- Vilfredo Pareto, nacido en París el 15 de Julio de 1848. Su familia salió de Italia en busca de libertad política.



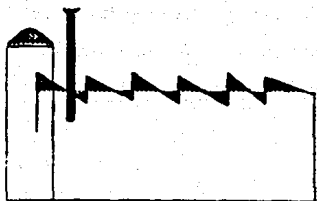
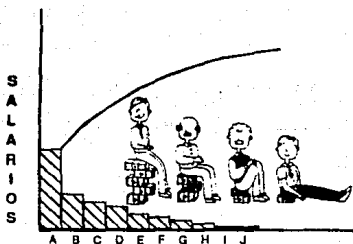
Como economista estudió detalladamente la distribución de la riqueza y formuló modelos matemáticos para representar dicha distribución.

Descubrió la "Ley de distribución dispareja", observando que muy poca gente ganaba mucho y mucha gente ganaba poco.

Formuló la "Ley de Distribución Logarítmica" en relación con este fenómeno.

El Dr. J.M. Juran conocido mundialmente como líder en el campo del Control de Calidad fue quien lo aplicara en la empresa en el campo de la calidad haciendo lo que se conoce como la Ley de Pareto:

"El 80% de los problemas de línea se encuentran en el 20% de sus causas."



Un diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras verticales, en el que se ordenan una serie de datos de manera descendente de izquierda a derecha.

Los Diagramas de Pareto se usan cuando se necesita dirigir -- la atención a un problema y cuando los recursos para resolver los problemas son limitados. Así, cuando un Círculo de Calidad comienza a escoger un "tema" o un tipo de problema para resolver, un Diagrama de Pareto le puede ayudar para mostrarle cuáles son los problemas más importantes y de esta forma jerarquizarlos.

Los Diagramas de Pareto se construyen siguiendo 7 pasos sucesivos:

**Paso # 1.- Decida de qué manera deben clasificarse los datos:**

- ¿según el turno de personal?
- ¿según las clases de defectos?
- ¿según la máquina?
- ¿según la persona?

**Paso # 2.- Use una hoja de control para recopilar datos por un periodo determinado,**

PROCESO	DEFECTO	MES 1	MES 2	TOTAL
A				
B				
TOTAL				

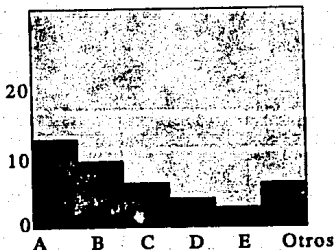
Paso # 3.- Resuma los datos de la hoja de control.

CLASIFICACION	DATOS	%
A	20	40
B	10	20
C	7	14
D	3	6
E	2	4
OTROS	8	16
TOTALES	50	100%

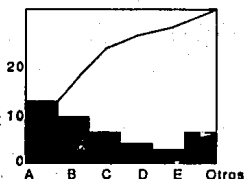
- a). Ordene los datos de mayor a menor y súmelos.
- b). Compute los porcentajes.

Paso # 4.- Presente los datos en forma gráfica. Determine la escala vertical apropiada al número de defectos y haga las marcas necesarias.

Paso # 5.- Haga un gráfico de barras y ponga sus causas de mayor a menor de izquierda a derecha.



Paso # 6.- Trace las sumas acumulativas usando una sola línea. La escala vertical de la derecha se usa para el porcentaje cumulativo y debe ser generalmente en múltiplos de 10%.

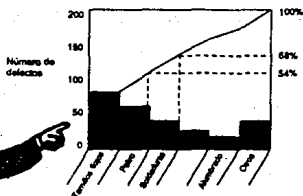


Paso # 7.- Ponga los datos necesarios para su posterior identificación:

- a. Período de tiempo
- b. Preparado por
- c. Fecha
- d. Fuente

"Lo primero es lo primero" es el principio básico. Cuando se ha elaborado bien este diagrama, se hace evidente cuáles son los problemas a los que hay que enfrentarse, que es donde una organización puede aplicar mejor sus recursos, de tal forma que logre mejores resultados en calidad y productividad. Así se pueden saltar muchos asuntos triviales y concentrarse en lo esencial.

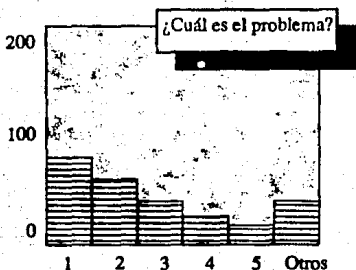
Por eso existen los siguientes usos de los Diagramas de Pareto:



1.- Para hacer presentaciones

- Gerencia
- Miembros del Círculo
- Otros

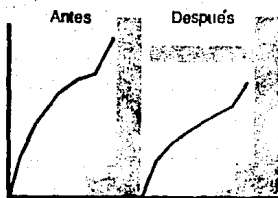
Son muy eficientes ya que una imagen significa más que mil palabras y, por lo mismo, pueden explicar una situación complicada con exactitud y claridad.



2.- Para detectar los factores críticos.

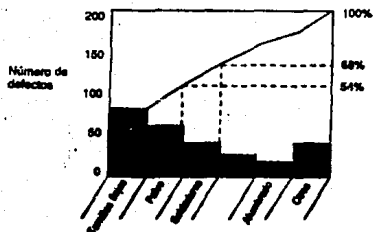
Ocurre seguido que no es fácil determinar que es lo verdaderamente importante. Aquí, la información es inmediata.



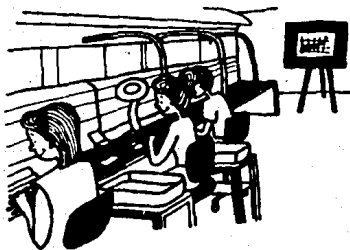


3.- Para comparar "antes" y "después".

Al poner lado a lado datos de dos períodos subsecuentes, se puede verificar instantánemente si funcionó la acción correctiva tomada.



4.- Visualizar los porcentajes de las causas de los problemas fácilmente.



5.- Para informar a los empleados.

Esto ayuda a que tengan una idea exacta de lo que está ocurriendo con sus esfuerzos, lo que a su vez se vuelve muy motivador.

## FUNCIONAMIENTO GENERAL

El esquema que se ilustra en la siguiente página muestra como interactúan las diferentes técnicas analizadas; cabe mencionar que la tormenta de ideas es una técnica auxiliar que se utiliza al hacer uso de los Diagramas causa y efecto y al dar soluciones a los problemas.



### V.3 IMPLEMENTACION DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD

#### ORGANIZACION DE UN PROGRAMA DE CIRCULOS DE CALIDAD

Un Circulo de Calidad es un sistema integrado que consta de:

- Los miembros participantes
- Los líderes del Circulo
- El facilitador
- Coordinador
- El comité directivo u otros soportes

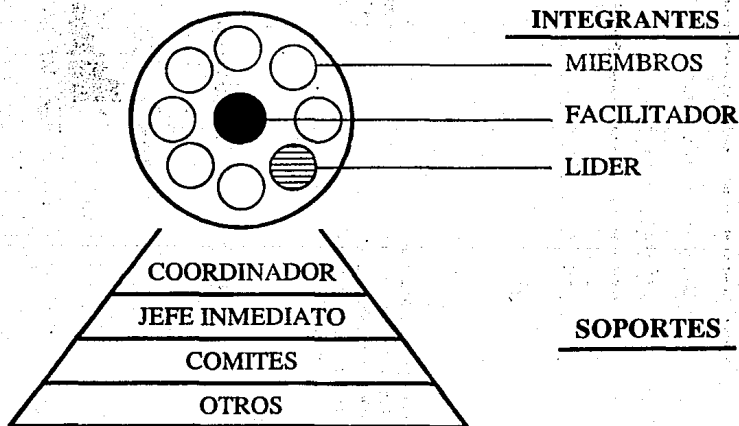


FIGURA V.3.1

## **FUNCIONES DEL COMITE**

- 1.- Atender a los Círculos de Calidad en su presentación de propuestas.
- 2.- Analizarlas, aprobarlas, modificarlas o rechazarlas, explicando, en su caso las modificaciones o rechazos.
- 3.- Apoyar la implantación de las propuestas aprobadas y vigilar sus avances.
- 4.- Coordinar con la Dirección la presentación y análisis de propuestas de los macro proyectos.

## **FUNCIONES DEL COORDINADOR**

- 1.- Ayudar a: reclutar, capacitar, asesorar y evaluar a los facilitadores.
- 2.- Controlar los registros de los Círculos (solicitudes, creación, avances y resultados).
- 3.- Coordinar la asignación de recursos materiales para los Círculos (salas, rotafolios, etc.).

- 4.- Ayudar a que los Círculos obtengan el reconocimiento de sus aportaciones.
- 5.- Auxiliar en establecer las estrategias de planeación, organización, dirección y control de las diversas etapas de la vida de cada Círculo.
- 6.- Captar necesidades para implantar nuevos círculos y elaborar y/o coordinar estrategias para su integración y puesta en marcha.
- 7.- Pungir como facilitador, ocasionalmente.
- 8.- Divulgar el desarrollo y resultados de los Círculos.
- 9.- Ayudar a la motivación y desarrollo de los facilitadores de los comités y de toda la organización, en el esfuerzo de calidad integral.
- 10.- Propiciar una actitud de respaldo al servicio con calidad.

#### **FUNCIONES DE LOS INTEGRANTES**

##### **A.- FACILITADOR:**

- 1.- Entrenará a los miembros en el conocimiento y uso de

herramientas de:

- Análisis de situaciones (oportunidades, problemas, etc.).
  - Búsqueda de opciones creativas.
  - Elaboración de planes concretos de trabajo.
- 2.- Proporcionará metodología de trabajo y conducirá las reuniones (sin imponer su criterio).
  - 3.- Ayudar, prevenir y resolver conflictos.
  - 4.- Promoverá el libre intercambio de ideas, y la participación de los miembros para, que todos y cada uno puedan - aportar lo mejor de sí mismos, se desarrollen y encuentren satisfacción.
  - 5.- "Facilitar" el análisis de situaciones, la búsqueda de - opciones y la elaboración de los planes de acción respec - tivos.
  - 6.- Dar información y ayudar a conseguir materiales y recursos necesarios para el desarrollo de las reuniones.
  - 7.- Auxiliar en la elaboración de presentaciones a los dis- - tintos comités.

- 8.- Llevar el registro de los Círculos (integración, avance y logro de resultados).
- 9.- Proporcionar información periódica al coordinador (a) de los Círculos, manteniendo comunicación y acuerdo continuo.

#### **B.- LIDER**

- 1.- Comparte con el facilitador la conducción de las sesiones.
- 2.- Coordina y supervisa las actividades que acuerden los miembros (planes, programas, asignación de tareas, etc.).
- 3.- Participa en el análisis de situaciones, búsqueda de opciones y elaboración de planes de trabajo.
- 4.- Tomar paulatinamente (según su capacidad) las funciones de facilitador, dentro del Círculo.

#### **C.- LOS MIEMBROS**

- 1.- Asistirán puntualmente a todas las reuniones.



- 2.- Aprender nuevas herramientas, revisando los conocimientos que ya poseen.
- 3.- Nombrar y apoyar a los líderes de su Círculo.
- 4.- Participar activa y creativamente en la identificación y análisis de aspectos para mejorar el servicio, la calidad y la productividad, entre los cuales están:
  - Conseguir información adecuada y procesarla.
  - Participar en análisis grupales de situaciones.
  - Compartir experiencias.
  - Proponer soluciones creativas y de acuerdo a lo posible;
  - Colaborar en actividades que acuerde su Círculo, etc.

#### PERFIL DEL COORDINADOR

Entre las características principales que ha de tener dicho coordinador están las siguientes:

- 1.- Carrera profesional terminada.
- 2.- Experiencia práctica en:
  - Actividades administrativas en general.
  - Planeación, organización y coordinación de proyectos.

- Capacitación y desarrollo

- 3.- Conocimientos sobre calidad, productividad y sobre la empresa.
- 4.- Alto interés por las personas.
- 5.- Habilidades para comunicarse, relacionarse e influir en las personas.
- 6.- Capacidad para compartir experiencias y conocimientos.
- 7.- Habilidad para respaldar la implantación y mantenimiento de "estilos administrativos participativos".

#### PERFIL DEL FACILITADOR

Entre las características principales que requiere un facilitador se encuentran las siguientes:

- 1.- Nivel adecuado de conocimientos, que puedan haberse adquirido: con estudios formales de preparatoria y/o profesional o bien en la práctica y por medio de capacitación complementaria.
- 2.- Identificación plena con las estrategias y los objetivos actua

les de la empresa.

- 3.- Conocimientos generales de administración.
- 4.- Conocimientos de la operación de la empresa.
- 5.- Interés por continuar su desarrollo profesional y su actualización.
- 6.- Interés genuino por las personas.
- 7.- Habilidad para comunicarse y capacidad de "escuchar activamente".
- 8.- Actitud abierta al cambio planeado.
- 9.- Activo, dinámico y con mente creativa.
- 10.- Clara visión de servicio y calidad.
- 11.- Capacidad de síntesis, elaboración de planteamientos lógicos.

#### **FUNCIONAMIENTO DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD**

En el siguiente esquema se detalla la forma general de opera---

ción de los Círculos de Calidad.

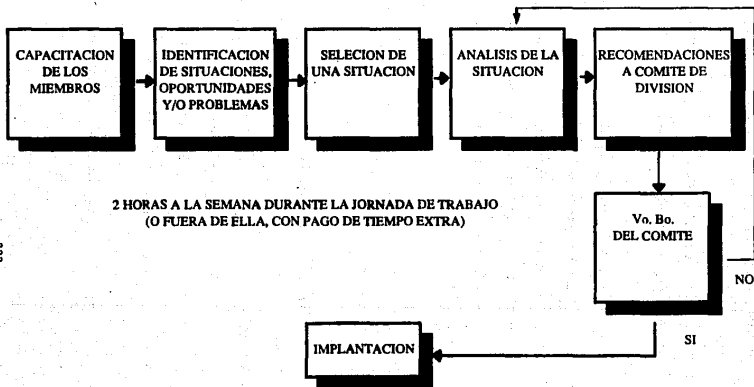
Es muy importante el delegar autoridad a los Círculos para poder identificar y elegir situaciones que se crean convenientes aunque en la práctica generalmente se les dice sobre qué tipo o tipos de problemas deben trabajar. Esto facilita su operación y se está seguro de estar trabajando a un objetivo común dentro de la empresa.

Por ejemplo, en una empresa embotelladora se puede haber identificado que el principal problema a resolver es la sanidad con la que elaboran los productos, se les designa a los Círculos la tarea de idear las formas de resolver este problema delegándoles la libertad suficiente para empezar por donde consideren más prudente.

El Comité debe analizar las propuestas y dar su aprobación o no, según sea el caso, permitiendo que los miembros de los Círculos tengan retroalimentación sobre las recomendaciones.

# FUNCIONAMIENTO DE LOS CIRCULOS DE CALIDAD

## DIAGRAMA GENERAL DE OPERACION



DE ACUERDO A UN PROGRAMA

FIGURA V. 3. 2

## FLUJORAMA DE OPERACION PARA PONER EN MARCHA EL SISTEMA

Generalmente se recomienda el acudir a un Consultor Externo para echar a andar el programa, debido fundamentalmente a dos razones:

- 1.- Tener experiencia en la puesta en marcha de los Círculos de Calidad en otras empresas.
- 2.- Por ser externo no está involucrado con los problemas cotidianos de la empresa de manera personal, por lo que se le facilita poder dictaminar frfamente las necesidades de la misma.

Aunque cada empresa es diferente existen varios pasos que deben cubrirse en la puesta en marcha del sistema.

- 1.- Hacer un estudio de detección de necesidades.

Puntos a detectar:

- Conocimiento e integración con la empresa.
- Actitudes personales ante el deber y el trabajo.
- Actitudes y conocimientos relacionados al entrenamiento y desarrollo.

- Actitudes ante la autoridad y nivel de aspiraciones.
- Condiciones de Trabajo.

Este estudio se hace a nivel gerencial y mandos intermedios (super visores) y es recomendable que lo haga un asesor externo.

2.- Brindar capacitación adecuada:

- Dirigido a nivel gerencial y mandos intermedios.
- Con el estudio de detección de necesidades se debe planear un programa de capacitación adecuado al perfil de los integrantes de la empresa.

3.- Crear la estructura de coordinación:

- Comités
- Coordinador
- Facilitadores
- Flujo de comunicación

4.- Implantar círculos piloto de calidad:

- Estos círculos piloto sirven como entrenamiento a los fa-cilitadores y como medio de capacitar a los operarios en -

las técnicas utilizadas.

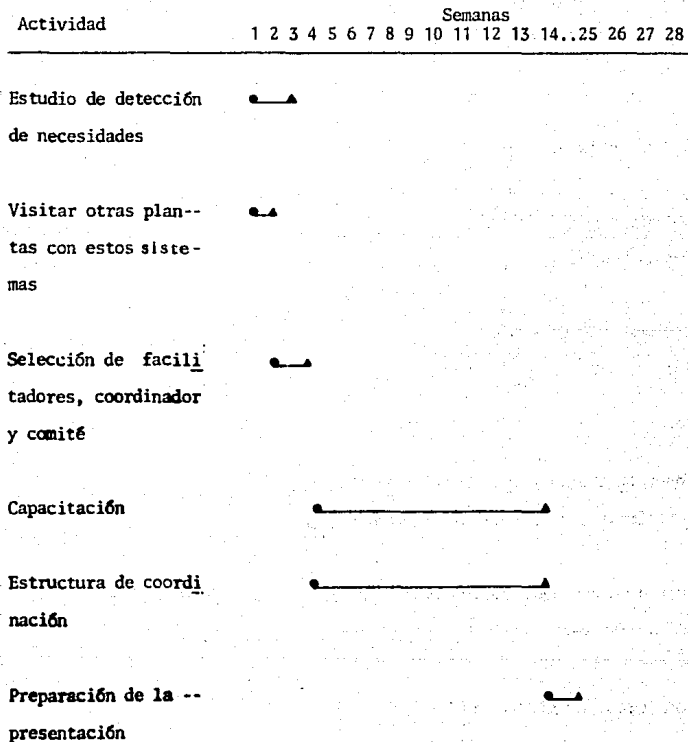
5.- Revisión:

- Ajustar funcionamiento
- Revisar avance y penetración de la capacitación reforzando lo necesario
- Incrementar número de círculos

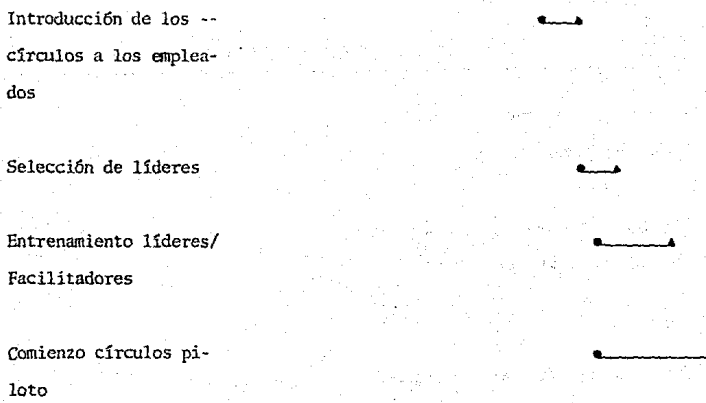
Etapas posteriores: Sujetas a los requerimientos de cada empresa.



# CRONOGRAMA DE EJECUCION



Actividad	Semanas																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28



Generalmente se llevan 28 semanas (7 meses aprox.) para implementar los círculos de calidad en un plan piloto.

En cronograma aquí puesto es un ejemplo de las actividades más generales pero varía según los requerimientos de cada empresa.

### PROGRAMA DE CAPACITACION

Es muy importante el brindar una capacitación adecuada al personal de la empresa ya que de ésta dependerá el éxito del programa.

El estudio de detección de necesidades es vital para ésta.

Generalmente se descuida mucho la parte humana de la gente y los programas de capacitación van enfocados sólo a la técnica y esto lleva indudablemente al fracaso del programa, de hecho en México no se tienen muy buenas experiencias en materia de Círculos de Calidad pues se ha querido implementarlos con la pura técnica y esto no es posible, recordemos el principio de que la calidad no es un problema técnico.

El Sistema de Círculos de Calidad implica una revolución completa en la mentalidad de la gente que labora en la empresa, este cambio va sobre todo en su actitud ante los problemas y de mejora de la calidad tanto personal como la de la empresa, a este cambio de actitud se debe enfocar el Programa de Capacitación y no sólo a la técnica.

Un buen curso de capacitación para los miembros del comité, coordinador y facilitadores debe contar con lo siguiente:

I.- Parte Humana:

Puntos	Objetivos
- Calidad Humana	- Mejorar a los participantes en su persona, <u>motiván</u>

Puntos	Objetivos
- Desarrollo Personal	dolos a un cambio de actitud que los lleve a ser mejores tanto en el trabajo como en su vida personal y familiar.
- Etica Laboral	
- Calidad en el Servicio	

## II.- Parte Técnica:

Puntos	Objetivos
- Conceptos de Calidad y Productividad	- Lograr una sinergia organizacional al hablar el mismo lenguaje y tener el mismo enfoque en la solución de problemas.
- Técnicas de los Círculos de Calidad	
- Control Estadístico (si se considera necesario)	

La parte humana puede llegar a tener más peso que la técnica en un momento determinado, pero se recomienda que de ser así se hagan dos cursos independientes y se alargue el plazo de la implementación de los Círculos.

El cambio de actitud de la gente es muy difícil y generalmente - toma largos períodos de tiempo ya que se trata de que las personas adquieran virtudes = hábitos operativos buenos que los vayan haciendo mejores como personas. Con un curso de capacitación es difícil cambiar la actitud de la gente por bien dado que esté, - la única forma de lograrlo es por medio de una capacitación cons tante, es por ello que algunas empresas han optado por sistemas - de preceptoría laboral, lo cual es un medio para que, de manera individual se vaya logrando poco a poco este cambio de actitud de los trabajadores, este sistema ha sido ya probado con éxito.

El esquema siguiente detalla los períodos de tiempo necesarios - para lograr un cambio de conducta.

# PROCESO DEL CAMBIO A LOGRAR

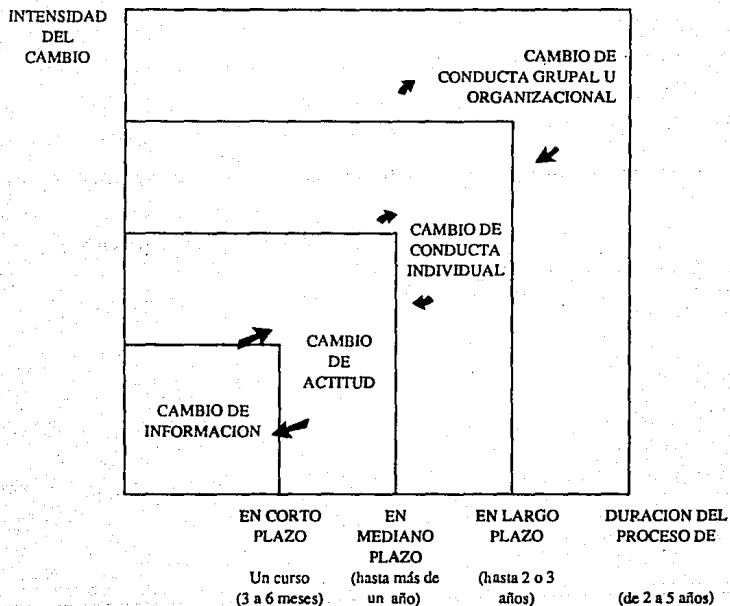


FIGURA V.3.3.

## CONCLUSIONES

El tema de la calidad es sumamente amplio, se le puede analizar desde el punto de vista económico, de imagen, técnico e inclusive político; las conclusiones que hemos obtenido al elaborar el presente estudio son igualmente amplias por lo que hemos considerado conveniente el dividir las en dos grandes áreas de interés:

- I. Conclusiones sobre el área de Ingeniería Industrial
  - II. Conclusiones generales sobre la calidad
-

## I.- CONCLUSIONES SOBRE EL AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La Ingeniería Industrial abarca una gran cantidad de disciplinas -- siendo una de ellas el Control de la Calidad. Se ha dicho generalmente, que el Ingeniero Industrial (debido a la cantidad de conocimientos técnicos que posee) es el profesionalista más capacitado para optimizar los recursos de una organización productiva, canalizan do éstos a la consecución de un objetivo determinado. Dentro del campo de la Calidad esto es parcialmente cierto, ya que si bien el Ingeniero Industrial posee una gran gama de conocimientos y bases técnicas que le permiten trabajar casi en cualquier área de una organización, si olvida el factor humano al momento de optimizar el Sistema Productivo no obtendrá los resultados esperados con sólo -- aplicar la técnica.

En el caso concreto de la Calidad, proponemos que se sigan los siguientes pasos al implementar un programa de mejoramiento:

- 1.- Mejorar la calidad humana de las personas que trabajan en la empresa implementando programas de capacitación que tengan sentido.
- 2.- Concebir de manera integral el medio ambiente, administración y tecnología con la que se trabaja dentro de empresa.



- 3.- Equilibrar estos factores con el recurso humano de la organización.

Los Sistemas Productivos de las empresas son muy complejos, por lo que es difícil desarrollar una metodología generalizada para su análisis. Es tarea del Ingeniero Industrial estudiar cada sistema, -- analizar y proponer soluciones realistas de acuerdo con la realidad de su centro de trabajo.

La técnica debe servir como instrumento de ayuda que apoye la toma de decisiones y oriente la solución de problemas, es lamentable observar como muchos ingenieros tratan con sólo la aplicación de la - técnica resolver los conflictos que se presentan, esto es una tecnocracia que debe desterrarse primeramente de los centros educativos.

Con lo anterior concluimos que si el Ingeniero Industrial o cualquier profesionista quiere tener éxito en la implementación de cualquier Sistema de Calidad, debe:

- 1.- Enfocar su atención en la mejora de la Calidad Humana del personal que labora en la empresa.
- 2.- Concebir a la organización de manera integral utilizando para ello técnicas que se lo faciliten.

- 3.- Utilizar una metodología flexible para su análisis ---  
ya que cada organización tiene problemas particulares.
  
- 4.- Controlar el sistema implementado con técnicas adecuadas y sin olvidar el factor humano.

## II.- CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LA CALIDAD

La presente tesis habla de la implementación de un Sistema de Calidad para una empresa embotelladora de refrescos, no trata de una metodología generalizada, pero puede servir de base para implementar Sistemas Análogos en otro tipo de organizaciones.

Recomendamos el que la implementación del Sistema de Calidad se haga de manera piramidal partiendo de la cúspide de la organización y bajando gradualmente hasta la última persona dentro de ésta, pues de no hacerlo de esta forma se provocarían conflictos de autoridad dentro de la organización en cuestión.

Es muy importante el que se hable un mismo idioma dentro de la empresa si lo que se quiere mejorar es la Calidad, es fundamental que se conozca lo que se entiende por ésta logrando que las personas -- que laboran dentro de la empresa puedan definirla de manera sencilla. El segundo paso es lograr que luchen por conseguirlo, esto es mucho más complicado y generalmente toma un período de tiempo muy largo lograrlo y cuando se ha logrado es muy importante conservarla mediante incentivos apropiados.

La técnica a utilizar una vez que se ha conseguido lo anterior es sencilla y las mejoras no deben hacerse esperar, el problema radica cuando se quiere mejorar la calidad solo implantando la técnica ol-

vidando involucrar al personal, es estos casos no es raro que la -- organización entera se deteriore y se creen presiones internas muy fuertes.

La Calidad es algo crucial dentro de las condiciones actuales del - país, es necesario que se luche por lograr niveles más altos si que remos mejorar nuestro nivel de vida. Los Ingenieros Industriales - tenemos mucho que aportar a este respecto, el objetivo de esta te-- sis ha sido mostrar un ejemplo de cómo llevarlo a cabo; recomen-- damos que el tema de la Calidad se trate cada vez más a fondo en los centros educativos, de tal forma que nos permita contar con un ---- cuerpo estructurado de conceptos que nos faciliten su mejoramiento e implementación en la industria.

## B I B L I O G R A F I A

1. Schroeder, Roger G. ADMINISTRACION DE OPERACIONES, TOMA DE DECISIONES EN LA FUNCION DE OPERACIONES. Editorial McGraw Hill. México, Junio de 1986.
2. Hernández Arrona, Felipe de J. CALIDAD, EL SECRETO DE LA PRODUCTIVIDAD. Editora Técnica, S.A. México. 4a. Edición, Junio de 1984.
3. Grant Eugena Leavenworth, Richard. CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD. Editorial CECSA. México. 7 Impresión Noviembre de 1984.
4. Manks, Joseph G. ADMINISTRACION DE OPERACIONES. Serie Shum. Editorial McGraw Hill. México. Octubre de 1987.
5. Eigenbaum, Armand V. CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD. Editorial CECSA. México. 4a. Impresión. Julio de 1987.
6. Organización Internacional del Trabajo. INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO. Editorial Oficina Internacional del Trabajo. 3a. Impresión, Suiza 1983.
7. Ishikawa Kaoru. ¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD?. Editorial Norma. Colombia 1986.
8. American Management Association. QUALITY CIRCLES. Editorial AMA. New York, U.S.A. 1986.
9. Sepehri Mehran. QUEST OF QUALITY MANAGING THE TOTAL SYSTEM. Editorial Industrial Engineering and Management. Press U.S.A.
10. Ebert Ronald, Adam Everett. ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION Y LAS OPERACIONES. Editorial Prentice Hall. México. Septiembre de 1985.

11. Bain David. PRODUCTIVIDAD, LA SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE --  
LA EMPRESA. Editorial McGraw Hill. México. Octubre de 1985.