



U  
N  
E  
X  
P  
O

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
POLITÉCNICA  
“ ANTONIO JOSÉ DE SUCRE ”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CATEDRA: METODOS AVANZADOS DE CALIDAD

# HERRAMIENTAS PARA LA CALIDAD

PROF:  
Ing. Scandra Mora

INTEGRANTES:  
DELGADO, Dariana  
LEÓN, Octavio  
MAZA, Joice  
QUERO, Thaemy  
RIOS, Alfredo

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2006

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de mejora continua de la calidad tuvieron lugar por primera vez en Japón en la década de los 50, pero no fue sino hasta los años 60 que se extendió su utilización en las producciones manufactureras, surgiendo la expresión de *7 herramientas para el control de la calidad*. A estas genéricamente se les califica como "métodos para la mejora continua y la solución de problemas", las cuales consisten en técnicas gráficas que ayudan a comprender los procesos de trabajo de las organizaciones para promover su mejoramiento.

El éxito de estas técnicas radica en la capacidad que han demostrado para ser aplicadas en un amplio conjunto de problemas, desde el control de calidad hasta las áreas de producción, marketing y administración. Las organizaciones de servicios también son susceptibles de aplicarlas, aunque su uso comenzara en el ámbito industrial. Estas técnicas pueden ser manejadas por personas con una formación media, lo que ha hecho que sean la base de las estrategias de resolución de problemas en los círculos de calidad y, en general, en los equipos de trabajo conformadas para acometer mejoras en actividades y procesos.

A continuación se presenta información sobre algunas de las herramientas y sobre métodos de análisis y toma de decisiones que son de gran utilidad para la mejora continua de la Calidad.

## DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

El despliegue de la función de calidad es generalmente conocido con el acrónimo inglés **QFD** (Quality Function Deployment). Fue implantado en Japón por Yoji Akao en 1966.

El QFD puede definirse como un **sistema estructurado que facilita el medio para identificar necesidades y expectativas de los clientes (voz del cliente) y traducirlas al lenguaje de la organización**, esto es, a requerimientos de calidad internos, desplegándolas en la etapa de planificación con la participación de todas las funciones que intervienen en el diseño y desarrollo del producto o servicio.

Tiene dos **propósitos**:

- Desplegar la calidad del producto o servicio. Es decir, el diseño del servicio o producto sobre la base de las necesidades y requerimientos de los clientes.
- Desplegar la función de calidad en todas las actividades y funciones de la organización.

El QFD se pregunta por la calidad verdadera, es decir, por "QUÉ" necesitan y esperan del servicio los usuarios. También se interroga por "CÓMO" conseguir satisfacer necesidades y expectativas. Y en este caso nos encontramos ya ante la cuestión de cómo diseñar el servicio para que responda a la calidad esperada.

El QFD permite obtener información sobre los aspectos del servicio en los que hay que centrarse y, en su caso, mejorar. Para ello, tiene en cuenta las valoraciones del cliente sobre esas variables, referidas al propio servicio (y a la competencia, si se considera oportuno). Su objetivo es la obtención de una Calidad de Diseño de un servicio excelente mediante la

conversión de las necesidades del cliente en características de calidad adecuadas, sin omisiones ni elementos superfluos.

## HOJA DE VERIFICACIÓN

### Concepto

Una **Hoja de Verificación** (también llamada "de Control" o "de Chequeo") es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.

### Ventajas

- ✓ Supone un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- ✓ Las Hojas de Verificación reflejan rápidamente las tendencias y patrones subyacentes en los datos.

### Utilidades

- ✓ En la mejora de la Calidad, se utiliza tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recogida y análisis de datos para probar alguna hipótesis.
- ✓ También se usa como punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los Gráficos de Control.

## HISTOGRAMA

### Concepto

Un **histograma** es un gráfico de barras verticales que representa la distribución de un conjunto de datos.

### Ventajas

- ✓ Su construcción ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- ✓ Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución.

### Utilidades

- ✓ El Histograma es especialmente útil cuando se tiene un amplio número de datos que es preciso organizar, para analizar más detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos.
- ✓ Es un medio eficaz para transmitir a otras personas información sobre un proceso de forma precisa e inteligible.
- ✓ Permite la comparación de los resultados de un proceso con las especificaciones previamente establecidas para el mismo. En este caso, mediante el Histograma puede determinarse en qué grado el proceso está produciendo buenos resultados y hasta qué punto existen desviaciones respecto a los límites fijados en las especificaciones.
- ✓ Proporciona, mediante el estudio de la distribución de los datos, un excelente punto de partida para generar hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.

## DIAGRAMA DE PARETO

### Concepto

El **Diagrama de Pareto** constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

### Ventajas

- ✓ Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- ✓ Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- ✓ Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras.e ser resueltas.
- ✓ Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

### Utilidades

- ✓ Determinar cuál es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes.
- ✓ Contrastar la efectividad de las mejoras obtenidas, comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.
- ✓ Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar efectos como causas.
- ✓ Comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores.

## DIAGRAMA DE ISHIKAWA

### Concepto

El diagrama de Ishikawa, o **Diagrama Causa-Efecto**, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

### Ventajas

- ✓ Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.
- ✓ Ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado.
- ✓ Estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso.
- ✓ Incrementa el grado de conocimiento sobre un proceso.

### Utilidades

- ✓ Identificar las causas-raíz, o causas principales, de un problema o efecto.
- ✓ Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

## DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

### Concepto

A veces interesa saber si existe algún tipo de **relación entre dos variables**. Por ejemplo, puede ocurrir que dos variables estén relacionadas de manera que al aumentar el valor de una, se incremente el de la otra. En este caso hablaríamos de la existencia de una correlación positiva. También podría ocurrir que al producirse una en un sentido, la otra derive en el sentido contrario; por ejemplo, al aumentar el valor de la variable x, se reduzca el de la variable y. Entonces, se estaría ante una correlación negativa. Si los valores de ambas variable se revelan independientes entre sí, se afirmaría que no existe correlación.

### Ventajas

- ✓ Se trata de una herramienta especialmente útil para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados en dos conjuntos diferentes de variables.
- ✓ Suministra los datos para confirmar hipótesis acerca de si dos variables están relacionadas.
- ✓ Proporciona un medio visual para probar la fuerza de una posible relación.

## ESTRATIFICACIÓN

### Concepto

Es un método consistente en clasificar los datos disponibles por grupos con similares características. A cada grupo se le denomina **estrato**.

Los estratos a definir lo serán en función de la situación particular de que se trate, pudiendo establecerse estratificaciones atendiendo a:

- Personal.



- Materiales.
- Maquinaria y equipo.
- Áreas de gestión.
- Tiempo.
- Entorno.
- Localización geográfica.
- Otros

### Ventajas

- ✓ Permite aislar la causa de un problema, identificando el grado de influencia de ciertos factores en el resultado de un proceso.
- ✓ La estratificación puede apoyarse y servir de base en distintas herramientas de calidad, si bien el histograma es el modo más habitual de presentarla.

## GRÁFICOS DE CONTROL

### Concepto

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para **evaluar la estabilidad de un proceso**. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

**Causas aleatorias de variación.** Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.

**Causas específicas** (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de Calidad y su extensión a las empresas de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos.

Existen diferentes **tipos de gráficos de control**:

De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.

De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no,...

### **Ventajas**

- ✓ Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- ✓ Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.

### **Utilidades**

- ✓ Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costes y mayor eficacia.

## **TORMENTA DE IDEAS**

### **Concepto**

El **Brainstorming** (tormenta o lluvia de ideas) es una herramienta utilizada para posibilitar la generación de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, y la presentación ordenada de éstas.

## **Ventajas**

- ✓ La tormenta, o lluvia, de ideas posee una serie de características que la hacen muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión.
- ✓ Una observación añadida es que este método sirve de entrada, o de fase previa, para otras técnicas de análisis.

## **Utilidades**

- ✓ Estimula la creatividad. Ayudando a romper con ideas antiguas o estereotipadas.
- ✓ Produce un amplio número de ideas. A los componentes del grupo se les anima a expresar las ideas que vienen a su mente sin ningún prejuicio ni crítica. Este acriticismo debe extenderse a las ideas expresadas por los otros.
- ✓ Permite la implicación de todos los miembros del equipo. Se construye un entorno que hace posible la participación de todos.

## **TÉCNICA DE GRUPO NOMINAL (TGN)**

### **Concepto**

La **Técnica de Grupo Nominal** es una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas.

### **Ventajas**

- ✓ Reduce la probabilidad de aparición de conflictos.

- ✓ Permite la proliferación de un buen número de ideas. Éstas son formuladas sintéticamente.
- ✓ Se consideran las posiciones minoritarias. Todos los componentes del grupo participan.
- ✓ Se garantiza que el éxito de las ideas no dependen de la brillantez en la exposición de las mismas.

### **Utilidades**

- ✓ Cristalizar todas las opiniones del grupo, equilibrando la participación.
- ✓ Permite al equipo llegar rápidamente a un consenso.
- ✓ Hace posible que el análisis se lleve a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas.

## **MULTIVOTACIÓN**

### **Concepto**

En ocasiones se cuenta con una lista de ideas, o de datos verbales en general, bastante numerosa que es preciso reducir para centrar los esfuerzos en unos pocos, los que sean considerados por los miembros del equipo como los más importantes. En estos casos puede ser de ayuda la **votación múltiple**, que podemos definir como un sistema estructurado de series de votación: la multivotación (o votación múltiple).

### **Ventajas**

- ✓ Permite a un equipo llegar rápidamente a un consenso con relación a la importancia relativa de los asuntos, problemas o soluciones completando clasificaciones de importancia individuales en las prioridades finales de un equipo.
- ✓ Sirve de complemento a otras técnicas, como la **Tormenta de Ideas** o la **Técnica de Grupo Nominal**.

### Utilidades

- ✓ Crea compromiso con la opción del equipo a través de la igual participación en el proceso.
- ✓ Pone a los integrantes callados del equipo en una posición igual con relación a los integrantes más dominantes.

### DIAGRAMA DE AFINIDAD

#### Concepto

El Diagrama de Afinidad, referido a veces como **método KJ**, es una herramienta que sintetiza un conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, temas, expresiones,...) agrupándolos en función de la relación que tienen entre sí. Se basa, por tanto, en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas generales.

Es considerado como una clase especial de "tormenta de ideas", constituyendo, frecuentemente, esta técnica de creatividad el punto de partida para la elaboración del diagrama.

#### Ventajas

- ✓ Promueve la creatividad de todos los integrantes de todos los integrantes del equipo de trabajo en todas las fases del proceso.
- ✓ Derriba barreras de comunicación y promueve conexiones no tradicionales entre ideas / asuntos.
- ✓ Promueve la "apropiación" de los resultados que emergen porque el equipo crea tanto la introducción detallada de contribuciones como los resultados generales.

### Utilidades

- ✓ Se pretende abordar un problema de manera directa.

- ✓ Se quiere organizar un conjunto amplio de datos.
- ✓ El tema sobre el que se quiere trabajar es confuso.

## DIAGRAMA DE FLUJO

### Concepto

Es un diagrama que utiliza símbolos gráficos para representar el flujo y las fases de un proceso. Está especialmente indicado al inicio de un plan de mejora de procesos, al ayudar a comprender cómo éstos se desenvuelven. Es básico en la **gestión de los procesos**.

### Ventajas

- ✓ Facilita la comprensión del proceso. Al mismo tiempo, promueve el acuerdo, entre los miembros del equipo, sobre la naturaleza y desarrollo del proceso analizado.
- ✓ Supone una herramienta fundamental para obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo.
- ✓ Identifica problemas, oportunidades de mejora y puntos de ruptura del proceso.
- ✓ Pone de manifiesto las relaciones proveedor - cliente, sean éstos internos o externos.

## DIAGRAMA DE MATRÍZ

### Concepto

Este tipo de diagrama facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean éstos: problemas, causas y procesos; métodos y objetivos; o cualquier otro conjunto de variables. Una aplicación frecuente de este diagrama es el establecimiento de relaciones entre requerimientos del cliente y características de calidad del producto o

servicio. La figura es un ejemplo de un formato habitual en el Despliegue de la Función de Calidad (QFD).

<div> <div>CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD</div> <div>REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE</div> </div>	Característica A	Característica B	Característica C	...	Característica M
Requerimiento A	●	●			
Requerimiento B	●		△		○
Requerimiento C		●	△		
⋮					○
Requerimiento N	○		●		

● Relación fuerte      ○ Relación      △ Relación débil

En el caso de la figura, se trata de una matriz tipo-L, al ser una tabla de dos dimensiones. No obstante, el Diagrama de Matriz puede presentar distintas configuraciones. Así, puede hablarse de la tipo-t, que combinan dos matrices tipo-L. Las tipo-Y y tipo-X, combinan tres y cuatro matrices tipo-L respectivamente.

### Ventajas

- ✓ Visualiza claramente los patrones de responsabilidad para que haya una distribución pareja y apropiada de las tareas.
- ✓ Ayuda al equipo a llegar a un consenso con relación a pequeñas decisiones, mejorando la calidad de, y el apoyo a, la decisión final.
- ✓ Mejora la disciplina de un equipo en el proceso de observar minuciosamente un gran número de factores de decisión importantes.

### Utilidades

- ✓ Establecer la relación entre distintos elementos o factores, así como el grado en que ésta se da.

- ✓ Hace perceptibles los patrones de responsabilidad así como la distribución de tareas.

## DIAGRAMA DE ÁRBOL

### Concepto

El **Diagrama de Árbol**, o sistemático, es una técnica que permite obtener una visión de conjunto de los medios necesarios para alcanzar una meta o resolver un problema.

Partiendo de una información general, como la meta a alcanzar, se incrementa gradualmente el grado de detalle sobre los medios necesarios para su consecución. Este mayor detalle se representa mediante una estructura en la que se comienza con una meta general (el "tronco") y se continúa con la identificación de niveles de acción más precisos (las sucesivas "ramas"). Las ramas del primer nivel constituyen medios para alcanzar la meta pero, a su vez, estos medios también son metas, objetivos intermedios, que se alcanzarán gracias a los medios de las ramas del nivel siguiente. Así repetidamente hasta llegar a un grado de concreción suficiente sobre los medios a emplear.

### Ventajas

- ✓ Exhorta a los integrantes del equipo a ampliar su modo de pensar al crear soluciones.
- ✓ Mantiene a todo el equipo vinculado a las metas y submetas generales de una tarea.
- ✓ Mueve al equipo de planificación de la teoría al mundo real.

### Utilidades

- ✓ Descomponer cualquier meta general, de modo gráfico, en fases u objetivos concretos.
- ✓ Determinar acciones detalladas para alcanzar un objetivo.



## **CONFIABILIDAD**

### **Definición de Confiabilidad:**

Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

### **Análisis de la Confiabilidad:**

La ejecución de un análisis de la confiabilidad en un producto o un sistema debe incluir muchos tipos de exámenes para determinar cuán confiable es el producto o sistema que pretende analizarse.

Una vez realizados los análisis, es posible prever los efectos de los cambios y de las correcciones del diseño para mejorar la confiabilidad del ítem.

Los diversos estudios del producto se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo bajo todas las perspectivas posibles, determinando posibles problemas y poder sugerir correcciones, cambios y/o mejoras en productos o elementos.

### **Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad:**

El RCM es uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. Tuvo su origen en la Industria Aeronáutica. De éstos procesos, el RCM es el más efectivo.

El Mantenimiento RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.
- Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.

### **Factores Universales**

En la práctica, la confiabilidad puede apreciarse por el estado que guardan o el comportamiento que tienen cinco factores llamados universales y que se consideran existe en todo recurso por conservar; estos factores son los siguientes:

1. Edad del equipo.
2. Medio ambiente en donde opera.
3. Carga de trabajo.
4. Apariencia física.
5. Mediciones o pruebas de funcionamiento.

Los diversos estudios del producto se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo bajo todas las perspectivas posibles, determinando posibles problemas y

poder sugerir correcciones, cambios y/o mejoras en productos o elementos.

Disminución ó pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado. Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Esta condición puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa. Existen dos tipos de falla, las cuales son explicadas a continuación:

**Falla funcional:** Es la capacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Por ejemplo, un equipo deja de funcionar totalmente.

**Fallas Parciales (Potenciales):** Se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Estas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo, el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

### **Objetivos del RCM Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad**

El objetivo principal de RCM está reducir el costo de mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas, y evitando o quitando acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias.

### **Ventajas del RCM Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad**

- Si RCM se aplicara a un sistema de mantenimiento preventivo ya existente en las empresas, puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario habitualmente hasta un 40% a 70%.

- Si RCM se aplicara para desarrollar un nuevo sistema de Mantenimiento Preventivo en la empresa, el resultado será que la carga de trabajo programada sea mucho menor que si el sistema se hubiera desarrollado por métodos convencionales.
- Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados al proceso RCM, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber qué pueden y qué no pueden esperar de ésta aplicación y quien debe hacer qué, para conseguirlo.

## **MÉTODOS PARA OBTENER LA CONFIABILIDAD**

**1-"Test-retest":** consiste en realizar una segunda administración de la misma técnica a los mismos sujetos habiendo transcurrido un cierto tiempo de intervalo prudenciable (se sugiere no más de un mes en niños y seis meses en adultos). Estas dos administraciones conforman dos conjuntos de puntajes independientes que a continuación serán correlacionados entre sí, esperando que exista un mínimo de error entre los dos grupos. Llamaremos a ello, coeficiente de estabilidad "temporal".

**2-"Formas Paralelas o Alternativas":** en éste método se preparan dos formas similares del instrumento, se las administra y se calcula la correlación entre los puntajes obtenidos por las mismas personas al responder a las dos formas. Debe prestarse especial cuidado al equilibrio y equivalencia entre estas dos formas, por ejemplo, en relación al nivel de complejidad del contenido; cantidad de ítems; consignas. El coeficiente de confiabilidad obtenido es llamado comúnmente coeficiente de "equivalencia".

**3-"División en Mitades":** se procede a dividir la técnica psicométrica en mitades comparables. (En este caso sólo se requiere una sesión para la

administración). Este tipo de coeficiente de confiabilidad se denomina a veces, indicador de la "consistencia interna" de la técnica.

Aquí también se debe revisar bien la forma de realizar la división, de manera de tener equidad en los elementos. Generalmente se separan los ítems pares e impares, pero esto sólo es posible si todos los ítems tienen el mismo nivel de dificultad.

METODO DE CONFIABILIDAD	VARIANZA VERDADERA	VARIANZA DE ERROR
Test-Retest	Estabilidad Temporal	Muestreo del Tiempo
Formas Paralelas (Forma inmediata)	Equivalencia	Muestreo del Contenido
Formas Paralelas (con intervalo de tiempo)	Equivalencia	Muestreo del Tiempo y del Contenido
División en Mitades	Consistencia Interna	Muestreo del Contenido

## ERRORES DE MEDIDA

El término hace alusión a los errores producidos por diversos factores que dan como resultado que los grupos de puntajes de los sujetos difieran entre una administración y otra, entre las formas paralelas o entre las mitades de la misma técnica. Es decir, cualquier condición que no es afín al propósito de la evaluación representa una varianza de error.

Algunas de las fuentes de error conocidas son las siguientes:

### A)- El Examinador:

El aplicador del test sin duda desempeña un papel decisivo en los errores de medida que pueden producirse durante la aplicación.

En años recientes, dos aspectos han llamado poderosamente la atención:

- El papel del aplicador del test en diferentes tipos de exámenes.

- El importante efecto que tiene la inevitable interacción entre los examinadores y los examinados, sobre la ejecución y el comportamiento de los individuos examinados.

La persona que evalúa (decidiendo si una respuesta es correcta o errónea) desempeña un papel importante en la producción de errores de medida. Si definimos la objetividad como el acuerdo entre diferentes jueces, la carencia de objetividad en la calificación producirá una varianza de error.

#### B)- Situación de Prueba:

Otros factores de la aplicación de la prueba y que pueden afectar los puntajes son: el lugar en que se lleva a cabo el examen, el grado de las perturbaciones exteriores (iluminaciones, ruidos molestos, etc.-).

Un aspecto importante son las instrucciones dadas a los individuos examinados, los cuales también pueden ser fuente de error. Si la formulación de los ítems, las respuestas posibles, los requisitos de las respuestas, etc, son ambiguos, existe la posibilidad de que los individuos no interpreten los ítems de la misma manera de una ocasión a otra. Alguna varianza de error puede entonces ser causada por falta de claridad de las instrucciones.

#### C)- Adivinación:

En los métodos llamados de elección múltiple, las respuestas se presentan en forma de opciones, una de las cuales es correcta. Si un individuo examinado es incapaz de resolver un ítem, puede adivinar. Hará una adivinación correcta con cierta probabilidad para cada ítem, y para un test con un número dado de ítems dará un número de respuestas correctas adivinando, sin conocer la solución correcta. Debido a estas adivinaciones obtendrá, por lo tanto, unos (en la matriz de puntajes) donde debería tener ceros; este efecto es un error de medida puro.

## **ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS (AMEF)**

### **Reseña Histórica**

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejército de los Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de criticabilidad" y elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739.

Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF.

Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial.

### **ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS POTENCIALES (AMEF)**

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- ❖ Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- ❖ Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- ❖ Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- ❖ Analizar la confiabilidad del sistema.
- ❖ Documentar el proceso

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, éste es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, y así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios.



## **REQUERIMIENTOS DEL AMEF**

Para hacer un AMEF se requiere lo siguiente:

- ❖ Un equipo de personas con el compromiso de mejorar la capacidad de diseño para satisfacer las necesidades del cliente.
- ❖ Diagramas esquemáticos y de bloque de cada nivel del sistema, desde subensambles hasta el sistema completo.
- ❖ Especificaciones de los componentes, lista de piezas y datos del diseño.
- ❖ Especificaciones funcionales de módulos, subensambles, etc.
- ❖ Requerimientos de manufactura y detalles de los procesos que se van a utilizar.

## **BENEFICIOS DEL AMEF**

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho mas difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con sus percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

Por otro lado, el AMEF apoya y refuerza el proceso de diseño ya que:

- ❖ Ayuda en la selección de alternativas durante el diseño
- ❖ Incrementa la probabilidad de que los modos de fallas potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño
- ❖ Proporciona una información adicional para ayudar en la planeación de programas de pruebas concienzudos y eficientes
- ❖ Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente

- ❖ Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas
- ❖ Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o de leve protección
- ❖ Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos
- ❖ Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallas secundarias
- ❖ Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones de un sistema

### **MODO DE FALLA POTENCIAL**

Se define como la manera en que una parte o ensamble puede potencialmente fallar en cumplir con los requerimientos de liberación de ingeniería o con requerimiento específicos del proceso. Se hace una lista de cada modo de falla potencial para la operación en particular; para identificar todos los posibles modos de falla, es necesario considerar que estos pueden caer dentro de una de cinco categorías:

- ❖ Falla Total
- ❖ Falla Parcial
- ❖ Falla Intermitente
- ❖ Falla Gradual
- ❖ Sobrefuncionamiento

### **SEVERIDAD**

El primer paso para el análisis de riesgos es cuantificar o medir la severidad de los efectos, éstos efectos son evaluados en una escala del 1 al 10, donde 10 se considera lo más severo.

## **EFFECTOS DE FALLA POTENCIAL**

El siguiente paso del proceso de AMEF, luego de definir la función y los modos de falla, es identificar las consecuencias potenciales del modo de falla; ésta actividad debe realizarse a través de la tormenta de ideas y una vez identificadas estas consecuencias, deben introducirse en el modelo como efectos.

Se debe asumir que los efectos se producen siempre que ocurra el modo de falla. El procedimiento para Consecuencias Potenciales es aplicado para registrar consecuencias remotas o circunstanciales, a través de la identificación de modos de falla adicionales, el procedimiento es el siguiente:

Se comienza con un modelo de falla (MF-1), y una lista de todas sus consecuencias potenciales

Separar aquellas consecuencias que se asumen como resultado siempre que MF-1 ocurra, éstas se identifican como efectos MF-1

Se escriben modos de falla adicionales para las consecuencias restantes (consecuencias que pudiesen resultar si MF-1 ocurre, dependiendo de las circunstancias bajo las cuales ocurra). Los nuevos modos de falla implican que las consecuencias inusuales ocurrirán al incluir las circunstancias bajo las cuales ocurren.

Separar las consecuencias que se asumen si resultarán siempre que los modos de falla y sus circunstancias especiales ocurran; éstas se deben identificar como efectos de los modos de fallas adicionales.

## **CAUSAS DE FALLAS POTENCIALES**

Luego de que los efectos y la severidad han sido listadas, se deben de identificar las causas de los modos de falla.

En el AMEF de diseño, las causas de falla son las deficiencias del diseño que producen un modo de falla. Para el AMEF de proceso, las causas son errores específicos descritos en términos de algo que puede ser corregido o controlado.

## **OCURRENCIA**

Las causas son evaluadas en términos de ocurrencia, ésta se define como la probabilidad de que una causa en particular ocurra y resulte en un modo de falla durante la vida esperada del producto, es decir, representa la remota probabilidad de que el cliente experimente el efecto del modo de falla.

## **CONTROLES ACTUALES**

Los controles actuales son descripciones de las medidas que previenen que ocurra el modo de falla o detectan el modo de falla en caso de que ocurran. Los controles de diseño y proceso se agrupan de acuerdo a su propósito:

**Tipo 1:** Estos controles previenen la causa o el modo de falla de que ocurran, o reduce su ocurrencia

**Tipo 2:** Estos controles detectan la causa del modo de falla y guían hacia una acción correctiva

**Tipo 3:** Estos controles detectan el modo de falla antes de que el producto llegue al cliente

## **DETECCIÓN**

La detección es una evaluación de las probabilidades de que los controles del proceso propuestos (listados en la columna anterior) detecten el modo de falla, antes de que la parte o componente salga de la localidad de manufactura o ensamble.

## **NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR)**

El número de prioridad de riesgo (NPR) es el producto matemático de la severidad, la ocurrencia y la detección, es decir:

$$\text{NPR} = \text{S} * \text{O} * \text{D}$$

Este valor se emplea para identificar los riesgos más serios para buscar acciones correctivas.

## **ACCIONES RECOMENDADAS**

Cuando los modos de falla han sido ordenados por el NPR, las acciones correctivas deberán dirigirse primero a los problemas y puntos de mayor grado e ítems críticos. La intención de cualquier acción recomendada es reducir los grados de ocurrencia, severidad y/o detección. Si no se recomienda ninguna acción para una causa específica, se debe indicar así.

Un AMEF de proceso tendrá un valor limitado si no cuenta con acciones correctivas y efectivas. Es la responsabilidad de todas las actividades afectadas al implementar programas de seguimiento efectivos para atender todas las recomendaciones.

El grupo de trabajo puede no tener las respuestas para todos los puntos, pero el análisis les obliga a buscarlas. Además, la información sobre el modo de producirse el efecto del fallo de un elemento es útil para otros elementos del sistema u otros análisis.

### **Medición:**

P = Probabilidad del suceso.

D = Probabilidad de que dañe a componentes próximos.

S = Gravedad del fallo para el sistema.

X Valor.

(1) Muy pequeña o nula.

(2) Pequeña.

(3) Mediana o importante

(4) Grande.

(5) Muy grande o Catástrofe.

### **EL PAPEL DEL AMEF EN LOS SISTEMAS DE CALIDAD**

Se pueden considerar como los objetivos principales de cualquier sistema de calidad, la prevención y la solución de problemas.

Para la prevención de problemas los sistemas de calidad emplean el Despliegue de la Función Calidad (QFD), el Análisis del Árbol de Falla (FTA), el Análisis de Árbol de Falla Reverso (RFTA), la Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP) y el AMEF, éste último es empleado tanto de manera directa como indirecta a través de la APQP y del Diseño de Experimentos (DOE), el cual es un elemento importante para la prevención y la solución de problemas; en cuanto a ésta última los sistemas de calidad utilizan principalmente el Mejoramiento Continuo, el Sistema Operativo de Calidad (QOS), las ocho disciplinas para la solución de problemas (8D) y el Plan de Control, cuya elaboración requiere directamente del AMEF, de herramientas de Control Estadístico de Proceso (SPC) y la consideración de las características especiales establecidas a través del AMEF.

## **RELACIÓN DEL AMEF CON LAS NORMAS ISO 9000**

Las normas ISO 9000 solo definen directrices y modelos, no indican procedimientos a ser implementados ni las estrategias correspondientes que deberán ser definidas por cada empresa.

La serie ISO 9000 es especialmente aplicable cuando es necesario comprobar al cliente, como requisito contractual, que están siendo considerados un conjunto de parámetros de calidad previamente establecidos. En estos casos, el cliente exige contractualmente la comprobación de la calidad, no sólo del proyecto de desarrollo.

Entre los requerimientos establecidos en la norma 9000:2000 se hace referencia al control de diseño y al control del proceso, en sus cláusulas se establece como requisito la verificación de los mismos incluyendo un análisis de fallas y de sus correspondientes efectos. Esta verificación debe confirmar que los datos resultantes del proyecto cumplen las exigencias establecidas, a través de actividades de control de proyecto, tales como la realización y registro del análisis crítico de proyecto. El AMEF puede ser considerado particularmente como uno de los métodos mas útiles y eficientes para tal fin.

## **DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE FALLA**

### **Reseña Histórica**

Se han realizado muchas investigaciones para la detección y el diagnostico de fallas, mediante la aplicación de algoritmos matemáticos y modelos de señales.

Las primeras investigaciones se realizaron al principio de la década de los 70, basadas en el diseño de observadores y uso de filtros. Mas adelante se desarrollo el principio de redundancia analítica.

Posteriormente se implemento por primera vez, un sistema de monitoreo especializado para la detección y análisis de fallas en una planta nuclear

En los últimos años han sido investigadas y aplicadas técnicas prometedoras como lo son: el espacio de paridad, la lógica difusa y las redes neuronales, entre otras.

## **FORMACIÓN DEL PERSONAL**

- En sistemas de mantenimiento descentralizado, cada jefe de equipo puede recurrir a sus compañeros o mandos, con el fin de obtener refuerzos para el urgente.
- Los oficiales de reparaciones por fallas deben estar preparados para su trabajo. Ocurre con frecuencia el tener que llevar a cabo trabajos de distintos tipos, por lo que se ha llevado a cabo preparar oficiales con conocimientos prácticos en la detección de fallas:
  - Mecánicos
  - Eléctricos
  - Neumáticos e hidráulicos conjuntamente.

## **ASISTENCIA PARA LA REPARACIÓN DE FALLAS**

Tomada la decisión, deben seguirse entre otras las siguientes normas:

- a) Nunca debe hacerse excesiva fuerza al desmontar las piezas.
- b) Los cojinetes de bolas, de rodillos, o de agujas deben manejarse con cuidado.
- c) Procurar no dañar juntas ni empacaduras, pues suelen ser elementos muy sensibles.



- d) No debe utilizarse aire comprimido para limpiar las piezas que hay que desmontar. La suciedad se quedará en la maquina.
- e) Usar siempre aceite limpio para engrasar las superficies de las piezas desmontadas que así lo requieran. Así mismo para secar las piezas utilice papel o trapos que no dejen fibras sobre ellas.
- f) Mantener en buen orden la zona de trabajo.
- g) Mantener en toda intervención una alta calidad de trabajo,
- h) Asegurarse de que el aceite o la grasa se introducen en el punto correcto.
- h) No reparar una maquina o instalación sin tratar de localizar la causa de la falla.
- i) Informar correctamente y de forma clara de la intervención llevada a cabo al jefe de equipo.
- j) Estar atentos siempre a las reglas de seguridad.
- k) Mantener un constante contacto con los superiores (jefes) para informar de las dificultades y sugiriendo posibles soluciones.
- l) Antes de dar por terminado avisar al jefe de equipo

## **NORMAS GENERALES PARA DETECTAR FALLAS**

- Normas para fallas mecánicas,
- Normas para fallas eléctricas,
- Normas para fallas hidráulicas y neumáticas.

### **Normas para fallas mecánicas**

- La fuente de energía suele ser un motor.
- Inspeccionar la transmisión de potencia, observando las correas de transmisión:

- Si la transmisión es por cadena: comprobar si ésta está en buenas condiciones.
- Si es la transmisión por acoplamiento: comprobar el correcto funcionamiento, sobre todo el deslizamiento.

### **Diagramas de funcionamiento**

No se representa más que un ciclo de la operación o secuencia a realizar, y no se representan los arranques o paradas de motores, a menos que estas operaciones se repitan en los ciclos.

Un diagrama funcional es un diagrama del tipo “recorrido-tiempo”. En el eje de abscisas se suele representar el tiempo, mientras que en el de ordenadas los recorridos.

### **NORMAS PARA DETECTAR AVERIAS ELECTRICAS**

Para facilitar la detección rápida de averías eléctricas es esencial disponer del diagrama funcional o al menos del esquema eléctrico. Pero aun con estos esquemas, el técnico electricista debe pensar de una forma lógica y dividir el sistema eléctrico en circuitos mas o menos independientes.

### **LOCALIZACIÓN DE AVERIAS EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

Las averías en estos sistemas se manifiestan generalmente por el fallo en el funcionamiento de los aparatos, fusibles fundido, indicadores de los aparatos detectores de tierra, humo o recalentamiento de algún cable. Los cortocircuito y faltas de cortocircuito son relativamente fáciles de localizar y los manifiestan respectivamente los fusibles fundidos y la falta de voltaje.

## **LOCALIZACIÓN DE AVERIAS EN APARATOS DE MANIOBRA**

Para el buen funcionamiento de los motores son esenciales los aparatos de maniobra y gobierno, pero estos lamentablemente son con frecuencia olvidados. Las averías en tales aparatos ocasionan defectos de funcionamiento, fallos en los arranques, e incluso en ocasiones, la destrucción de algún órgano importante de una maquina o instalación.

## **ANÁLISIS GENERALIZADO DE FALLAS**

El análisis de fallas en sistemas eléctricos ha evolucionado a la par que las herramientas de cálculo numérico. Los primeros estudios recibieron el nombre genérico de cortocircuito y a la fecha todavía se le aplica este nombre, asignado al análisis de fallas trifásicas en sistemas eléctricos, bajo ciertas suposiciones que simplificaban el análisis. Actualmente, es posible realizar simulaciones sobre una variedad de sistemas y fallas y bajo un menor número de suposiciones, con lo que se permite obtener resultados más precisos para la coordinación de protecciones en redes eléctricas. Estas simulaciones se conjuntan en lo que se ha dado a conocer bajo el nombre de análisis generalizado de fallas.

Esta metodología permite el análisis sistemático de fallas balanceadas o desbalanceadas en un sistema eléctrico de potencia o distribución. Estas fallas, normalmente se clasifican en:

### **FALLAS EN DERIVACIÓN:**

- Línea a tierra.
- Doble línea a tierra.
- Entre líneas.
- Trifásica a tierra.

- Trifásica sin aterrizar.

### **FALLAS EN SERIE:**

- Una fase abierta
- Dos fases abiertas

### **INSTRUMENTOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS**

1. Predicen o permiten conocer los defectos de los equipos.
2. Determinan las causas de la maquinaria o miden el grado en que pueden rendir.
3. Están diseñados como aparatos portátiles, capaces de soportar el uso en las condiciones normales de taller.
4. Su aplicación es para reconocimiento temporal pero no para una revisión continua y de control.

### **EI HACCP ES ANÁLISIS DE RIESGO Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL.**

El HACCP del inglés Hazard Analysis and Critical Control Point, es un enfoque sistemático que con base científica nos permite identificar riesgos específicos y medidas de control con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos. HACCP es un instrumento para evaluar riesgos y establecer sistemas de control que se orientan hacia la prevención en lugar de basarse en el análisis del producto final. También se puede definir como una estrategia de aseguramiento de la calidad preventiva dirigida a todas las áreas de contaminación, supervivencia y crecimiento de microorganismos.

El HACCP fue desarrollado en el año 1960 por la Pillsbury Company, a solicitud y con el apoyo de La NASA (National Aeronautic and Space

Administration) y Natick Laboratory (de La Armada de los Estados Unidos) y el Air Force Space Laboratory Project Group. El objetivo primordial era producir un alimento con el 100% de seguridad y que pudiera ser usado por astronautas del nasiente programa espacial, sin peligro de ser infectados por contaminantes químicos, toxinas o microorganismos patógenos.

En los Estados Unidos de Norteamérica, en los años 70 fue adoptado y usado por la FDA (Food and Drug Administration) en los alimentos enlatados con carácter ácido. El gobierno y la industria trabajaron en cooperación para identificar los puntos críticos de control y el procedimiento de monitoreo. El programa fue diseñado como una herramienta que reduce, elimina, o controla los peligros a niveles aceptables. Para que el sistema trabaje, la herramienta de control debe tener una implementación continua. El sistema es completo porque abarca los ingredientes, procesos y el uso de los productos; continuo porque los problemas se detectan cuando ocurren y se pueden tomar acciones rápidas para corregirlos; y sistemático, porque cubre pasó a paso las operaciones, procedimientos y el control de las mediciones.

Si lo comparamos con otras herramientas similares, la visión actual del HACCP ofrece ventajas en la garantía para conseguir una verdadera inocuidad en los alimentos, debido a que:

- Permite un enfoque más amplio de un proceso de elaboración de alimentos del campo al consumidor.
- Se concentra en evitar el riesgo de contaminación de los alimentos.
- Se basa en principios científicos sólidos.
- Permite mayor eficacia y efectividad en la supervisión gubernamental, principalmente porque a través del registro de los inspectores se pueden evaluar el grado de cumplimiento de las disposiciones sobre inocuidad de los alimentos durante un período, no simplemente en un día determinado.

- Asigna, como es debido, el compromiso de toda la organización y en especial de la alta Gerencia de la industria de la elaboración y a los distribuidores la responsabilidad de la inocuidad de los alimentos.
- Conduce a un aumento muy sensible de la instrucción específica de los operadores, ya que, al establecerse responsabilidades personales en cada eslabón de la cadena alimentaría, obliga en cada caso al auto detección de los propios puntos críticos, y su corrección inmediata.
- Promueve la formación de equipos multidisciplinarios para el desarrollo del plan HACCP, pues constituye un modelo que permite organizar y sistematizar la información y el conocimiento relacionado con la metodología de la investigación.
- Permite conocer mejor el funcionamiento de las instalaciones mediante el uso adecuado de las verificaciones del sistema (auditorias internas) y los planes de entrenamiento, entre otros elementos.
- Logra hacer más eficiente el funcionamiento de la empresa, dada la organización que requiere la implementación del sistema, ayudando a la industria alimenticia a competir más eficazmente en el mercado mundial.
- La empresa está en condiciones de brindar respuestas oportunas a los cambios en las necesidades de los consumidores. De esta manera se logra acceder a un ciclo de mejoras continuas.

## **PRINCIPIOS EN QUE SE BASA EL HACCP**

Estos principios son aceptados ampliamente y deben seguirse para elaborar un plan de HACCP, ya que explican con detalle el proceso.

1. Conducir un Análisis de Riesgo.
2. Identificar los puntos críticos de control.
3. Establecer límites críticos.
4. Establecer procedimientos de monitoreo.
5. Establecer acciones correctivas.
6. Establecer procedimientos de verificación.

7. Establecer procedimientos para la verificación sobre el correcto cumplimiento del sistema.

## **IMPLEMENTACIÓN**

El HACCP asegura que todos los riesgos estén bajo control. La comunicación y el compromiso son las llaves para que la implementación del programa sea sólida. Su administración involucra la formación de un equipo que establezca políticas, reglas y normas. Es importante que el programa se vea como una sola unidad que incluya lo que pasa en un alimento durante su cadena de producción, transporte, distribución y consumo.

El siguiente paso es el diseño de flujos de producción para identificar los peligros, riesgos, identificar controles, establecer normas, requerimientos de monitoreos y acciones correctivas para cada control. La documentación y verificación del sistema deben tener un lugar importante, ya que el sistema está basado en la prevención y focalización de nuestros esfuerzos y tareas durante la operación minimizando los costos y desperdicios.

## **RESULTADOS**

Es difícil evaluar el valor que el sistema HACCP tiene, debido a que es de naturaleza preventiva. El sistema reduce costos porque sus recursos se concentran en áreas críticas. Los análisis y ensayos que se le hacen al producto final pueden tener cierta dificultad, porque los controles que se han efectuado hacen que casi no haya producto rechazado.

También, es importante el incremento de utilidades, debido a que hay menos reclamos, disminuye la responsabilidad por los que se efectúen de forma legal, se incrementa la confianza del consumidor y aumenta la participación en el mercado.

La seguridad alimenticia no es negociable, sino que es implícita en el alimento que se produce; Por lo que no se deben de escatimar esfuerzos, para que sea una práctica sostenible en la empresa de procesamiento de alimentos.

### **ANÁLISIS DE RIESGOS DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP)**

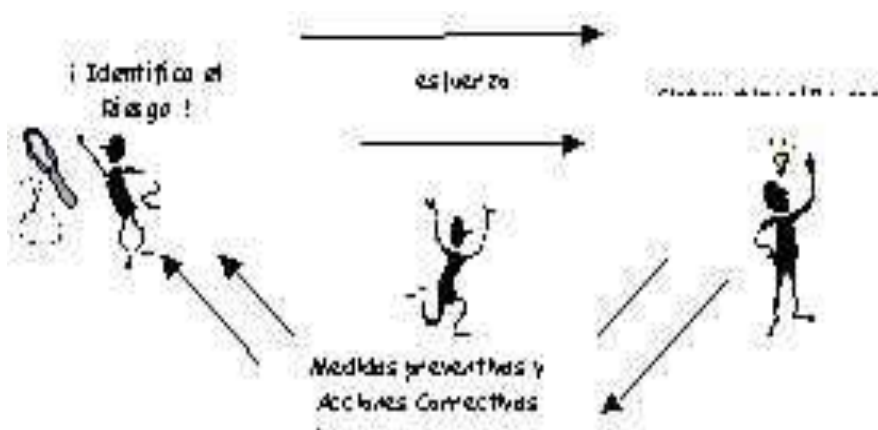
HACCP es un sistema de principios establecido para asegurar que la producción de los productos alimenticios estén exentos de riesgos de contaminación (incluyendo riesgos químicos, físicos, y microbiológicos), ya sea que el hombre ó la naturaleza los estén haciendo ocurrir. PrimusLabs.com, consciente de ello, a través de los principios de HACCP, es capaz de ofrecer a nuestros clientes un programa adecuado para asistirlos en la implementación, monitoreo, apoyo técnico y localización de problemas dentro del programa. PrimusLabs.com provee un entrenamiento personal bilingüe en todos los aspectos del programa HACCP, y ofrece programas de Auditorías HACCP para verificar el funcionamiento y desarrollo del plan HACCP de la compañía en cuestión.

### **EL ANÁLISIS DE RIESGOS, IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS**

- **Definiciones**

**El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos (ARICPC o HACCP)** es un sistema que identifica, evalúa y controla la posibilidad de presencia de peligros para la salud del consumidor en los alimentos producidos, elaborados o suministrados y caracteriza los puntos y controles considerados críticos para la seguridad de los alimentos.





El **riesgo**, es una función de la probabilidad de un efecto adverso derivado del consumo de un alimento y la gravedad de dicho efecto. Y el **peligro** es el agente de origen biológico, químico o físico o condición de un alimento que puede tener efectos adversos en la salud. La notación de "**probabilidad**" es de que ha existido una conformación de información científicamente basada.

- **Historia y Generalidades**

Los orígenes del sistema **ARICPC** se remontan a la década de los años sesenta, concretamente en la alimentación para astronautas de la NASA en los vuelos espaciales, pues se requería lograr mayor seguridad en los alimentos.

La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) desde la década de los 70's hizo obligatorio este sistema para los procesos de conservas acidificadas; en los 80's a la industria pesquera de ese país se le invitó a un programa voluntario de implantación del sistema, y posteriormente se hizo requisito obligatorio para ciertos sectores de la industria de alimentos; Canadá y la Unión Europea también lo han hecho obligatorio para varios sectores de la industria alimentaria; en México desde 1993 la Secretaría de Salud impulsa la adopción

voluntaria del sistema, se han elaborado manuales genéricos en procesos específicos tales como, pasteurización de leche, purificación de agua y elaboración de conservas acidificadas, entre otros, además de una guía general de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos. Desde 1997 es obligatorio para la industria procesadora de productos pesqueros conforme a la NOM-128-SSA1-1994.

El **ARICPC** por otra parte fue perfeccionado por La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas de Alimentos (ICMSF por sus siglas en inglés) quien elaboró una serie de directrices documentos al respecto. En 1993 el tema fue abordado por el Codex Alimentarius quién desarrolló una directiva Codex que recomienda la aplicación del sistema en la industria de alimentos y estandariza la metodología en el seno de los comités internacionales de la institución.

Los principios y valores contenidos en el **ARICPC** se definen en tres aspectos: **riesgo, prevención y sistema**. En el fondo el **ARICPC** no es más que un sistema lógico, práctico y dinámico para garantizar seguridad en el proceso productivo de alimentos. Se basa en investigación científica y considera todas las herramientas que llevan a la comprobación o no de hipótesis determinadas, la planta industrial se convierte entonces en un centro de investigación donde las operaciones, procesos y tecnología significan un entorno de medición, evaluación y mejora continua.

El principio constante en todo el sistema es pensar con enfoque de riesgo, desarrollo de alternativas de prevención y encuadre en un concepto de sistemas que permite dar el seguimiento tal como lo promueve el proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control) y denotar si las medidas correctivas y preventivas seleccionadas están siendo efectivas, pensando en la economía de la empresa, donde los costos de la inspección o análisis de los productos finales se reducen y se substituyen para vigilar las operaciones significativas del proceso.

- **VENTAJAS DEL SISTEMA**

La implantación del sistema de **ARICPC** ofrece ventajas para las empresas, por ejemplo:

1. Ofrece un alto nivel de calidad sanitaria a los alimentos.
2. Contribuye a consolidar la imagen y credibilidad de la empresa frente a los consumidores y aumenta la competitividad tanto en el mercado interno como en el externo.
3. Contribuye a la reducción de costos y a disminuir sustancialmente la destrucción o reproceso de productos, lo que resulta en un aumento de la productividad.
4. Genera ganancias institucionales; la autoestima e importancia del trabajo en equipo; ya que las personas involucradas pasan a un estado de conciencia, ganando autoconfianza y satisfacción de que la producción de alimentos se realiza con un alto nivel de seguridad.
5. En el aspecto legal la implantación del sistema **ARICPC** facilita la comunicación de las empresas con la autoridad sanitaria, puesto que la empresa ha resuelto las premisas tales como: el cumplimiento de buenas prácticas sanitarias y el énfasis en el control del proceso garantizando la calidad sanitaria, que es el punto de encuentro de la responsabilidad del gobierno y la industria para proteger a la población del país. Actualmente la instrumentación del **ARICPC** únicamente es obligatorio en la industria procesadora de productos pesqueros; sin embargo existe la tendencia a convertirse en un requisito para toda empresa procesadora de alimentos.

- **Dificultades para su implantación**

1. Las creencias y valores arraigados en algunas empresas y personas, constituyen una de las barreras que dificultan el reconocimiento de la importancia de este sistema. Inercias operativas o en algunos casos, políticas corporativas reducen la importancia de la garantía de calidad.

2. No considerar el costo de implantación del sistema y el tiempo en el que se empiezan a percibir los resultados.
3. Las dificultades de identificar los puntos críticos de control y la identificación inadecuada de éstos, puede aumentar los costos de control y llevar a una falsa seguridad del producto por parte de la empresa y por eso es fundamental que los elaboradores del plan de **ARICPC** cuenten con los conocimientos adecuados para realizar un trabajo de calidad.
4. La falta de personal capacitado para diseñarlo e implementarlo adecuadamente.

- **¿Cómo y donde utilizar el sistema de ARICPC?**

1. El sistema **ARICPC** es aplicable a todo proceso de alimentos, desde la producción primaria hasta el consumo final, los principios que integran el sistema son aplicables a cualquier actividad relacionada con los alimentos, sin embargo, un plan de **ARICPC** es específico para un determinado proceso.
2. Toda persona que participa en el proceso productivo debe estar involucrado en la implantación de los principios del sistema **ARICPC** y cuando el caso lo requiera en la elaboración de plan **ARICPC**.
3. Otro aspecto importante es conocer con soltura y dominio los límites críticos que son los valores que separan lo aceptable de lo no aceptable, es decir es base de decisión.
4. En función de donde afectan los riesgos y de los límites críticos, se establecen los Puntos Críticos de Control (**PCC**) que son las fases, procedimientos, operaciones o etapas en la producción de un alimento en el que se puede controlar un riesgo.
5. Por otro lado, se han de considerar como medidas preventivas a cualquier actividad que pueda utilizarse para prevenir o identificar un riesgo o peligro; las acciones correctivas son aquellos procedimientos que se deben seguir cuando exista desviación en los límites críticos, los procesos de vigilancia (monitoría) periódicos permiten confirmar el

cumplimiento de las especificaciones de proceso establecidas y realizar las mejoras pertinentes, una vez puesto en marcha el sistema.

6. Finalmente los registros permiten al empresario demostrarse a sí mismo y a las dependencias reguladoras de alimentos, que la calidad y protección de alimentos se está realizando en el proceso productivo. Los registros constituyen el mejor respaldo de la empresa para probar las incidencias ocurridas, la aplicación de soluciones y las acciones determinadas conformando un marco histórico y marcando las tendencias.

El **ARICPC** está diseñado principalmente para concentrarse en las condiciones peligrosas que pueden existir en un producto o proceso, tales como contaminación, desarrollo o supervivencia de microorganismos, para eliminarlos y tener control sobre las demás etapas del proceso; sin embargo para lograr un cambio significativo en la seguridad de alimentos, el **ARICPC** requiere como soporte ciertas premisas, principalmente:

- a. La naturaleza de los peligros, cuya eliminación o reducción a un nivel aceptable sea considerada como esencial para la producción de alimentos inocuos.
- b. La definición de dicho nivel aceptable, es decir, determinar un objetivo que conduzca a decidir la calidad de aceptable y que deberá gobernar el diseño del producto, del proceso y de las medidas de control.
- c. El valor de alcanzar la calidad sanitaria del alimento con respecto al costo de alcanzarla.

## **CONCLUSIONES**

- Las herramientas para la calidad son métodos que permiten que la traducción del mundo del cliente al mundo de la organización sea lo mas correcta posible.
- Con el objeto de minimizar todas las funciones que trae apegadas el mantenimiento industrial, desde hace varios años se han venido desarrollando estudios y pruebas; para lograr que un equipo funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado. Esto ha traído como consecuencia que se formen los criterios de diseño tomando en cuenta los conceptos de confiabilidad, para se cumpla con la condición de que el equipo se utilice según sea el fin para el cual fue diseñado y dentro de la calidad esperada.
- Es cierto la gran importancia y la eficacia de los beneficios que proporciona el Análisis de Modo y Efectos de Falla como una herramienta para examinar todas las formas en que un producto o proceso pueda fallar; además se hace una revisión de la acción que debe tomar para minimizar la probabilidad de falla o el efecto de la misma.
- La correcta utilización del DAF ayuda a la detección de fallas y los estándares principales que nos permiten localizar las averías en un equipo o aparato.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ❖ **BALDIN, Asturias.** Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales.
- ❖ **ROSALES, Robert.** Manual de Mantenimiento Industrial
- ❖ **L.C. Morrow.** Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo I, II Y III. Edición McGRAW- HILL