

**ANÁLISIS DEL AMEF (ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTOS DE FALLAS) EN LA  
INDUSTRIA COLOMBIANA**

Autor

ALDAIR ALBERTO MOLINA BOLAÑO

COD. 1'120.750.764

MONOGRAFIA



PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA-NORTE DE SANTANDER

2019

**ANALISIS DEL AMEF (ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS) EN LA  
INDUSTRIA COLOMBIANA**

Autor

ALDAIR ALBERTO MOLINA BOLAÑO

COD. 1'120.750.764

MONOGRAFIA



Director

NELCY XIOMARA ORJUELA DUARTE

INGENIERA INDUSTRIAL

ESP. GERENCIA DE PROYECTOS

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA-NORTE DE SANTANDER

2019

## Contenido

RESUMEN .....	7
INTRODUCCIÓN .....	9
RESULTADOS.....	12
1 CAPITULO 1 .....	12
1.1 Generalidades de la amef .....	12
1.1.2. ¿De dónde se origina las ideas de la amef?.....	14
1.1.3 Tipo de amef .....	14
1.2 Ventajas potenciales de la amef .....	15
1.3 ¿Cuándo se debe implementar la amef?.....	16
1.4 Formatos y elementos de la amef.....	17
1.4.1 Encabezado. ....	17
1.4.2 Descripción/propósito del proceso.....	18
1.4.3 Modo de falla potencial. ....	19
1.4.4 Efectos de falla potencial.....	19
1.4.5 Severidad.....	20
1.5 Características especiales .....	21
1.5.1 Causas de fallas potenciales.....	23
1.5.2 Ocurrencia.....	23
1.5.3 Controles actuales. ....	25
1.5.4 Detección .....	25
1.6 NPR.....	27
1.6.1 Acción (es) recomendada (s). ....	27
1.6.2 Área/individuo responsable y fecha de terminación (de la acción recomendada)..	28
1.6.3 Acciones tomadas. ....	28
1.6.4 Npr resultante.....	28
1.7 Secuencia De Procedimientos Para La Elaboración Del AMEF.....	29
1.7.1 El Papel Del Amef En Los Sistemas De Calidad .....	29
1.7.2 Relación Del Amef Con Las Normas Iso 9000 .....	30
1.7.3 proceso para la elaboración de un amef o fmea.....	30

2	CAPITULO II.....	31
2.1	Implementación de la amef en la industria colombiana.....	31
2.1	EMPRESA COLOMBIANA QUE APLICAN EL AMEF: .....	39
3	CAPITULO III .....	43
3.1	Aplicación de la herramienta amef en la industria mundial.....	44
3.2	EMPRESA MUNDIAL QUE APLICA EL AMEF:.....	47
	CONCLUSIONES .....	49
	RECOMENDACIONES.....	50
	BIBLIOGRAFIA .....	51

### **TABLA DE ILISUTRACIONES**

Ilustración 1 .....	21
Ilustración 2 .....	21
Ilustración 3 .....	24
Ilustración 4 .....	24
Ilustración 5 .....	26
Ilustración 6 .....	26
Ilustración 7 .....	31



## DEDICATORIA

En esta monografía quiero agradecer primeramente a Dios quien siempre me ha acompañado en el transcurso de mi vida, bendiciendo cada uno de mis pasos y dándome el apoyo y fuerza necesaria para continuar. A mi gran familia por siempre brindarme esa confianza y energía para nunca rendirme en lo largo de toda mi carrera universitaria y de mi vida personal, especialmente a mis padres quienes con su dedicación, esfuerzo, apoyo y amor incondicional lograron darme esta oportunidad de llegar mucho más lejos, de formarme como todo un gran profesional, agradecerle también a todas esas personas que hicieron parte de mi historia en el transcurso de mi carrera, quienes me apoyaron con una palabra de aliento logrando que mi espíritu y alma siguieran adelante sin importar las dificultades.

Por ultimo pero no menos importante agradecerle a los docentes del programa de ingeniería industrial de la universidad de pamplona por haberme brindado parte de su gran conocimiento a lo largo de este gran y esplendido proceso profesional, un agradecimiento muy especial a la ingeniera Nelcy Xiomara Orjuela Duarte tutora en la formación y realización de esta monografía quien me ha acompañado y guiado con su paciencia, sabiduría y comprensión, compartiendo su valioso conocimiento en la construcción de este documento.

## RESUMEN

Debido al gran desarrollo que presentan las industrias hoy en día, lo cual genera un alto nivel de competitividad entre cada una de las distintas empresas y muchos de los sectores económicos, forjando mayores requerimientos por parte de los clientes ha conllevado a implementar cambios necesarios para adecuarse a nuevos métodos estratégicos de mejora en la parte de competitividad, logística, seguridad y otras áreas más, mejorando cada una de las fallas que se presentan en la parte industrial y aportando mejoras las cuales hacen que una empresa muestre un mayor desempeño con una mejora en la eficiencia y la eficacia en las empresas donde se implementa este método de la amef siendo una herramienta de seguimiento y control . Este método o estrategia es implementado a niveles internacionales, nacionales y regionales, complementando que tiene un gran rango de implementación en los sectores como la salud, las empresas textiles, turismo, productos y otros sectores más.

La metodología que se implementa en este documento tiene como base principal la investigación bibliográfica y documental, los cuales se realiza a tesis, artículos, páginas web, con el fin de tener una monografía con pensamientos y opiniones propias, el cual deje documentado la estrategia trabajada y sea aprovechada con el fin de fomentar y mejorar el conocimiento relacionado con la amef y la importancia que tiene en la parte de las industrias colombianas. Este documento está conformado por cuatro etapas o faces dividida en lo que se resalta una exploración de información la cual se hizo a través de fuentes bibliográficas, páginas web, documentos, etc. También conlleva una consolidación donde se enfoca el amef en su origen y el modo de aplicación, un análisis el cual está enfocado al uso y el aprovechamiento de esta herramienta para empresas industriales tanto para Colombia como para el resto del mundo y por

ultimo este trabajo lo conforma una conclusión donde se resalta las particularidades que posee el amef como una herramienta de seguimiento y control para la implementación en algún producto o servicio el cual este en busca de una buena calidad.

Con esta investigación lo que se quiere lograr es obtener mucho más conocimiento sobre la herramienta amef desde un punto investigativo, para llegar a conocer cada una de las características que pose esta metodología, empezando desde sus orígenes hasta llegar al final de todo el cuerpo de esta excelente herramienta

***Palabras claves:*** Competitividad, metodología, amef, implementación, estrategia, seguimiento, control.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente , en las actividades que abarcan el sector del comercio, incluyendo también la parte de bienes y servicios, y con la finalidad de complacer a cada uno de los clientes, las empresas han sido forzadas a llegar a los clientes por medio de garantías de cada uno de los productos, teniendo así un compromiso con el cliente durante un ciclo de reparaciones o sustituciones de manera parcial de los productos que llegase a presentar un tipo de falla o defecto tanto en la parte de construcción o de operación.

Sabiendo que cada una de estas garantías ofrecidas llegara al cliente como un comodín de tranquilidad, teniendo en cuenta que al no poder hacer uso de cada uno de los productos durante el ciclo de reparación o en el caso sea de sustitución, o que el producto presente fallas reiteradamente, significara un tipo de disgusto, el cual llega a convertirse en una desventaja de reputación en lo que abarca al proveedor.

En el momento en que se llegase a presentar en que el servicio o el producto brindado es manipulado en situaciones o condiciones muy crítica, pasaría a un plano secundario la garantía y la atracción principal del consumidor va directo a que el producto o servicio no presente ningún tipo de falla.

Estas razones conllevan a que todas las empresas implementen un producto o servicio en el mercado que sea llamativo para el consumidor los cuales no tengan ningún tipo de fallas, con lo anteriormente mencionado el presente trabajo busca presentar el análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) como una implementación de gran beneficio para hacer crecer la confiabilidad

y llegar a explorar nuevas soluciones a cada uno de los problemas que se lleguen a presentar en los productos, servicios o procesos anticipando a cualquier error que pueda ocurrir.

Teniendo en cuenta de la AMEF es una herramienta la cual nos ayuda a determinar las acciones de prevención desde el punto de identificación de riesgos de potenciales fallas presentes en: servicios, procesos o sistema, productos, con la meta de establecer los controles adecuados que prevengan la ocurrencia de las mismas. Con este método es contingente reconocer e identificar fallas potenciales, primordialmente en los procesos de producción, con el fin de excluir o reducir el riesgo asociado a la misma

De la recolección de información sobre la AMEF se concluye que no es un término nuevo debido a que se utiliza desde la década de los 40 siendo un método desarrollado por la nasa, trabajándose con el fin de comprobar la confiabilidad de los equipos en las medidas que se va comprobando algún tipo de fallas de estos mismos.

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:

a) 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

b) Proporciona una información adicional para ayudar en la planeación de programas de pruebas concienzudos y eficientes

- c) Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente
- d) Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas
- e) Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o de leve protección
- f) Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos
- h) Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallas secundarias.
- h) Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones de un sistema.

## RESULTADOS

### 1 CAPITULO 1

#### 1.1 Generalidades de la amef

##### 1.1.1. Origen y concepto de la amef.

Hablando un poco de la historia se puede decir que AMEF fue desarrollado por el Ejército de Estados Unidos a finales de la década de 1940. Su frustración al producir municiones que fallaban al ser utilizadas era muy grande, y es por eso que desarrollaron un método que eliminaría todas las posibles causas subyacentes. Un método detallado se documentó: MIL-P-1629. Funcionó y entonces fue aceptado por la industria nuclear y aeroespacial. NASA indica que el éxito de los alunizajes se basa en parte en el uso de AMEF.

La NASA también estaba preocupado por el uso de alimentos contaminados durante las misiones espaciales y desarrollaron una técnica similar llamado HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), especialmente para la industria alimentaria. En los años 70 aparecieron, en el Ford Pinto, los incendios fatales en algunos casos específicos. Eso era un desastre de relaciones públicas. Para eliminar la repetición de estos y otros problemas graves, Ford utilizó el AMEF en su proceso de diseño. Más compañías comenzaron a usar AMEF y desde 1993, la AIAG (Automotive Industry Group Acción) ha utilizado AMEF en la norma QS 9000 para proveedores de la industria automotriz. QS9000 más tarde se convirtió a TS16949.

Además de la industria automotriz el AMEF también se requiere en las industrias de semiconductores, petróleo, gas, electrodomésticos, electrónica y la industria de dispositivos médicos. En pocas palabras AMEF es un análisis de riesgos y la técnica para reducción de errores que tiene en cuenta tres cosas; la gravedad del error, la probabilidad de que la posible causa del error ocurra y la probabilidad de que la causa del fallo o error se encuentre antes de que el producto defectuoso llegue al cliente **(DATALYZER, 2015)**

EL análisis del modo y efectos de fallas (AMEF) es actualmente la técnica más utilizada para el análisis de riesgos. El análisis de riesgos es una actividad humana muy natural. Como ejemplo, cuando se conduce un automóvil, usted hace continuamente una evaluación de los riesgos y ajusta su comportamiento si los riesgos aumentar o disminuye.

El análisis de riesgos sigue siendo una parte esencial de nuestro negocio. Analizamos rutinariamente situaciones y tomamos medidas para minimizar los riesgos posibles de la empresa. AMEF es un método efectivo para diseñar y producir análisis de riesgo. Se examinan los procesos de diseño y fabricación, e identifican oportunidades para las deficiencias y defectos que pueden conducir a la insatisfacción del cliente. Antes de profundizar en los detalles, podemos empezar por la realización de una prueba.

Caminar a lo largo de su proceso de producción y pregúntate: “¿Qué puede pasar aquí con el producto que afectará a la satisfacción del cliente?”¿Qué estamos haciendo?”

Preguntar al personal de producción lo que va mal en el proceso y considerar cómo puede afectar el producto. El AMEF proporciona una herramienta para capturar todo este conocimiento de una manera estructurada, y ofrece posibilidades de tomar medidas que reduzcan el riesgo de un cliente decepcionado al mínimo. **(DATALYZER, 2015)**

### 1.1.2. ¿De dónde se origina las ideas de la amef?

Tradicionalmente una técnica de lluvia de ideas se ha utilizado para generar una lista de posibles problemas en cada paso de proceso o diseño. Si bien esto es útil, es más útil para incorporar todas las fuentes actuales de variación en su AMEF inicial. Éstas incluyen:

- Entradas de los incidentes de scrap o desperdicio
- Entradas de las devoluciones de los clientes
- Entradas de los cuasi accidentes
- Entradas del siguiente proceso
- Ideas de los diseñadores
- Ideas de los operadores de máquinas
- Ideas del equipo de mantenimiento
- Si usted tiene SPC considere los puntos de control
- Los problemas en procesos similares
- Consejos de expertos
- Consejos de los proveedores de materiales y máquinas
- El uso de estos recursos genera un gran número de posibles problemas y

proporciona rápido resultados prácticos.

### 1.1.3 Tipo de amef

El procedimiento AMEF puede aplicarse a:

➤ **Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.

➤ **Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.

➤ **Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.

➤ **Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse. (López., 2016)

## 1.2 Ventajas potenciales de la amef

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.

- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Generar Know-how.
- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos. (Excellence, 2019)

### **1.3 ¿Cuándo se debe implementar la amef?**

El AMEF es un procedimiento que enriquece a las organizaciones, de manera que considerar implementarlo no requiere de condiciones específicas de las operaciones. Sin embargo, pueden detectarse situaciones en los cuales el AMEF es una herramienta vital de soporte, por ejemplo:

- Diseño de nuevos productos y/o servicios.
- Diseño de procesos.
- Programas de mantenimiento preventivo.
- Etapas de documentación de procesos y productos.
- Etapas de recopilación de información como recurso de formación.
- Por exigencia de los clientes.

El AMEF es por excelencia la metodología propuesta como mecanismo de acción preventivo en el diagnóstico y la implementación del Lean Manufacturing. Este se activa por medio de los indicadores cuando se requiere prevenir la generación de problemas. (López., 2016)

#### **1.4 Formatos y elementos de la amef**

Para facilitar la documentación del análisis de fallas potenciales y sus consecuencias, la empresa Ford estandarizó un formato para la realización del AMEF; sin embargo, dado que cada empresa representa un caso particular es necesario que éste sea preparado por un equipo multidisciplinario integrado por personal con experiencia en diseño, manufactura, ensamblaje, servicio, calidad y confiabilidad. Es muy importante que, aun cuando se realicen modificaciones, se mantengan los siguientes elementos:

##### **1.4.1 Encabezado.**

Tipo De AMEF: se debe especificar si el AMEF a realizar es de diseño o de proceso.

Nombre/Número De Parte O Proceso: Se debe registrar el nombre y número de la parte, ensamble o proceso que se está analizando. Utilice sufijos, cambie letras y/o el número de Reporte de Problema/solicitud de cambio (CR/CR), según corresponda.

Responsabilidad De Diseño/Manufactura: Anotar el nombre de la operación y planta de manufactura que tiene responsabilidad primaria de la maquinaria, equipo o proceso de ensamble, así como el nombre del área responsable del diseño del componente, ensamble o sistema involucrado.

Otras Áreas Involucradas: Anotar cualesquier área/departamento u organizaciones afectadas o involucradas en el diseño o función del (los) componente(s), así como otras operaciones manufactureras o plantas involucradas.

Proveedores Y Plantas Afectadas: Enlistare cualquier proveedor o plantas manufactureras involucradas en el diseño o fabricación de los componentes o ensambles que se están analizando.

Vehículo (S)/Año Modelo (depende de donde se está haciendo): Registra todas las líneas de vehículos que utilizarán la parte/proceso que se está analizando y el año modelo.

Fecha De Liberación De Ingeniería: Indica el último nivel de Liberación de Ingeniería y fecha para el componente o ensamble involucrado. (Quero Castro, 2008)

Fecha Clave De Producción: Registrar la fecha de producción apropiada.

Preparado Por: Indicando el nombre, teléfono, dirección y compañía del ingeniero que prepara el AMEF.

Fecha Del AMEF: Anotar la fecha en que se desarrolló el AMEF original y posteriormente, anotar la fecha de la última revisión del AMEF.

#### **1.4.2 Descripción/propósito del proceso.**

Anotar una descripción simple del proceso u operación que se está analizando e indicar tan brevemente como sea posible el propósito del proceso u operación que se esté analizando.

#### **1.4.3 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
- Sobre funcionamiento

#### **1.4.4 Efectos 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 de 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 asume resultarán siempre que los modos de falla y sus circunstancias especiales ocurran; éstas se deben identificar como efectos de los modos de fallas adicionales.

#### **1.4.5 Severidad.**

El primer paso para el análisis de riesgos es cuantificar la severidad de los efectos, éstos son evaluados en una escala del 1 al 10 donde 10 es lo más severo. A continuación se presentan las tablas con los criterios de evaluación para proceso y para diseño:

Efecto	Criterios: Severidad del efecto para AMEF	Fila
Alerta peligrosa	El incidente afecta la operación segura del producto o implica la no conformidad con la regulación del gobierno sin alarma.	10
- peligroso; con alarma	El incidente afecta la operación segura del producto o implica la no conformidad con la regulación del gobierno con la alarma.	9
Muy Arriba	El producto es inoperable con pérdida de función primaria.	8
Alto	El producto es operable, pero en el nivel reducido del funcionamiento.	7
Moderado	El producto es operable, pero el ítem(s) de la comodidad o de la conveniencia es inoperable.	6
Bajo	El producto es operable a un nivel reducido de funcionamiento.	5
Muy Bajo	La mayoría de los clientes notan los defectos.	4
De menor importancia	Los clientes medios notan los defectos.	3
Muy De menor importancia	El ajuste y el final o el chirrido y el ítem del traqueteo no se conforma. Los clientes exigentes notan los defectos.	2
Ninguno	Ningún efecto	1
Tabla 1.	Criterios de la evaluación y sistema de graduación sugeridos para la severidad de los efectos para un diseño AMEF	

### Ilustración 1

Efecto	Criterios: Severidad del efecto para AMEF	Fila
- peligroso; sin alarma	Puede poner en peligro al operador del ensamblaje. El incidente afecta la operación o la no conformidad segura del producto con la regulación del gobierno. El incidente ocurrirá sin alarma.	10
- peligroso; con alarma	Puede poner en peligro al operador del ensamblaje. El incidente afecta la operación o la no conformidad segura del producto con la regulación del gobierno. El incidente ocurrirá con alarma.	9
Muy Arriba	Interrupción importante a la cadena de producción. 100% del producto puede ser desechado. El producto es inoperable con pérdida de función primaria.	8
Alto	Interrupción de menor importancia a la cadena de producción. El producto puede ser clasificado y una porción desechada. El producto es operable, pero en un nivel reducido del funcionamiento.	7
Moderado	Interrupción es de menor importancia a la cadena de producción. Una porción del producto puede ser desechado (no se clasifica). El producto es operable, pero un cierto ítem(s) de la comodidad / de la conveniencia es inoperable	6
Bajo	Interrupción es de menor importancia a la cadena de producción. 100% del producto puede ser devuelto a trabajar. El producto es operable, pero algunos ítems de la comodidad / de la conveniencia funcionan en un nivel reducido del funcionamiento.	5
Muy Bajo	Interrupción es de menor importancia a la cadena de producción. El producto puede ser clasificado y una porción puede ser devuelto a trabajar. La mayoría de los clientes notan el defecto.	4
De menor importancia	Interrupción es de menor importancia a la cadena de producción. Una porción del producto puede ser devuelto a trabajar en línea solamente hacia fuera-de-estación. Los clientes medios notan el defecto.	3
Muy De menor importancia	Interrupción es de menor importancia a la cadena de producción. Una porción del producto puede ser devuelto a trabajar en línea solamente en-estación. Los clientes exigentes notan el defecto.	2
Ninguno	El modo de fallo no tiene ningún efecto.	1
Vector 2.	Criterios de la evaluación y sistema de graduación sugeridos para la severidad de efectos en un proceso AMEF	

(Quero Castro, 2008)

### Ilustración 2

## 1.5 Características especiales

El AIAG (automotive industry action group) define una característica especial del producto como un producto característico para cuál razonablemente anticipó la variación podría afectar perceptiblemente una seguridad o la conformidad del producto con estándares o regulaciones gubernamentales, o es probable afectar perceptiblemente la satisfacción de cliente con un producto. Ford Motor Company divide características especiales en dos categorías: Características críticas y características significativas

Las características críticas son definidas por Ford como producto o requisitos del proceso que afecten conformidad con la regulación del gobierno o la función segura del producto, y que requieren acciones o controles especiales. En un diseño AMEF, se consideran las características críticas del potencial. Una característica crítica potencial existe para cualquier clasificación de la severidad mayor que o el igual a 9. En el proceso AMEF, se refieren como características críticas reales. Cualquiera característica con una severidad de 9 o 10 que requiera un control especial asegurar la detección es una característica crítica. Los ejemplos del producto o de los requisitos del proceso que podrían ser características críticas incluyen dimensiones, especificaciones, pruebas, secuencias de ensamblaje, los útiles, los empalmes, los esfuerzos de torsión, las autógenas, las conexiones, y los usos componentes. Las acciones o los controles especiales necesarios para resolver estos requisitos pueden implicar la fabricación, ensamblaje, un surtidor, envío, el vigilar, o examen.

Las características significativas requieren controles especiales porque son importantes para la satisfacción de cliente. Los grados de la severidad entre 5 y 8 se juntaron con una ocurrencia que clasificaba mayor de 3 indican características significativas. En un diseño AMEF, son potenciales Características Significativas. En el proceso AMEF, si un control especial se requiere para asegurar la detección entonces una característica significativa real existe. Las

compañías no han estandarizado un meto para agrupar y denotar características especiales del producto. La nomenclatura y la notación variaran. (Quero Castro, 2008)

### **1.5.1 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.

En esta etapa debe realizarse un análisis principal para identificar fallas potenciales que involucren de manera critica el proceso, es un buen factor de criticidad la salud, es decir que debe iniciarse como un análisis para identificar riesgos potenciales para la salud de clientes y colaboradores; seguidamente puede considerarse factores relacionados con la calidad y luego con la disponibilidad, de esta manera se identifican los pasos críticos del proceso. Resaltando que esta etapa deber realizarse con soporte permanente de especialistas en el proceso.

### **1.5.2 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.

EL valor de la ocurrencia se determina a través de las siguientes tablas, en caso de obtener valores intermedios se asume el superior inmediato, y si se desconociera totalmente la probabilidad de falla se debe asumir una ocurrencia igual a 10.

Probabilidad del incidente	Porcentajes de averías	Fila
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 en 2	10
Muy Arriba: El incidente es casi inevitable	1 en 3	9
	1 en 8	8
Alto: Incidentes repetitivos	1 en 20	7
	1 en 80	6
Moderado: Incidentes ocasionales	1 en 400	5
	1 de 2000	4
Bajo: Relativamente pocos incidentes	1 en 15.000	3
	1 en 150.000	2
Telecontrol: El incidente es inverosímil	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 en 1.500.000	1
Vector 3.	Criterios de la evaluación y sistema de graduación sugeridos para la ocurrencia del incidente en un diseño AMEF	

**Ilustración 3**

Probabilidad del incidente	Incidente Tarifas	Pk de C	Fila
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 en 2	< 0,33	10
Muy Arriba: El incidente es casi inevitable	1 en 3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,33	9
	1 en 8	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,51	8
Alto: Asociado generalmente a los procesos similares que han fallado anteriormente	1 en 20	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,67	7
	1 en 80	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,83	6
Moderado: Asociado generalmente a los procesos similares previos que han experimentado incidentes ocasionales, pero no en proporciones importantes	1 en 400	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1,00	5
	1 de 2000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1,17	4
Bajo: Los incidentes aislados se asociaron a procesos similares	1 en 15.000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1,33	3
Muy Bajo: Solamente los incidentes aislados se asocian a procesos casi idénticos	1 en 150.000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1,50	2
Telecontrol: El incidente es inverosímil.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 en 1.500.000	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1,67	1
Vector 4.	Criterios de la evaluación y sistema de graduación sugeridos para la ocurrencia del incidente en un proceso AMEF		

(Quero Castro, 2008)

**Ilustración 4**

### **1.5.3 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: Los controles de diseño y proceso 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

### **1.5.4 Detección**

La detección es una evaluación de la 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.

No es probable que verificaciones de control de calidad al azar detecten la existencia de un defecto aislado y por tanto no resultarán en un cambio notable del grado de detección. Un control de detección válido es el muestreo hecho con bases estadísticas.

Detección	Criterios: Probabilidad de la detección por control del diseño	Fila
Incertidumbre Absoluta	El control del diseño no detecta una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente; o no hay control del diseño	10
Muy Alejado	La probabilidad muy alejada de que el control del diseño detecte una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	9
Alejado	La probabilidad alejada de que el control del diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	8
Muy Bajo	La probabilidad muy baja el control del diseño detectará un potencial Causa del incidente o del modo de fallo subsecuente	7
Bajo	La probabilidad baja el control del diseño detectará un potencial Causa del incidente o del modo de fallo subsecuente	6
Moderado	La probabilidad moderada de que el control del diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	5
Moderadamente Alto	La probabilidad moderado alta de que el control del diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	4
Alto	La alta probabilidad de que el control del diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	3
Muy Alto	La probabilidad muy alta de que el control del diseño detectará una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	2
Casi Seguro	El control del diseño detectará casi ciertamente una causa potencial del incidente o del modo de fallo subsecuente	1
Vector 5.	Criterios de la evaluación y sistema de graduación sugeridos para la detección de una causa del incidente o del modo de fallo en un diseño AMEF.	

Ilustración 5

Detección	Criterios: Probabilidad de la detección por control de proceso	Fila
Casi Imposible	Ninguno de los controles disponibles detectar incidente Modo o causa	10
Muy Alejado	Los controles actuales tienen una probabilidad muy alejada de detectar modo o causa de fallo	9
Alejado	Los controles actuales tienen una probabilidad alejada de detectar modo o causa de fallo	8
Muy Bajo	Los controles actuales tienen una probabilidad muy baja de detectar modo o causa de fallo	7
Bajo	Los controles actuales tienen una probabilidad baja de detectar Modo o causa de fallo	6
Moderado	Los controles actuales tienen una probabilidad moderada de detectar modo o causa de fallo	5
Moderadamente Alto	Los controles actuales tienen una probabilidad moderadamente alta de detectar modo o causa de fallo	4
Alto	Los controles actuales tienen una alta probabilidad de detectar modo o causa de fallo	3
Muy Alto	Los controles actuales tienen una probabilidad muy alta de detectar modo o causa de fallo	2
Casi Seguro	Controles actuales detectan casi seguros al modo o a la causa de fallo. Los controles confiables de la detección se saben con procesos similares.	1
Vector 6.	Criterios de la evaluación y sistema de graduación sugeridos para la detección de una causa del incidente o del modo de fallo en un proceso AMEF	

Ilustración 6

## 1.6 NPR

La salida de un AMEF es el Número Prioritario de Riesgo (NPR) es el número que se calcula basándose en la información que se obtiene respecto a los modos de fallas potenciales, los efectos y la capacidad actual del proceso para detectar las fallas antes que lleguen al cliente. Se calcula como el producto de tres calificaciones cuantitativas, relacionadas cada una a los efectos, causas y controles que son: la severidad, la ocurrencia y la detección, es decir:

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

Dónde:

S: nivel de severidad (gravedad de daño percibida por el usuario)

O: nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo)

D: nivel de detección (probabilidad de que no detectemos el error antes de que el producto se use)

Este valor se emplea para identificar los riesgos más serios para buscar acciones correctivas. (admin, 2012)

### 1.6.1 Acción (es) recomendada (s).

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 el implementar programas de seguimiento efectivos para atender todas las recomendaciones.

### **1.6.2 Área/individuo responsable y fecha de terminación (de la acción recomendada)**

Se registra el área y la persona responsable de la acción recomendada, así como la fecha meta de terminación.

### **1.6.3 Acciones tomadas.**

Después de que se haya completado una acción, registre una breve descripción de la acción actual y fecha efectiva o de terminación.

### **1.6.4 Npr resultante.**

Después de haber identificado la acción correctiva, se estima y registra los grados de ocurrencia, severidad y detección finales. Se calcula el NPR resultante, éste es el producto de los valores de severidad, ocurrencia y detección.

El ingeniero en proceso es responsable de asegurar que todas las acciones recomendadas sean implementadas y monitoreadas adecuadamente. El AMEF es un documento viviente y deberá reflejar siempre el último nivel de diseño.

## **1.7 Secuencia De Procedimientos Para La Elaboración Del AMEF**

Una vez identificados los elementos del AMEF, es necesario conocer cómo se debe llevar a cabo, es decir, el orden lógico que deben de llevar las operaciones; esta secuencia se expresa mejor a través del flujograma presentado a continuación.

Cabe Destacar que previamente se debe de haber definido al equipo responsable para la ejecución del AMEF, así como también se debe realizar un análisis previo para la recolección de datos.

### **1.7.1 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. (Quero Castro, 2008)

### **1.7.2 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 más útiles y eficientes para tal fin.

### **1.7.3 proceso para la elaboración de un amef o fmea**

# Proceso para realizar un FMEA



Ilustración 7

## 2 CAPITULO II

### 2.1 Implementación de la amef en la industria colombiana

Comenzando con una pequeña reseña sobre lo que es Colombia en la parte de calidad a nivel regional, nacional e internacional el 80% de las compañías que se han presentado a los premios Iberoamericanos a la calidad han obtenido el galardón. Cerca de las 1.000 empresas en Colombia implementan modelos de gestión de calidad.

El modelo de gestión de calidad integral y sistémico, que ha sido implementado por algunas compañías colombianas, ha servido para aumentar la posición del país a nivel internacional. Un indicador que demuestra que Colombia va por buen camino es que el 80% de las compañías que han representado al país en los Premios Iberoamericanos a la calidad desde el año 2000, se han llevado este galardón.

“Colombia, sin duda alguna está con Brasil y México son los países más avanzados en Iberoamérica en el tema de gestión de calidad. México y Colombia son los que mejor posicionados están con respecto a calidad”, dijo el presidente de la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (Fundibeq), Juan Londoño.

Fundibeq es la corporación calidad a nivel institucional y es la encargada de liderar el premio nacional a la excelencia en la innovación en gestión.

Hay 8 organizaciones colombianas que han ganado el premio desde el año 2000. Indumil, Intercor, Cerrejón, Comolsa del Grupo Carvajal, la fábrica de café liofilizado en Chinchiná de la Federación Nacional de Cafeteros, Sofasa, Petrobrás Colombia, Fiduciaria Bancolombia y la Cámara de Comercio de Bogotá. Eso coloca a Colombia como el segundo país en número de ganadores en Iberoamérica después de México. Adicionalmente, Colombia es el país con mayor efectividad en la participación en el premio Iberoamericano de Fundibeq. “El 80% de las empresas colombianas que se han postulado, han ganado. Es un premio de mucha élite”, dijo Londoño.

Hay otras organizaciones que se están preparando para el postularse al premio como Seguros Bolívar, Productos Alimenticios Doria, el Centro Médico Imbanaco, el hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín, Isagen. Estas organizaciones ya ganaron el premio nacional que es un requisito para postularse al premio Iberoamericano.

“En total, en Colombia puede haber 1.000 empresas entre organizaciones públicas y privadas, que se están aplicando los modelos que promueve la Corporación Calidad y Fundibeq”, comentó el directivo.

Antes de ganar el premio Iberoamericano, la Cámara de Comercio, ganó en el 2008 el premio colombiano a la calidad de la gestión que otorga la presidencia de la república con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y con la corporación calidad.

Las empresas que ganan los premios aplican un modelo de gestión integral y sistémico. Es decir, han pasado de utilizar herramientas de gestión, gerenciales y de calidad, o trabajar solamente en sistemas de gestión de calidad, a trabajar en sistemas de gestión que son integrales. Por lo tanto, involucran ocho pilares de gestión integrados que son: elementos de estrategia, de responsabilidad social, innovación, liderazgo, de procesos, de personas, de clientes y mercados y de resultados.

- **GESTION INTEGRADO DE ESTRATEGIA:** Toda empresa tiene una estrategia (aunque algunas no la hayan explicitado ni comunicado a sus empleados). Para llevarla a cabo, la Empresa debe, previamente, haber definido y transmitido adecuadamente su Misión (razón de ser), Visión (hacia dónde quiere ir y dónde quiere estar en el futuro), Valores (en qué va a fundamentar sus decisiones) y Competencias (la traducción de los valores en comportamientos y actitudes que la Empresa quiere de sus empleados).

- **GESTION INTEGRADO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:** La Responsabilidad Social es un modelo de gestión integral de una organización, que la hace responsable de sus actuaciones en el ámbito económico, social y ambiental (triple cuenta de resultados). La RS aporta beneficios en su entorno interno y externo. En el interno a través de la consolidación y mejora de su identidad, cultura, clima laboral; en el entorno externo en la imagen, reputación, confianza, vínculos fuertes con stakeholders y públicos, que finalmente se ven reflejados en la rentabilidad de las organizaciones.

La Responsabilidad Social (RS), debe nacer de la misión, visión y valores de una organización y verse traducida en primera instancia en su identidad y cultura corporativa, para luego ser trasladada en la cadena de valor (proveedores, contratistas, socios comerciales) y, por supuesto, en el entorno.

Las organizaciones deben reconocerse como entornos en donde se privilegia las decisiones éticas y la comunicación y en donde el capital humano, intelectual y moral es su principal soporte. Paralelamente la retroalimentación de la comunidad en función de conocer sus intereses y necesidades, completa el círculo de desarrollo.

En la actualidad las organizaciones se ven avocadas a solventar las demandas de la sociedad que las considera “ciudadanos corporativos”, es decir actores que articulan la rentabilidad del negocio con la capacidad de generar valor y desarrollo entre sus miembros y en la sociedad. Las organizaciones no pueden dejar de reconocer que son parte de la comunidad en la que operan y como tal corresponsables de su desarrollo. El diálogo e interacción con la sociedad garantiza el desarrollo sostenible del mundo

La necesidad de que las empresas tengan en cuenta criterios de ética y de responsabilidad social en sus actuaciones diarias parece estar ampliamente aceptado. Los factores que han

contribuido a esta nueva forma de entender la actividad: empresarial son muchos: las demandas sociales, que piden a las empresas que tengan en cuenta otros aspectos al valorar sus acciones; el impacto de las nuevas tecnologías, que provocan una mayor transparencia en la información; el debate en el mundo académico sobre la naturaleza y el fin de la empresa; las propuestas de los organismos internacionales y de la sociedad civil; la propia reflexión de la comunidad empresarial sobre su papel en el desarrollo de la sociedad.

Sin embargo, queda mucho por hacer para pasar de las palabras a los hechos, y para que la sensibilización sobre estos temas se transforme, de verdad, en acciones concretas en las empresas. El debate sobre la responsabilidad social se mueve, en efecto, entre estos dos ámbitos: el debate conceptual y la fundamentación teórica, y la aplicación práctica. Pero es ésta la que de verdad importa, si lo que queremos es cambiar conductas. (DIFFO, 2003)

- **GESTION INTEGRADO DE INNOVACION:** Innovar es un proceso que transforma los mercados y permite a distintos actores avanzar. Innovar es también apostar y enfrentarse al riesgo. Innovar es delegar, cooperar y destinar recursos materiales y humanos razonables. Porque sólo integrando la innovación en la estrategia general de la empresa podemos orientar nuestra brújula hacia un futuro mejor. ¿Innovar? Sí, pero planificada mente. (consulting, 2019)
- **GESTION INTEGRADO DE LIDERAZGO:** Generalmente al hablar de liderazgo se evoca la memoria de un gran líder carismático que convoca multitudes, como Gandhi o Martin Luther King. Los grupos se forman en torno a un líder, quien dirigirá a un grupo de personas al cumplimiento exitoso de una tarea específica.

La situación actual de las organizaciones exige flexibilidad y rapidez en la toma de decisiones, las que en muchas ocasiones se estrellan contra el autoritarismo gerencial porque no

se tiene la percepción de que el liderazgo no depende ni de los títulos, ni del puesto, ni de la persona por sí misma, ni de quien la sostiene en el poder.

En sus estudios realizados de 1927 a 1932, Elton Mayo descubrió la existencia y el impacto que los grupos informales tienen dentro de la organización: una vez que los operarios producen lo que consideran que es su cuota normal, reducen su ritmo de trabajo. Y aquí es donde los programas de producción y los proyectos de mejoramiento se estrellan si los empleados no han sido involucrados en el proceso de cambio.

Una definición amplia de liderazgo podría establecerlo como la capacidad de influir en un grupo para alcanzar determinadas metas. Sin embargo, algunos autores, como John Kotter, de Harvard Business School, consideran que el liderazgo tiene que ver con el cambio. De este modo, los líderes establecen la dirección al desarrollar una visión del futuro. Posteriormente alinean a la gente al comunicar esta visión y la inspiran a superar los obstáculos. Además, considera que tanto un fuerte liderazgo y una gerencia sólida son necesarios para una eficacia organizacional óptima.

Así, puede afirmarse que los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización, y tienen como responsabilidad crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los **objetivos** de la organización.

(Copyright, 2010)

- **GESTION INTEGRADO DE PROCESO:** La **Gestión por Procesos** o **Business Process Management (BPM)** es una forma de organización, diferente de la clásica organización funcional, en la que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. Los procesos así definidos son gestionados de modo estructurado y sobre su mejora se basa la de la propia organización.

La gestión de procesos aporta una visión y unas herramientas con las que se puede mejorar y rediseñar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades de los clientes. No hay que olvidar que los procesos los realizan personas y, por tanto, hay que tener en cuenta en todo momento las relaciones con proveedores y clientes. (ISOTools, 2019)

- **GESTION INTEGRADO DE PERSONA:** La actual situación económica y empresarial se presenta dentro de un entorno de cambios continuos, con una competencia muy agresiva y con unos clientes que reclaman unos niveles de servicio cada vez exigentes.

Ante este reto, las organizaciones tendrán que actualizar su estrategia empresarial con objeto de adaptarse y dar respuesta a este entorno difícil y competitivo. Pero si queremos que la estrategia marque el rumbo de la organización esta tendrá que llegar de forma clara y concisa a todas las personas que la componen. Sólo aquellas empresas que posean una gestión integrada de sus empleados podrán competir en este escenario y su éxito dependerá de su capacidad para identificar y dirigir el potencial de las personas hacia el logro de los objetivos empresariales.

Las Organizaciones del futuro deberán generar un ambiente propicio para que su gente sea capaz de entender sus objetivos y que se sientan motivados hacia logros cada vez mayores. Las personas son y serán, en definitiva, los auténticos depositarios de los conocimientos, habilidades y actitudes que posibilitan la mejora continua de la competitividad empresarial.

Con el objeto de desarrollar un Modelo de Gestión Integral de RR.HH. las Organizaciones deberían plantarse estas tres preguntas clave:

- ¿Qué desempeño es el esperado para cada uno de los puestos de la Organización?

- ¿Cuáles son los conocimientos, habilidades y actitudes que poseen las personas de la empresa?
- ¿Cómo puedo gestionar eficazmente toda esta información?

Por último, el impacto en las funciones de RR.HH. ha de reflejar también esta visión integradora. Los procesos de selección, formación, evaluación y retribución han de compartir un mismo lenguaje definido dentro de la estructura del modelo de gestión. Resulta contraproducente el que las personas sean seleccionadas bajo unos criterios diferentes a los que se le evaluó su desempeño y que posteriormente se utilicen otras pautas para remunerar su compensación variable.

Una forma muy efectiva de integrar las funciones de RR.HH. es a través de un Modelo de Gestión por Competencias. En las próximas páginas se pretende ofrecer una perspectiva global de este tipo de modelos y de los distintos procesos de selección, formación y desarrollo, evaluación y retribución. (Commons, 2012)

- **GESTION INTEGRADO DE CLIENTES:** En tiempos de turbulencia y crisis, existen distintas manifestaciones individuales que luego se traducen en políticas activas que llevan adelante el personal jerárquico de las empresas como ser, reducciones de gastos sobre la cuenta de ventas, políticas agresivas en materia de recolección de fondos, cambio de políticas sobre incentivos al personal, etc.

El temor, la ansiedad, la angustia y las tensiones generados por los resultados y los vaivenes de la economía provocan rupturas en las relaciones internas y externas. Los clientes son los canales conductores de los ingresos, son la fuente de recursos, y en muchos casos, los exponemos a las consecuencias del entorno económico olvidándonos casi imperceptiblemente del vínculo que nos une, de la trayectoria y su fidelidad.

“El modelo tiene cosas muy buenas en cada uno y hay una interacción sistémica en cada uno de estos elementos. Para lograr ser una organización de clase mundial, hay que aplicar modelos integrales y sistémicos como los que evalúan los premios nacionales e Iberoamericanos”, comentó Londoño.

El directivo argumentó que la intención del modelo de gestión no es que muchas empresas se postulen y ganen premios, si no que haya muchas empresas que lo implementen. “Estos modelos apuntan a la competitividad y a la sostenibilidad, entendiendo que la competitividad es el éxito de la organización en el presente y el pasado y la sostenibilidad la proyección exitosa hacia el futuro”, complementó el directivo.

Por lo anterior, el modelo se distribuye de forma masiva y gratuita en las páginas web de Fundibeq y de la Corporación Calidad. Además, los participantes pueden solicitar capacitaciones sobre el modelo.

## **2.1 EMPRESA COLOMBIANA QUE APLICAN EL AMEF:**

INALMEGA S.A es una empresa encargada de fabricar cajas plegadizas bajo normas de aseguramiento de calidad para la buena imagen de los clientes. Su misión es “Continuar siendo líderes en el sector de las artes gráficas, elaborando materiales de empaque y catálogos de óptima calidad, suministrarlos a la industria para la protección y excelente presentación de sus productos, fomentando el mejoramiento continuo de los procesos e infraestructura respaldados con una excelente tecnología de punta para la plena satisfacción y apoyo al cliente, promoviendo valores de honestidad, responsabilidad, cumplimiento y calidad”. (INALMEGA S.A). Los clientes de la empresa son las empresas de los sectores de alimentos, cosméticos y cuidado personal.

La empresa tiene conocimiento de sus fallas en cuanto a calidad, basándose en formatos que permiten observar las causas y descripción del problema, llevando los registros de cada orden en su base de datos. Por esta razón se tuvo la posibilidad de indagar más a fondo los problemas identificados en el proceso productivo, gracias a las cifras reales brindadas por la empresa, y así identificar el problema más representativo en la compañía que proporcionará una mejora en el proceso productivo.

Un país puede aumentar el valor de su producción por tres vías: produciendo más (aumentando la productividad), produciendo mejor (aumentando la calidad) o produciendo nuevos productos (transformación productiva). Aunque, en general, ninguno de esos tres frentes puede ser despreciado, Colombia debe hacer un esfuerzo relativo mayor en el tercero, ya que prácticamente ha agotado las fuentes de crecimiento en los dos primeros. A pesar de que el significado de competitividad tiene múltiples definiciones, se entiende como un complemento a las condiciones de entorno para el crecimiento. Estas condiciones tienen que ver con la seguridad física, jurídica y con la estabilidad macroeconómica. Ser competitivos es un concepto relevante para cualquier empresa, por lo que los aumentos en la rentabilidad del sector privado deben provenir esencialmente de aumentos en la productividad, y no de otras fuentes.

Inicio Llegada  
MP Rollo-hojas ¿Requiere corte de MP? Proceso impresión Si Cortar pliegos No Refilar  
¿Requiere barniz? Aplicar barniz Troquelar No Si Descartonado o despique ¿Producto tiene  
ventanilla? Pegar ventanilla Engomado No Si Empaque Inspección Aprobación Fin Producto  
Terminado Entrega al Cliente 12 llamadas “fuentes indeseables” como la reducción de costos  
laborales. Por lo que se espera que el aumento de la productividad sea el causante de los ingresos  
reales colombianos.

La empresa INALMEGA cuenta con certificación ISO 9001 que establece la aplicación de acciones correctivas y preventivas, requisitos que deben cumplir las organizaciones, pero no especifica cómo realizarlas. La empresa para dar respuesta a este requisito utiliza herramientas estadísticas básicas con enfoque correctivo principalmente, razón por la cual se presentan frecuentemente problemas que son detectados por el cliente. La necesidad entonces, fue la de proponer una herramienta con enfoque preventivo que les ayude a detectar los riesgos que pueden estar asociados al producto y al proceso, a fin de aplicar acciones para evitar la materialización de los mismos. De acuerdo con esta necesidad, el equipo del proyecto realizó una consulta bibliográfica con consultores expertos en el tema para conocer cuál técnica era la más apropiada para los problemas que se presentan en el sector de las artes gráficas, llegando a la conclusión de que la herramienta apropiada es el AMEF considerando las siguientes apreciaciones:

- Dentro del marco del mejoramiento continuo, una de las prácticas más utilizadas y validadas a nivel mundial es el Método KAIZEN. El AMEF es una de las herramientas para llevar a cabo esta metodología y permite dentro de su desarrollo la utilización de otras herramientas kaizen como son las metodologías Seis sigmas (diagrama de pareto, diagrama causa efecto, diagrama PEPSU, entre otros).

- La Gestión del Riesgo a nivel mundial se está trabajando conforme a la norma ISO 31010 de Gestión del Riesgo. Dentro de la familia de normas ISO para esta gestión, se encuentra la norma ISO 31010 que ofrece información referente a la selección y aplicación de las técnicas de evaluación de riesgos y propone 31 herramientas para el análisis de éstos, y entre ellas está el AMEF.

- La herramienta AMEF es una herramienta que inicialmente se aplicó en la industria aeroespacial y actualmente es un requisito obligatorio en el sector automotriz (norma TS 16949) y dadas sus bondades y beneficios observados se ha ampliado su utilización en otros sectores. Con esta definición, los autores explican 13 claramente que el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMEF) es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio o en un proceso. Anticiparse a la ocurrencia de fallas durante el proceso permite actuar con carácter preventivo ante los posibles problemas. Esta técnica ha estado presente desde hace más de 40 años, y ha sido difundido como un método seguro. AMEF ha sido implementado en la industria automotriz, en el sector de la salud, alimentos y últimamente en empresas manufactureras, gracias a su generación de ahorros significativos para una organización, ayudando a la reducción de los costos de un proceso que no cumple con los requerimientos que han sido acordados con los clientes.

- La herramienta AMEF encaja e interactúa dentro del esquema de la planeación avanzada de la calidad con otras herramientas de mejoramiento continuo. Teniendo en cuenta que INALMEGA no ha implementado muchas de estas herramientas, deja el horizonte abierto para implementar otro tipo de metodologías.

Es muy importante que las empresas cuenten con herramientas y un método que les ayude a identificar las fallas durante el proceso de fabricación de un producto. Si se emplean dichas herramientas y método los reclamos, quejas, reprocesos y 21 costos se reducirían significativamente además de la flexibilidad de la planeación de la producción. Lo cual permitirá que la empresa redujera los cuellos de botella.

Al personal administrativo de INALMEGA se le recomienda, implementar la metodología AMEF propuesta por los investigadores. Es una herramienta que permite detectar los modos de falla antes de que ocurran, con el fin de prevenir que el producto defectuoso llegue a las manos del cliente, ya sea interna, o externamente, siendo interna el paso de producto de una etapa a otra, y externa, el cliente final. Además, permite tener mayor exactitud y credibilidad a la hora de realizarlo. Al hacer la implementación del AMEF, la empresa obtendría beneficios como:

- Ahorros en los costos de reprocesos, materia prima y tiempo de paro de maquinaria.
- Satisfacción del cliente con el producto y con sus percepciones de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.
- Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas.
- Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos.
- Permite rastrear y documentar las acciones de reducción de riesgos.
- El AMEF sirve como un registro de mejora y conocimiento, y ayuda a evaluar el riesgo de los cambios del proceso. (MARIA DUQUE, 2013)

### 3 CAPITULO III

### **3.1 Aplicación de la herramienta amef en la industria mundial**

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejercito de la 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. (Quero Castro, 2008)

El avance actual del AMEF ha venido del sector automotriz ya que los AMEF's son requeridos para todos los Diseños y Procesos a fin de asegurar la prevención de problemas. Integrado dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), el AMEF en los formatos de Diseño y Proceso provee la principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de prevención. Cada causa potencial debe ser considerada por su efecto sobre el producto o proceso y de acuerdo al riesgo las acciones deben ser determinadas y el riesgo recalculado después de que las acciones se han terminado. Toyota ha tomado este solo paso más allá con el proceso Revisión del Diseño Basada en Modos de Falla (RDBMF). RDBMF lleva al usuario a través del proceso de AMEF considerando todos los cambios intencionales e incidentales y sus efectos en el desempeño de un producto o proceso. Estos cambios enfocados en causas potenciales requieren acciones de seguimiento para resolver el riesgo. Las revisiones al Diseño son el principal lugar para verificar el progreso y anotar esos riesgos.

Análisis Robustos de las Matrices de Interfaces, Diagramas de Límites y Diagramas de Parámetros son extremadamente importantes antes de un desarrollo del AMEF. Los factores de ruido y las interfaces con otras partes y/o sistemas son donde un número muy grande de fallas se encuentran así que los ingenieros de diseño se enfocan en la manera de controlarlos

directamente. Las interfaces compartidas son un área donde muchas fallas ocurren actualmente. (Torrez, 2010)

Los antecedentes del AMEF se remontan al auge de la industria militar durante la II Guerra Mundial y posteriormente a su implementación y sistematización en la industria aeroespacial en los años sesenta. En mayo de 1991 el Comité de requerimientos de Calidad para proveedores de GM, FORD Y CHRYSLER identificó algunas herramientas incluyendo el AMEF, que podían ser benéficas para la estandarización (QS 9000). En diciembre de 1992 el grupo AIAG completo el manual de referencia del AMEF. Para inicios de 1993 se aprobó el manual de referencia y se procedió a entrenar e implantar los AMEF como parte del PPAP (Proceso de Aprobación para Partes de Producción). Hoy en día, el AMEF es utilizado sistemáticamente dentro de todas las empresas del ramo automotriz y todas las relacionadas con ella; proveedores y sub proveedores. Tiene entre sus objetivos mostrar por un lado el grado de “optimización” y de “minuciosidad” requeridos para alcanzar la creación de valor en un producto específico. Es por eso que, dentro de una de las industrias más competidas a nivel mundial, como es la industria automotriz, debido a que representa uno de los productos más complejos e ilustrativos de la innovación tecnológica en nuestros tiempos. El auge de la industria automotriz en México, propició que muchas industrias se posicionaran para satisfacer necesidades específicas de este ramo. Este es el caso de la industria del plástico; una industria relativamente joven, considerando que durante de sus primeros 50 años el enfoque estuvo en la investigación y el desarrollo, y sus siguientes tres décadas enfocadas, hasta la fecha, al aprovechamiento y optimización de sus procesos. La empresa del caso que aquí se refiere, es una empresa proveedora de la industria automotriz dedicada a la producción de partes de hule y plástico. Se estableció en el año 2005 en el estado de Querétaro y desde entonces se propone eficientar sus

procesos, métodos y herramientas a fin de mantener las alianzas con sus principales clientes, cumpliendo con sus expectativas de calidad. Es precisamente uno de sus clientes quien lo incentiva a la implementación actualizada de la herramienta AMEF en una línea de pedales, cuyos indicadores se reservan por motivos de confidencialidad. (MONTALBAN-LOYOLA, 2015)

### **3.2 EMPRESA MUNDIAL QUE APLICA EL AMEF:**

La historia de la industria automotriz en México data de 1925 con la instalación de la líneas de ensamble de Ford, cuyo desarrollo en los Estados Unidos se incrementaba notablemente; posteriormente, en 1935 llega la que a la postre se convertiría en el mayor fabricante de vehículos en el nivel mundial: General Motors, en tanto que en 1938 inicia operaciones Automex que posteriormente se convertiría en Chrysler.<sup>1</sup> Desde esa época las armadoras automotrices se han preocupado por el desarrollo de vehículos de alta calidad, con el fin de satisfacer al cliente y ganar mercado en este segmento. Para ello las industrias automotrices han creado un equipo encargado de trabajar en conjunto con los proveedores para la producción de piezas conformes que cumplan con los estándares y características necesarias para el buen funcionamiento del vehículo, evitar fallas, posibles accidentes y la satisfacción del cliente final.

El análisis de modo y efecto de falla es una de las técnicas más usadas para identificar y listar formas o modos potenciales por medio de los cuales pueden fallar los sistemas y así dar seguimiento para conocer las características y efectos de cada falla en el sistema como un todo<sup>7</sup> . Existen dos tipos de AMEF: de Diseño y de Proceso. El AMEF es una herramienta para mejorar la confiabilidad del producto, y se puede describir de manera general como un método para

identificar la severidad de los efectos potenciales de fallas y para estimar la probabilidad de ocurrencia de las causas de las fallas. Proporciona así una base para implementar medidas que reduzcan los riesgos<sup>8</sup>. El AMEF consta de los siguientes pasos:

1. Identificar la función del proceso y sus requerimientos.
2. Identificar los modos de falla potenciales relacionados al producto y al proceso.
3. Evaluar el efecto de los modos de falla con base en el cliente final.
4. Identificar las causas potenciales del proceso que deben controlarse para evitar estos modos de falla.
5. Evaluar las fallas potenciales con un criterio estandarizado dando prioridad a los controles preventivos y de detección.

## CONCLUSIONES

Tras el desarrollo del presente informe, se logró establecer la gran importancia y los significativos beneficios que aporta el análisis de modo y efecto de falla potencial como una aplicación para estudiar cada una de las formas en que un proceso o producto puede fallar, también se realiza un análisis de cada una de las acciones que se debe aplicar para reducir la probabilidad de falla o el efecto que esta misma puede ocasionar.

Resaltando cada uno de los capítulos mencionado anteriormente se puede identificar que la amef es una herramienta utilizada mundialmente en la parte de seguimiento y control, la cual cuenta con modos, tipos, etapas las cuales aclaran la utilización y funcionamiento de esta herramienta.

La amef puede ser utilizada por empresas dedicadas a la fabricación de un producto, un proceso, un sistema entre otros. Teniendo como resultado que esta herramienta tiene una aplicación muy dinámica, con la cual se puede extraer e identificar mucha información sobre los productos, sistema y proceso en general

Teniendo claro que la AMEF es muy provechoso como una herramienta de prevención temprana, al final todo estará definido por el uso del producto por parte del cliente.

Esta herramienta nos permite establecer estadísticamente que son de gran utilidad para establecer frecuencias de fallas, efectos y las causas más importantes y de utilidad para tomar decisiones para enfrentar los mayores defectos de un proceso o de un producto.

## **RECOMENDACIONES**

Como se planteó anteriormente, el análisis del modo y efecto de fallas (amef) relaciona una agrupación dinámica, que permite calificaciones, revisiones y observaciones en diversos momentos según sea el proceso que se realice. de esta manera, se transforma en una gran fuente de información vinculada con los equipos, que puede aprovecharse en el desarrollo de acciones como son la prevención, corrección y mejora; tanto como para la construcción y preparación del personal en argumentos vinculados con los procesos y los equipos.

## BIBLIOGRAFIA

- admin. (28 de NOVIEMBRE de 2012). *SPC consulting group*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/amef-npr-sod-y-sd/>
- Commons, C. (10 de MAYO de 2012). *wikiEOI*. Recuperado el 25 de NOVIEMBRE de 2019, de [https://www.eoi.es/wiki/index.php/Introducci%C3%B3n\\_en\\_Recursos\\_humanos\\_3](https://www.eoi.es/wiki/index.php/Introducci%C3%B3n_en_Recursos_humanos_3)
- consulting, Z. i. (26 de julio de 2019). *ZABALA innovation consulting*. Recuperado el NOVIEMBRE de 2019, de <https://www.zabala.es/gestion-integral-de-la-innovacion/>
- Copyright. (16 de febrero de 2010). *Calidad & Gestión*. Recuperado el 25 de noviembre de 2019, de [http://calidad-gestion.com.ar/boletin/57\\_liderazgo\\_sistemas\\_de\\_gestion.html](http://calidad-gestion.com.ar/boletin/57_liderazgo_sistemas_de_gestion.html)
- DATALYZER. (22 de MARZO de 2015). *INTERNATIONAL DATALYZER*. Recuperado el 25 de NOVIEMBRE de 2019, de <https://www.datalyzer.com/es/conocimiento/amef/>
- DIFFO, M. J. (06 de mayo de 2003). *EOI "escuela de organizacion industrial"*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2013/05/06/responsabilidad-social-modelo-de-gestion-integral/>
- Excellence, I. (13 de JUNIO de 2019). *SGSI*. Recuperado el 24 de NOVIEMBRE de 2019, de <https://www.pmg-ssi.com/2019/06/el-metodo-amef-en-el-sector-industrial/>
- ISOTools. (09 de MAYO de 2019). *ISOTools*. Obtenido de <https://www.isotools.org/soluciones/procesos/gestion-por-procesos/>
- López., B. (10 de ABRIL de 2016). *ingenieriaindustrialonline*. Recuperado el 25 de NOVIEMBRE de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- MARIA DUQUE, L. R. (2013). *MEJORA DE LA CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA*. CALI: UNIVERSIDAD ICESI. Obtenido de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/77938/3/TG00823.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77938/3/TG00823.pdf)
- MONTALBAN-LOYOLA, E. A.-B.-R. (2015). Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial). *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 230-240. Obtenido de [https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria/vol2num5/Revista%20Aplicaciones%20de%20la%20Ingenieria%20V2%20N5\\_2.pdf](https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol2num5/Revista%20Aplicaciones%20de%20la%20Ingenieria%20V2%20N5_2.pdf)
- Quero Castro, A. Y. (14 de OCTUBRE de 2008). *MONOGRAFIAS.COM*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos6/amef/amef2.shtml>
- REDES. (20 de enero de 2011). *EOI "escuela de organizacion industrial"*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/open/compromiso-y-estrategia-un-modelo-de-gestion-integral-y-dinamico/>
- Torrez, W. A. (26 de SEPTIEMBRE de 2010). *PORTAL CALIDAD*. Recuperado el 25 de NOVIEMBRE de 2019, de [https://www.portalcalidad.com/foros/3208-resena\\_historica\\_sobre\\_amef](https://www.portalcalidad.com/foros/3208-resena_historica_sobre_amef)

