



**INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO** Ingeniería en Automatización

**iA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA.**  
**INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN**  
**(SISTEMAS INDUSTRIALES)**

**“ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO EN LOS SERVICIOS  
DE METROLOGÍA”**

**Soltero Cordoba Abraham Daniel**  
**Navarro Alcaraz Iván Axel**

**AGOSTO DE 2010**

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> -----	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> -----	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> -----	<b>7</b>
<b>ANTECEDENTES</b> -----	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>11</b>
<b>CAPITULO 1.- RIESGO</b> -----	<b>14</b>
1.1.- ¿Qué es el riesgo? -----	14
1.2.- TIPOS DE RIESGO -----	14
1.3.- EVENTOS DE RIESGO OPERATIVO -----	16
1.4.- FACTORES DE RIESGO-----	17
<b>CAPITULO 2.- LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO</b> -----	<b>19</b>
2.1 PLANEACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO-----	20
2.2.- VALORACIÓN DEL RIESGO-----	20
2.3.- PROCESO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO-----	21
<b>CAPITULO 3.- DEFINIR UNA GESTIÓN DE RIESGO</b> -----	<b>23</b>
<b>CAPITULO 4.-IDENTIFICAR EL RIESGO</b> -----	<b>25</b>
4.1.- ANÁLISIS DEL RIESGO-----	26
4.2.- PRIORIZACIÓN DE LOS RIESGOS-----	28
4.3.- DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO-----	29
<b>CAPITULO 5.-MITIGAR EL RIESGO</b> -----	<b>31</b>
5.1.- MANEJO DEL RIESGO-----	31
5.2.- MAPA DE RIESGOS-----	32
<b>CAPITULO 6.-MONITOREAR Y CONTROLAR EL RIESGO</b> -----	<b>36</b>
6.1.- IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES-----	36
6.2.- MONITOREO-----	36
<b>CAPITULO 7.- HERRAMIENTAS PARA ADMINISTRAR LOS RIESGOS</b> -----	<b>38</b>
7.1.- ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA-----	38

7.1.1.- INTRODUCCIÓN-----	38
7.1.2.- HISTORIA DEL ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF) -----	40
7.1.3.- ¿QUÉ ES EL AMEF? -----	41
7.1.4.- OBJETIVOS DE UN ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA. -----	42
7.1.5.- TIPOS DE AMEF. -----	43
7.1.6.- CUANDO HACER UN ANÁLISIS DE MO-DO Y EFECTO DE FALLA. -----	45
7.1.7.- QUIENES DEBEN DE HACER UN AMEF. -----	46
7.1.8.- COMO HACER UN AMEF. -----	47
7.1.8.1.- Prerrequisitos del AMEF. -----	49
7.1.8.2.- Diagrama de bloques funcional (FBD). -----	49
7.1.8.3.- Análisis de modo de falla y preparación de hojas de cálculo. -----	50
7.1.8.4.- Determinar los controles actuales de detección de fallos-----	53
7.1.8.5.- Determinar el número de prioridad de riesgo (RPN). -----	54
7.1.8.6.- SEVERIDAD-----	55
7.1.8.7.- OCURRENCIA-----	56
7.1.8.9.- DETECCIÓN-----	57
7.1.8.10.- Preparación de una hoja de cálculo de AMEF. -----	58
7.1.8.11.- Equipo de Revisión. -----	62
7.1.8.12.- Determinar las acciones correctivas.-----	62
7.1.9.- BENEFICIOS DEL AMEF. -----	64
7.2.- RISK ASSESSMENT SCORING CHART-----	65
7.2.1.- USO DEL RISK ASSESSMENT SCORING CHART-----	65
7.2.2.-PASOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PRAS.-----	66

**CAPITULO 8.- LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO EN LOS SERVICIOS DE METROLOGÍA-----69**

8.1.- ¿Que son los servicios de Metrología? -----	69
8.2.- ¿Por qué es importante calibrar, ajustar y medir? -----	72
8.3.- EL RIESGO EN LOS SERVICIOS DE METROLOGÍA -----	73
8.4.- BENEFICIOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO-----	75

**CONCLUSIONES----- 76**

**DOCUMENTOS APLICABLES-----77**

**BIBLIOGRAFÍA-----78**

**ANEXOS-----79**

# **“ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO EN LOS SERVICIOS DE METROLOGÍA”**

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo expone de manera general lo relacionado hacia una administración del riesgo en los servicios de metrología, empezando con una explicación de que es la administración del riesgo y como esta influye en los servicios de metrología, para poder lograr un entorno productivo efectivo dentro de las organizaciones que provean estos servicios.

Se explica el enfoque de la administración del riesgo en estos servicios y el porqué es tan necesaria esta misma , así como las características de los posibles riesgos encontrados en un laboratorio de metrología y las herramientas usadas, tanto nuevas como conocidas para administrar el riesgo, dado es el ejemplo del Análisis de Modo y Efecto de Falla Potencial (AMEF), que si se sabe usar correctamente esta herramienta puede darnos todos los datos necesarios para tener una correcta administración, y los lineamientos de la administración del riesgo los cuales son Identificarlo, Cuantificarlo, Evaluarlo ó Desarrollarlo, Mitigarlo y por ultimo Controlarlo, de tal forma que se pueda crear un entorno productivo eficiente en el cual no exista la probabilidad de que suceda un error, en este caso en una calibración o ajuste de un instrumento.

Al final se exponen los beneficios de tener una correcta administración, y como estos lineamientos como herramientas pueden ser aplicables para cualquier tipo de servicio o producto.

## JUSTIFICACIÓN

Desde que la gestión de calidad se empezó a implementar en las empresas ha habido una necesidad de saber el qué, cómo y dónde de lo que puede fallar, una necesidad de prevención, de saber las posibles causas y efectos de los mismos, el poder saber que va a pasar para solucionarlo, ya que así como lo dice el dicho “es mejor prevenir que lamentar”, se busca el poder prevenir las fallas para no tener que corregirlas y así no perder dinero en los costos relacionados a la corrección (Paro de maquinas, por ejemplo).

Una de las tantas definiciones que existen sobre que es calidad dice “hacer las cosas bien y a la primera” pero no dice el cómo, dejando esto como el mayor problema de la calidad el saber que técnicas, herramientas, filosofías, etcétera, poder usar para lograr este principio, así mismo en la teoría se dice que la calidad se debe enfocar mas a la prevención que a la corrección esto realmente no sucede en las empresas, y algunas de las veces no es porque no se quiera, es porque no se tiene un estudio de los fallos, un análisis de riesgo.

En el análisis de riesgo se entiende al riesgo como la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre, pero aquí no dice que el riesgo es necesariamente sobre la seguridad del personal, sino que este mismo comprende más factores como lo son la calidad en los productos o servicios por ejemplo: las calibraciones realizadas en los servicios de metrología.

El administrar el riesgo no es algo fácil de hacer ni mucho menos sencillo, ya que implica una alta colaboración de todos los departamentos así como del personal dentro de la organización, sin embargo si se logra hacer correctamente se podrá crear un ambiente tanto productivo como eficiente, que es a lo que la mayoría de las herramientas ó filosofías de calidad quieren llegar (Ejemplo: Lean Manufacturing).

Mediante este trabajo de investigación realizado, se identificaron diversos problemas que afronta actualmente las empresas que proveen servicios de metrología ya que esta gestión por mas común que parezca siempre es omitida y es muy difícil que se use, y se identifico que no se hace en la

mayoría de los casos por desconocimiento , ya que la norma ISO 9001:2008 y la norma ISO 17025:2005 no lo estipulan como un requisito mínimo para tener un sistema de gestión de calidad, y para ser competitivos como un laboratorio de calibración y ensayo, sin embargo diversas normas más especializadas como es el caso de la SAE AS/EN9100 – Sistema de Calidad para Manufactura Aeroespacial, lo pide como un requerimiento clave para que se pueda estar certificado y se pueda producir ya que el sector aeronáutico es muy reservado y piden esta certificación a empresas que hagan productos voladores o no pero que de cierta manera afecten la calidad de un producto volador (entendiendo que una calibración es un servicio que no vuela ), y se pueda de verdad asegurar que el producto o servicio que se hace es confiable y por lo tanto se asegure el bienestar de los clientes (pasajeros) haciendo necesario este tipo de gestión para lograr este tipo de acreditación mas específicas.

Pero no solo para la industria aeroespacial si no que la administración ó gestión del riesgo se puede aplicar a cualquier ramo de la industria, sin embargo en esta tesina se abordara lo referente a los servicios metrológicos, pensando que estos servicios repercuten bastante en la calidad y son los que hacen posible que todos los demás funcionen, teniendo en cuenta que los servicios de metrología son indispensables porque gracias a ellos se saben que las mediciones en las características (sean criticas o no) de cualquier producto son correctas, que los instrumentos miden correctamente, y haciendo posible el cumplir unos de los principios básicos de calidad desechando el producto defectuoso y aceptando el producto terminado bueno en las demás empresas, en pocas palabras si se falla en la calibración se falla desde el principio.

Con una correcta administración del riesgo, se puede eliminar:

- ❖ Fallas para alcanzar la fecha de entrega.
- ❖ Fallas para cumplir con las especificaciones.
- ❖ Fallas para alcanzar a cubrir las necesidades de los clientes.
- ❖ Fallas en servicio
- ❖ Fallas en la seguridad del personal.
- ❖ Retrabajos ó remaquinados.
- ❖ Scrap por producto defectuoso

- ❖ Quejas por los clientes
- ❖ Posibles defectos
- ❖ La calidad solo basada en la corrección
- ❖ Pasar o Embarcar producto defectuoso
- ❖ Desechar producto bueno
- ❖ Etcétera.

Un ejemplo sería si se hace incorrectamente un servicio de calibración, esto puede repercutir en que de verdad pase un accidente severo como que un avión falle en pleno vuelo, o que toda la producción que entre a un horno se vuelva desecho, y aquí una acción mitigadora ó una acción correctiva no se puede ejecutar; En primer lugar porque ya no tendrían sentido el llevarlas a cabo, porque la peor de todas las posibilidades ha sucedido, y en segundo porque como se corrige algo tan severo como una caída de avión (retomando el ejemplo) que por más que se quiera hacer es imposible corregirlo, el accidente ya sucedió, el personal o producto ya sufrieron daños, esto nos ocasiona costos y por la parte del personal no hay nada que pueda hacerse para reparar lo que equivale a un accidente de esta magnitud, por esto es imprescindible la correcta administración del riesgo para poder prevenir estos errores.

La necesidad de que se cree una conciencia de prevención hace el necesario el contar con una administración del riesgo, el que se trate de llegar a un cero defectos, cero accidentes, etcétera, tratando de prevenir todas las posibles causas de desperfectos y fallas en las operaciones.

## OBJETIVOS

El objetivo general de esta tesina es establecer la forma correcta de implementación de la administración del riesgo en los servicios de metrología así como comunicar sus beneficios al usarse de manera correcta, siempre tomando en consideración los siguientes objetivos específicos para los servicios de metrología:

- ❖ Determinar que es el riesgo y la administración del riesgo
- ❖ Su uso en los servicios de metrología
- ❖ Identificar el riesgo
- ❖ Cuantificar ó Analizar el riesgo
- ❖ Desarrollo, Evaluación y/o Respuesta al Riesgo
- ❖ Mitigación del riesgo
- ❖ Control de Respuesta al Riesgo
- ❖ Uso de herramientas para lograr los puntos anteriores
- ❖ Poder desarrollar una adecuada administración del riesgo
- ❖ Certificación y/o acreditación por parte de normas más específicas como es el caso de la AS9100 (que exigen una administración del riesgo).

Cabe recordar que esto solo es una forma más para tratar de tener un entorno productivo y eficiente, sin embargo todos los datos generados por el análisis de riesgo proporcionan información para poder usar mejor las demás herramientas y filosofías.

## ANTECEDENTES

A lo largo de la historia de la humanidad, el ser humano siempre ha estado expuesto algún tipo de riesgo, sea económico, político o social.

Los orígenes de los instrumentos derivados para identificar el riesgo se remontan a la Edad Media, donde se utilizaban para poder satisfacer la demanda de agricultores y comerciantes a través de contratos a futuro, queriendo de esta forma poder estar seguros de que se les pagara por los servicios de agricultura.

El primer caso conocido de un mercado de futuros organizado fue en Japón hacia 1600, presentado como un “problema de “mismatch” de activo y pasivo entre las rentas y los gastos de los señores feudales japoneses”<sup>1</sup>.

Hacia 1730, se creó oficialmente un mercado de arroz de Dojima designado como “cho-ai-mai”, o “mercado de arroz a plazo”, “presentando ya las características de un auténtico mercado de futuros moderno”<sup>1</sup>.

En 1848, fue fundado el “Chicago Board of Trade” y sirvió para estandarizar las cantidades y calidades de los cereales que se comercializaban<sup>1</sup>.

Para el año de 1874, se funda el “Chicago Mercantile Exchange”, proporcionando un mercado central para los productos agrícolas perecederos<sup>1</sup>.

Con el origen de la estandarización.

Los principios de la estandarización internacional fue en el campo electrotécnico: La IEC (International Electrotechnical Commission) fue creada en 1906. El pionero en el trabajo en otros campos fue llevado a cabo por la ISA (International Federation of the National Standardizing Associations), la cual fue creada en 1926. El énfasis del trabajo de la ISA fue la ingeniería mecánica.

---

<sup>1</sup> Bobadilla Díaz, P., Del Águila Rodríguez, L. y Morgan, M. de la L. (1998). *Diseño y evaluación de proyectos de desarrollo*.

Las actividades de la ISA cesaron en 1942, debido a la Segunda Guerra Mundial. Después de una reunión en Londres en 1946, los delegados de 25 países deciden crear una nueva organización " objeto del cual podría facilitar la coordinación y unificación internacional de estándares industriales". La nueva organización, ISO, empezó a funcionar oficialmente el 23 de febrero de 1947.

El primer estándar de la ISO fue publicado en 1951 con el título, "*Standard reference temperature for industrial length measurement*", (Referencia estándar de temperatura para mediciones de longitud industrial)<sup>2</sup>.

Y con la incursión de la norma ISO 9001 que tiene origen en la norma BS 5750, publicada en 1979 por la entidad de normalización británica, la British Standards Institution (BSI).

Al empezar a usarse normas para estandarizarse, las empresas empezaron a ver que teniendo un plan de mejora como acciones preventivas podrían evitar todo tipo de fallos y accidentes.

Todo esto intentando tratar de prevenir futuros problemas, pero aun no se lograba un análisis del riesgo en sí, solo intentos de poder asegurar que lo que se tuviera no se perdiera, si bien la administración del riesgo en si comenzó cuando las empresas comenzaron a exigir a sus demás proveedores estar certificados, ya que entendieron que si todos trabajan con calidad se reducen estos costos y se pueden hacer las cosas bien y a la primera.

En la actualidad por la ya más pronunciada globalización y estandarización, se está ocasionando un fenómeno, que si se quiere seguir siendo rentable, no se tienen que permitir fallos o defectos, la norma ISO 9001:2008 solo nos dice el qué y no el cómo, y no muestra administración del riesgo como tal, pero nos dice que es necesario tener un plan de mejora continua y acciones preventivas que de un modo generalizado proporciona información para poder tanto, analizar el riesgo como administrarlo, pero con la inclusión de normas más específicas como la ISO TS 16949 ó la SAE AS 9100, estas exigen que la calidad del

---

<sup>2</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/ISO>

producto como la salud y seguridad del personal sea asegurada, en el caso de la SAE AS9100 exigiendo en el punto 7 "Realización del Producto" (Product Realization) específicamente en el punto 7.1.2 "Administración del riesgo" (Risk Management) donde estipula :

*"La organización debe de establecer, implementar y mantener un procedimiento para gestionar el riesgo, para el logro de los requerimientos aplicables que se incluyan, tan apropiados a la organización y el producto"*<sup>3</sup>.

Para los servicios de metrología esto solo ocurrió cuando se quiso adentrar al mercado aeroespacial ya que si bien, aunque se tiene acciones preventivas y un plan de mejora no es suficiente, no es común que las empresas que realizan estos servicios analicen o gestionen el riesgo por lo mismo de que se creía que en los servicios de calibración no aplicaba la gestión del riesgo, al ser servicios más específicos, que no son de producción en masa, sin embargo como el trabajo realizado por estos mismos influyen de manera impactante la calidad de las demás empresas (Ejemplo, si se ajusta mal un vernier el operador que lo esté usando pensara que las mediciones están bien, siendo todo lo contrario, de forma que si no se detecta a tiempo todo lo medido con ese instrumento, el producto será puro scrap) haciendo necesario el administrarlo.

---

<sup>3</sup> SAE AS9100

## INTRODUCCIÓN

Todas las organizaciones, no importa cuán grande o pequeña sean, frente a factores internos y externos, generan incertidumbre sobre si serán capaces de alcanzar sus objetivos o no. El efecto de esta incertidumbre es el «riesgo» y es inherente a todas las actividades.

El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.<sup>4</sup> La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se juntan, se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre.

Sin embargo los riesgos pueden reducirse o manejarse. Si somos cuidadosos en nuestra relación con los factores que lo ocasionan, puede ser el ambiente, el personal, la experiencia, etcétera, y si estamos conscientes de nuestras debilidades y vulnerabilidades frente a las amenazas existentes, podemos tomar medidas para asegurarnos de que las amenazas no se conviertan en desastres.

Es necesario aclarar que el riesgo y desastre como tal no solo implica a la posibilidad de que alguien salga herido, muera, o que si porque algo ese hizo mal, por un error en la fabricación de un producto alguien o algo resulte dañado, si no que dentro del riesgo también está todo lo relacionado a que los proyectos fracasen, que los negocios no se realicen, a que las mediciones no sean confiables, a que no se entregue a tiempo un pedido, a que un producto no se haga con la calidad requerida por el cliente, etcétera. y esto es un riesgo siempre presente y latente que si se analizara, o más bien administrara esto se podría de cierta manera controlar, prevenir y mitigar.

Actualmente en las empresas han empezado a ver que la prevención es la única manera de asegurar este principio de calidad, de tener cero defectos (cosa que es imposible pero siempre es la meta a conseguir), y han empezado a contabilizar estos riesgos siempre siguiendo una de las bases para poder hacer calidad y es que “para poder hacer calidad hay que medir de manera numérica” y el riesgo de que algo falle o las fallas como se les quiera

---

<sup>4</sup> Zamarrimpa Escamilla Guillermo. Perspectivas en la *administración integral de riesgos*

llamar por mas inmediables que parezcan son ponderables (de cierta manera), y para esto se hacen uso de herramientas que ya existen y han probado su eficiencia para poder analizar los posibles fallos en los procesos, una de muchas es el caso del AMEF ( Análisis de Modo y Efecto de la Falla Potencial) que de cierta manera es posible usarlo como una herramienta para gestionar el riesgo.

En los servicios de metrología se creían que la gestión del riesgo no aplicaba, ya que solo se creía que el riesgo era sobre si alguien sufría un accidente o no, y que dentro de la misma naturaleza del proceso; de hacer una calibración, no se tiene un riesgo tan grande de este tipo, caso contrario de lo que pasa en la industria metal-mecánica (por ejemplo) que por su misma naturaleza que al necesitar transformar el producto, las operaciones que son en su mayoría de forjado, de corte, de fresado, ponen en riesgo la seguridad de los trabajadores, dándose el caso de poder sufrir un accidente; Sin embargo recordando que el riesgo no es solo de que alguien sufra un accidente sino también si un producto se hace con calidad ó no, y con la estandarización en las empresas, se ve en la necesidad de tener una administración de riesgos, para poder asegurar que las cosas se hacen con calidad y poder lograr el tan añorado cero defectos o por lo menos acercársele.

El proceso que administra el riesgo está definido según el PMI (*Project Management Institute*), por cuatro procesos, que son<sup>5</sup>:

1. Identificación del Riesgo
2. Cuantificación del Riesgo
3. Desarrollo de Respuesta al Riesgo
4. Control de Respuesta al Riesgo

---

<sup>5</sup> PMI. 1996. una guía al cuerpo de conocimientos de la administración de proyectos. (pmbok). USA

La SAE (*Society of Automotive Engineers*) define 4 pasos para administrar el riesgo que son similares a los anteriores<sup>6</sup>:

1. Definir una gestión de riesgo
2. Identificar el riesgo
3. Mitigar el riesgo
4. Monitorear o controlar el riesgo

De acuerdo a la norma SAE ARP9134 el riesgo está relacionado con la calidad, el medio ambiente y la seguridad, el ambiente de trabajo, la geografía o condiciones políticas, las condiciones financieras, la satisfacción del cliente final (el comprador en si), los recursos humanos, las acciones de mejora, la entrega a tiempo, la capacidad (tanto por parte de poder manufacturar o los recursos destinados a ello), el control de la cadena de proveedores, y el diseño, todo esto se debe de poder analizar y administrar para poder obtener una calidad de clase mundial.

En esta tesina se abordaran el proceso de la SAE para administrar el riesgo, ya que este es más aplicable en los servicios de metrología y provee mejores herramientas para su correcta gestión, haciendo de esta forma más sencilla su aplicación.

---

<sup>6</sup> SAE ARP9134

## CAPITULO 1.- RIESGO

Antes de poder analizar y posteriormente administrar el riesgo es importante tener una idea muy clara sobre el riesgo.

### 1.1.- ¿Qué es el riesgo?

La norma SAE AS 9100 define el riesgo como:

*“Una situación o circunstancia no deseable que tiene ambas, la probabilidad de que pueda ocurrir una situación o una consecuencia negativa”.*

La norma ISO 31000:2009 lo define simplemente como:

*“El efecto de la incertidumbre en los objetivos”.*

Otra definición no tan sencilla pero fácil de comprender sería el catalogar el riesgo como la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre, y siempre teniendo en cuenta que el riesgo no solo se enfoca a la salud y la seguridad.

### 1.2.- TIPOS DE RIESGO

El riesgo se puede clasificar en 7 tipos ó formas generales y estas son:

**Riesgo Estratégico:** Se asocia con la forma en que se administra la Organización. El manejo del riesgo estratégico se enfoca a asuntos relacionados con la misión, visión y el cumplimiento de los objetivos estratégicos, la clara definición de políticas, diseño y conceptualización de la organización por parte de la alta gerencia.

**Riesgos Operativo:** Comprende los riesgos relacionados tanto con la parte operativa como técnica de la organización, incluye riesgos provenientes de deficiencias en los sistemas de información, en la definición de los procesos, en la estructura de la organización, la desarticulación entre los departamentos, lo cual conduce a ineficiencias, e incumplimiento

de los compromisos con el cliente, el error de los trabajadores dentro de las operaciones, la falta de capacitación.

**Riesgos de Control:** Están directamente relacionados con inadecuados o inexistentes puntos de control y en otros casos, con puntos de control obsoletos, inoperantes o poco efectivos, sistemas de control automatizado demasiado complejos para su utilización.

**Riesgos Financieros:** Se relacionan con el manejo de los recursos de la organización que incluye, la ejecución presupuestal, la elaboración de los estados financieros, los pagos, manejos de excedentes o utilidades y el manejo sobre los bienes de la organización. De la eficiencia y transparencia en el manejo de los recursos, así como su interacción con las demás áreas dependerá en gran parte el éxito o fracaso de la organización.

**Riesgos de Cumplimiento:** Se asocian con la capacidad de la organización para cumplir con los requisitos legales, contractuales, de entrega y en general con su compromiso ante el cliente, recordando que todo el análisis del riesgo al final se hace para que el cliente quede satisfecho.

**Riesgos de Tecnología:** Se asocian con la capacidad de la organización para que la tecnología disponible satisfaga las necesidades actuales y futuras, y soporten el cumplimiento de los objetivos de la organización.

**Riesgo inherente:** Nivel de riesgo propio de la actividad, sin tener en cuenta el efecto de los controles para administrarlo.

Aunque se debe de administrar el riesgo en su totalidad para lograr la calidad, a veces solo es suficiente con administrar eficientemente el riesgo operativo, para una industria que proporciona servicios de metrología es más que suficiente con controlar este tipo de riesgo, y en ese tipo es en el que está enfocado esta tesina.

### 1.3.- EVENTOS DE RIESGO OPERATIVO

Se define evento como incidente o situación que ocurre en un lugar particular durante un intervalo de tiempo determinado. Los eventos de pérdida son aquellos incidentes que generan pérdidas por riesgo operativo a las organizaciones.

Los eventos de riesgo operativo se clasifican en:

**Fraude interno:** Actos que de forma intencionada buscan defraudar o apropiarse indebidamente de propiedades de la organización o incumplir normas o reglamentos de la misma, en los que está implicado (Ejemplo, que los trabajadores tomen procedimientos o métodos o cualquier información propia de la organización, para lucrar con ellos).

**Fraude Externo:** Actos realizados por una persona externa a la organización, que buscan defraudar, apropiarse indebidamente de propiedades de las misma o incumplir normas o reglamentos internos. (Ejemplo, que los externos llámense outsourcing, subcontratación, etc. tomen información clasificada como propia de la organización, con el fin de lucro).

**Relaciones laborales:** Actos que son incompatibles con las normas laborales, con los acuerdos internos de trabajo y en general, con el trato que se lleve dentro de la organización, recordando que mientras sea mejor este trato, la organización operará de una manera más confiable.

**Clientes:** Son las personas (muy importantes) con las que se mantienen relaciones comerciales para la prestación de un servicio propio de la organización. Las Fallas involuntarias o por falta de conocimiento de las obligaciones frente a los clientes y que impiden satisfacer una obligación frente a éstos, son eventos de riesgo operativos.

**Daños a activos físicos:** Pérdidas derivadas de daños o perjuicios a objetos pertenecientes a la organización.

**Fallas tecnológicas:** Pérdidas derivadas de incidentes por fallas tecnológicas, paros en la comunicación (Internet, Ethernet, etc.), falla en el equipo de cómputo.

**Ejecución y administración de procesos:** Pérdidas derivadas de errores en la ejecución y administración de los procesos, en las mismas operaciones o con la forma de programar estos.

Los servicios de metrología abarcan todos estos tipos de eventos.

#### **1.4.- FACTORES DE RIESGO**

Se entiende por factores de riesgo, las fuentes generadoras de los eventos en las que se originan las pérdidas por riesgo operativo. Son factores de riesgo el recurso humano, los procesos, la tecnología, la infraestructura y los acontecimientos externos. Dichos factores se deben de clasificar en:

- ❖ **Internos:** Los recursos humanos; los procesos; la tecnología; y la infraestructura. Sobre estos factores, la organización tiene un control directo.

El **recurso humano**, está representado por el conjunto de personas vinculadas directa o indirectamente con la ejecución de los procesos de la organización. Se entiende por vinculación directa, la basada en un contrato de trabajo. La vinculación indirecta hace referencia a las personas que tienen con la organización una relación de prestación de servicios diferente a aquella que se origina en un contrato de trabajo (ejemplo: outsourcing, subcontratación).

Los **procesos** son el de las actividades conjunto (entradas) para la transformación de elementos en productos o servicios (salidas), para satisfacer y exceder (si es posible) las necesidades del cliente.

La **tecnología** es el conjunto de herramientas empleadas para soportar los procesos en la organización. Incluye el hardware, el software y las telecomunicaciones (Internet, Ethernet, y protocolos de transmisión de datos entre los instrumentos).

La **Infraestructura**, es el conjunto de elementos de apoyo para el funcionamiento de una organización. Entre otros se incluyen: Edificios, espacios de trabajo, almacenamiento y transporte.

- ❖ **Externos:** son eventos asociados a la fuerza de la naturaleza u ocasionados por terceros. Escapan en cuanto a su causa y origen al control de la organización.

Cabe mencionar que aunque esta sea la definición de factores externos, las organizaciones tienen que poder administrar estos riesgos, ejemplo; En los servicios de metrología la temperatura es un factor que influye de manera muy alta a la incertidumbre en las mediciones, tomando en cuenta que las mediciones cambian con el simple calor humano, así que se tiene que poder controlar este factor externo, esto puede lograrse con un aire acondicionado, explicando así de esta manera que para poder administrar un riesgo es necesario primero identificar como se debe de atacar, analizarlo, mitigarlo y por ultimo controlarlo .

## CAPITULO 2.- LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

### ¿Qué es la administración del riesgo?

Es el conjunto de actividades que tiene como fin anticiparse a la ocurrencia de eventos adversos<sup>7</sup>. Esto se logra con el diseño e implantación de estrategias, procesos y estructuras que minimicen el impacto de las pérdidas.

Para poder tener una adecuada Administración del Riesgo, es necesario que se cumplan los principios siguientes:

**Compromiso de la alta y media dirección:** Para el éxito en la Implementación de una adecuada administración del riesgo, es indispensable el compromiso de la alta gerencia como encargada, en primera instancia, de definir las políticas y en segunda instancia de estimular la cultura de la identificación y prevención del riesgo. Para lograrlo es importante la definición de canales directos de comunicación y el apoyo a todas las acciones emprendidas en este sentido, propiciando los espacios y asignando los recursos necesarios.

**Conformación de un equipo de trabajo multidisciplinario:** Es importante conformar un equipo de trabajo que junto con el departamento de gestión de calidad encargue de liderar el proceso de administración del riesgo y cuente con un canal directo de comunicación con la alta dirección. Dicho equipo lo deben integrar personas de diferentes áreas que conozcan muy bien la organización y el funcionamiento de los diferentes procesos para que se facilite la administración del riesgo y la construcción de los mapas de riesgos.

**Capacitación en la metodología:** Definido el equipo o equipos de trabajo, debe capacitarse a sus integrantes en la metodología de la administración del riesgo, para lo cual se necesitara tanto apoyo financiero como tiempo.

Una vez cubiertos estos 3 principios es necesario comenzar con la planeación del la administración del riesgo.

---

<sup>7</sup> PMI. 1996. una guía al cuerpo de conocimientos de la administración de proyectos. (pmbok). USA

## **2.1 PLANEACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO**

Como cualquier otro proceso institucional, la administración del riesgo debe planearse y programarse de manera que haga parte de la vida diaria de la organización.

Para el diseño de esta planeación es fundamental tener claridad en la misión, en sus objetivos y tener una visión sistémica de manera que no se perciba la administración del riesgo como algo aislado. Igualmente es necesario conocer sobre el tema de riesgos y la metodología propuesta.

Dicha planeación debe contener: ¿Cuándo va a empezar a manejarse el tema dentro de la organización?, ¿Quiénes van a participar directamente en el proceso? , ¿Cuándo van a realizarse las capacitaciones y a quién van a ir dirigidas? y ¿Cómo se va a desarrollar el tema dentro de la planeación y con los procesos?, entre otros, así como definir un proceso de cómo se administrar el riesgo.

## **2.2.- VALORACIÓN DEL RIESGO**

La valoración del riesgo consta de 4 etapas:

1. Definir una gestión de riesgo
2. Identificar el riesgo
3. Mitigar el riesgo
4. Monitorear o controlar el riesgo

Estas etapas son de singular interés para desarrollar con éxito la administración del riesgo e implementar una política al respecto en la organización; para cada una de ellas se sugiere tener en cuenta la mayor cantidad de datos disponibles y contar con la participación de las personas que ejecutan los procesos para lograr que las acciones determinadas alcancen los niveles de efectividad esperados, pero primero se necesita conocer el proceso de la administración del riesgo.

## 2.3.- PROCESO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

El proceso de la administración del riesgo dado por la SAE ARP 9134 se observa de la siguiente manera:

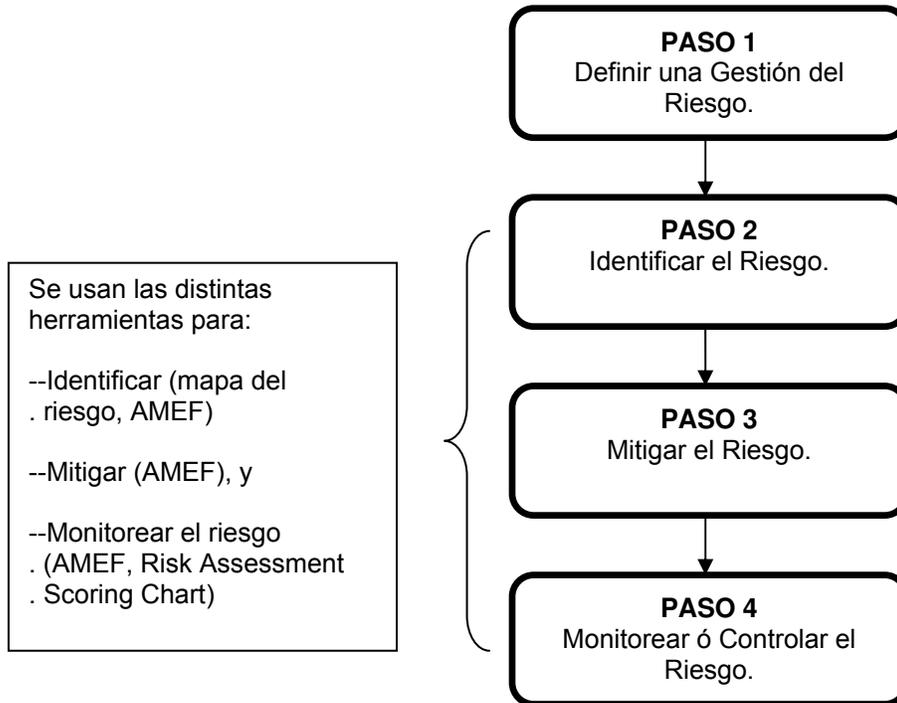


Figura 1.- Diagrama de flujo del proceso de la administración del riesgo.

Donde:

### 1. Definir una gestión de riesgo

- Se debe de definir un procedimiento o proceso que incluyan los factores de riesgo así como los riesgos propios de la actividad de la organización.
- Identificar las funciones que implican este riesgo.

### 2. Identificar el riesgo

- Evaluar, Verificar, identificar y reportar los riesgos.
- Se recomienda el uso de checklist o mapas de riesgo para su identificación.

### **3. Mitigar el riesgo**

- Decidir si el riesgo es aceptado sin ejercer ninguna acción.
- Definir un plan de acción para mitigar el riesgo inaceptable.

### **4. Monitorear o controlar el riesgo**

- Monitorear las consecuencias de los riesgos aceptados sin ejercer acción alguna.
- Monitorear la efectividad del plan de acción.

Es necesario explicar más a fondo los pasos para la correcta administración del riesgo así como las herramientas necesarias para el mismo.

Un proceso de Administración del riesgo no necesariamente tiene que ser de esta manera, ya que esta es la versión que proporciona la SAE, que de cierta forma es una manera sencilla de administrar el riesgo, aun los pasos a seguir pueden variar en nombres pero fundamentalmente son muy similares, como se puede ver en el anexo 1, el cual nos muestra otro proceso para administrar el riesgo, en donde se podrá observar la gran similitud de los modelos para administrarlo.

## **CAPITULO 3.- DEFINIR UNA GESTIÓN DE RIESGO**

Para definir una administración del riesgo es necesario saber y conocer que realmente se desea o que se necesita administrar, porque realmente todo en cualquier organización podría entrar a la gestión del riesgo, recordando que para ejecutar una administración del riesgo, se necesitan recursos económicos, así como disponibilidad del personal, es necesario primero definir a que factores se les va a administrar el riesgo.

Los factores se pueden listar de la siguiente manera:

### **❖ Factores Estratégicos**

- Proyectos.
- Todos los relacionados con los objetivos estratégicos.
- Las políticas de diseño.

### **❖ Factores Operativos**

- Seguridad, en las operaciones, en las instalaciones, incluyendo todos lo que pueda ocasionar algún daño al personal.
- Higiene, desde las instalaciones, hasta el mismo ambiente de trabajo.
- Personal
- Medio Ambiente.
- Capacitación.
- Producción
- Información
- Todos los que tengas relación con la calidad del producto o servicio.

### **❖ Factores Financieros**

- Manejo de recursos
- Pagos.
- Utilidades.

#### ❖ **Factores de Control**

- Puntos de control
- Redes de Comunicación
- Muestreos
- Dispositivos y Sensores

#### ❖ **Factores de Cumplimiento**

- Entrega a tiempo
- Producción
- Satisfacción
- Calidad
- Costo
- Capacidad (pueden ser tanto de capacidad del personal como de la organización para lograr sus objetivos, o de la organización referente a su producción).
- Confiabilidad (Puede ser en las mediciones como de personal).

#### ❖ **Factores de Tecnología**

- Maquinaria
- Equipo de cómputo.
- Todos los relacionados con la información e informatización.

En el caso de los servicios de metrología como es muy improbable las factores de seguridad e higiene, se abordaran más específicamente los operativos y de cumplimiento.

## **CAPITULO 4.-IDENTIFICAR EL RIESGO**

El proceso de la identificación del riesgo debe ser permanente e interactivo integrado al proceso de planeación y debe partir de la claridad de los objetivos estratégicos de la organización para la obtención de resultados.

Previa la identificación de los riesgos es importante tener en cuenta tal como se mencionó anteriormente, los factores que pueden incidir en la aparición de los mismos, los cuales pueden ser externos e internos y llegar a afectar la organización en cualquier momento.

Debe considerarse además de los factores previamente citados, factores externos relacionados con la entidad como son: económicos, sociales, de orden público, políticos, legales y cambios tecnológicos, entre otros y como factores internos: la naturaleza de las actividades de la entidad, la estructura organizacional, los sistemas de información, los procesos y procedimientos y los recursos económicos.

Para la identificación se recomienda la aplicación de varias herramientas y técnicas como por ejemplo: entrevistas estructuradas con expertos en el área, reuniones con directivos y con personas de todos los niveles en la organización, evaluaciones individuales usando cuestionarios, lluvias de ideas, entrevistas e indagaciones con personas ajenas a la organización, usar diagramas de flujo, análisis de escenarios y hacer revisiones periódicas de factores económicos y tecnológicos que puedan afectar la organización, entre otros.

Igualmente pueden utilizarse diferentes fuentes de información de la organización, tales como registros históricos, experiencias significativas registradas, opiniones de especialistas y expertos, informes de años anteriores, los cuales pueden proporcionar información importante, la técnica utilizada dependerá de las necesidades y naturaleza de la organización.

Una manera de visualizar los riesgos es a través de la utilización del formato de identificación de riesgos el cual permite hacer un inventario de los mismos, definiendo en

primera instancia los riesgos, posteriormente presentando una descripción de cada uno de estos y finalmente definiendo las posibles consecuencias. Es importante centrarse en los riesgos más significativos para la organización, por lo tanto hay que hacer un análisis de riesgo.

#### **4.1.- ANÁLISIS DEL RIESGO**

El objetivo del análisis es el de establecer una valoración y priorización de los riesgos con base en la información obtenida con las diversas herramientas para la identificación de riesgos (llámense AMEF, Magnitud del riesgo, Risk Assessment Scoring Chart, etc.), con el fin de obtener información para establecer el nivel de riesgo y las acciones que se van a implementar.

El análisis del riesgo dependerá de la información sobre el mismo, de su causa y la disponibilidad de datos. Para adelantarlos (tratar de prever lo que va a suceder) es necesario diseñar escalas, estas pueden ser cuantitativas o cualitativas.

Se establecen dos aspectos para realizar el análisis de los riesgos

**Probabilidad:** la posibilidad de ocurrencia del riesgo; esta puede ser medida con criterios de frecuencia o teniendo en cuenta la presencia de factores internos y externos que pueden propiciar el riesgo, aunque éste no se haya materializado.

**Impacto:** consecuencias que puede ocasionar a la organización la materialización del riesgo.

A continuación se presentan algunos ejemplos de las escalas que pueden implementarse para analizar los riesgos.

**Análisis cualitativo:** se refiere a la utilización de formas descriptivas para presentar la magnitud de consecuencias potenciales y la posibilidad de ocurrencia. Se diseñan escalas

ajustadas a las circunstancias de acuerdo a las necesidades particulares de cada organización o el concepto particular del riesgo evaluado.

Escala de medida cualitativa de **PROBABILIDAD**: se deben establecer las categorías a utilizar y la descripción de cada una de ellas, con el fin de que cada persona que aplique la escala mida a través de ella los mismos factores, por ejemplo:

**ALTA**: es muy factible que el hecho se presente.

**MEDIA**: es factible que el hecho se presente.

**BAJA**: es muy poco factible que el hecho se presente

Ese mismo diseño puede aplicarse para la escala de medida cualitativa de **IMPACTO**, estableciendo las categorías y la descripción, por ejemplo:

**ALTO**: Si el hecho llegara a presentarse, tendría alto impacto o efecto sobre la organización.

**MEDIO**: Si el hecho llegara a presentarse tendría medio impacto o efecto en la organización.

**BAJO**: Si el hecho llegara a presentarse tendría bajo impacto o efecto en la organización.

Con base en los ejemplos anteriores, los equipos multidisciplinarios deben trabajar en coordinación con los encargados de analizar los procesos, de esta manera se pueden construir escalas de acuerdo a la naturaleza de la organización y a las características de los procesos y procedimientos, de forma que estas escalas se ajusten al análisis de los riesgos identificados.

**Análisis cuantitativo**: Este análisis contempla valores numéricos para los cuales se pueden construir tablas; la calidad depende de lo exactas y completas que estén las cifras utilizadas. La forma en la cual la probabilidad y el impacto son expresadas y las formas por las cuales ellos se combinan para proveer el nivel de riesgo puede variar de acuerdo al tipo de riesgo.

Probabilidad de ocurrencia	Nivel	Calificación
0 25	Baja	1
26 70	Media	2
71 100	Alta	3

Figura 2.- Escala de probabilidad

Al igual que para determinar las escalas cualitativas, el diseño de las escalas cuantitativas debe contar con la participación de las personas encargadas de los procesos y con el grupo encargado de liderar la administración del riesgo.

#### 4.2.- PRIORIZACIÓN DE LOS RIESGOS

Una vez realizado el análisis de los riesgos con base en los aspectos de probabilidad e impacto, se recomienda utilizar la matriz de priorización que permite determinar cuáles requieren de un tratamiento inmediato.

	F R E C U E N C I A	ALTA	A	B
		BAJA	C	D
			IMPACTO	
			BAJO	ALTO

Figura 3.- Matriz del riesgo

Cuando se ubican los riesgos en la matriz se define cuáles de ellos requieren acciones inmediatas, que en este caso son los del cuadrante **B**, es decir los de **alto impacto y alta probabilidad**.

Los que no requieren acciones inmediatas (pero desde luego requieren que se formulen) son los ubicados en el cuadrante **C bajo impacto y baja probabilidad**. Respecto a los ubicados en las casillas **A** y **D**, es la organización la que debe seleccionar de acuerdo a la naturaleza del riesgo cuáles va a trabajar primero, los de **alto impacto pero baja probabilidad** o los de **alta probabilidad y bajo impacto**, ya que estos pueden ser peligrosos para el logro de los objetivos, por las consecuencias que presentan en el caso de los ubicados en la casilla D, o por lo constante de su presencia en el caso de la casilla A.

#### **4.3.- DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO**

La determinación del nivel de riesgo es el resultado de confrontar el **impacto** y la **probabilidad** con los **controles** existentes al interior de los diferentes procesos y procedimientos que se realizan. Para adelantar esta etapa se deben tener muy claros los **puntos de control existentes en los diferentes procesos**, los cuales permiten obtener información para efectos de tomar decisiones, estos niveles de riesgo pueden ser:

**ALTO:** Cuando el riesgo hace altamente vulnerable a la entidad o unidad.

(Impacto y probabilidad alta vs controles)

**MEDIO:** Cuando el riesgo presenta una vulnerabilidad media.

(Impacto alto - probabilidad baja o Impacto bajo – probabilidad alta vs controles).

**BAJO:** Cuando el riesgo presenta vulnerabilidad baja.

(Impacto y probabilidad baja vs controles).

Un ejemplo de la determinación del nivel del riesgo y del grado de exposición al mismo:

**Riesgo:** Pérdida de información debido a la entrada de un virus en la red de información de la organización.

**Probabilidad:** **Alta**, porque todas las computadoras de la entidad están conectadas a la red de Internet y Ethernet.

**Impacto:** **Alto**, porque la pérdida de información traería consecuencias graves para el desarrollo de actividades de la organización.

**Controles existentes:** la organización tiene establecidos controles semanales haciendo backups o copias de seguridad y vacunando todos los programas y equipos; además guarda la información más relevante en discos duros desconectados de la red en un centro de información.

**Resultado Nivel de riesgo: Medio** por los controles establecidos.

Lo anterior significa que a pesar de que la probabilidad y el impacto son altos confrontado con los controles, se puede afirmar que el nivel de riesgo es medio y por lo tanto las acciones que se implementen entrarán a reforzar los controles existentes y a valorar la efectividad de los mismos.

Sin embargo se considera que el identificar el riesgo de esta manera lo deja muy al empirismo de los trabajadores ó participantes en el desarrollo de este paso, así que se sugiere el uso de herramientas como el AMEF ó el Risk Assessment Scoring Chart para poder ponderar numéricamente los riesgos identificados y no dejarlo a la subjetividad de los involucrados en la administración del riesgo.

## CAPITULO 5.-MITIGAR EL RIESGO

### 5.1.- MANEJO DEL RIESGO

Cualquier esfuerzo que emprenda la organización en torno a la valoración del riesgo llega a ser en vano, si no culmina en un adecuado manejo y control de los mismos.

#### Consideración de Acciones

Para el manejo de los riesgos se deben analizar las posibles acciones a emprender las cuales deben ser factibles y efectivas, tales como: la implementación de políticas, definición de estándares, optimización de procesos y procedimientos y cambios físicos entre otros.

Se pueden tener en cuenta algunas de las siguientes opciones, las cuales pueden considerarse cada una de ellas independientemente, interrelacionadas o en conjunto.

**Evitar el riesgo:** es siempre la primera alternativa a considerar. Se logra cuando al interior de los procesos se generan cambios sustanciales por mejoramiento, rediseño o eliminación, resultado de unos adecuados controles y acciones emprendidas. Un ejemplo de esto puede ser el control de calidad, manejo de los insumos, mantenimiento preventivo de los equipos, desarrollo tecnológico, etc.

**Reducir el riesgo:** si el riesgo no puede ser evitado porque crea grandes dificultades operacionales, el siguiente paso es reducirlo al más bajo nivel posible. La reducción del riesgo es probablemente el método más sencillo y económico para superar las debilidades antes de aplicar medidas más costosas y difíciles. Se consigue mediante la optimización de los procedimientos y la implementación de controles.

Ejemplo: Planes de contingencia.

**Dispersar y atomizar el riesgo:** Se logra mediante la distribución o localización del riesgo en diversos lugares. Es así como por ejemplo, la información de gran importancia se puede

duplicar y almacenar en un lugar distante y de ubicación segura, en vez de dejarla concentrada en un solo lugar.

**Transferir el riesgo:** Hace referencia a buscar respaldo y compartir con otro parte del riesgo como por ejemplo tomar pólizas de seguros, esta técnica es usada para eliminar el riesgo de un lugar y pasarlo a otro o de un grupo a otro. Así mismo, el riesgo puede ser minimizado compartiéndolo con otro grupo o dependencia.

**Asumir el riesgo:** Luego de que el riesgo ha sido reducido o transferido puede quedar un riesgo residual que se mantiene, en este caso el gerente del proceso simplemente acepta la pérdida residual probable y elabora planes de contingencia para su manejo.

Una vez establecidas cuales de las anteriores opciones de manejo del riesgo se van a concretar, estas deben evaluarse con relación al beneficio- costo para proceder a elaborar el mapa de riesgos, el cual permitirá visualizar todo el proceso de valoración, análisis y manejo de los riesgos.

Para Controlar el riesgo es necesario plasmarlo de una forma sencilla, que cualquier individuo de la organización que lo observe lo pueda comprender de tal forma que estos individuos no se sientan aislados de la administración del riesgo, una forma de hacer esto es haciendo un mapa de riesgos, que nos lo plasma de una forma general.

## **5.2.- MAPA DE RIESGOS**

### **Elaboración del Mapa de Riesgos**

Para la consolidación del Mapa de Riesgos, adicional a las consideraciones expuestas, es necesario identificar las causas que los pueden ocasionar (Definidas estas como los medios, circunstancias y agentes que generan riesgos), lo cual facilita el proceso de definición de acciones para mitigar los mismos.

La selección de las acciones más convenientes debe considerar la viabilidad jurídica, técnica, institucional, financiera y económica y se puede realizar con base en los siguientes factores:

a) El nivel del riesgo

b) El balance entre el costo de la implementación de cada acción contra el beneficio de la misma.

Así mismo en el Mapa de Riesgos se deben identificar los controles existentes, las áreas o dependencias responsables de llevar a cabo las acciones, definir un cronograma y unos indicadores que permitan verificar el cumplimiento para tomar medidas correctivas cuando sea necesario.

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Control Existente	Nivel de Riesgo	Causas	Acciones	Responsables	Cronograma	Indicadores

Figura 4 .- Estructura de un mapa de riesgos.

### Descripción del Mapa de riesgos

- ❖ **Riesgo:** posibilidad de ocurrencia de aquella situación que pueda entorpecer el normal desarrollo de las funciones de la entidad y le impidan el logro de sus objetivos.
- ❖ **Impacto:** consecuencias que puede ocasionar a la organización la materialización del riesgo.
- ❖ **Probabilidad** entendida como la posibilidad de ocurrencia del riesgo; esta puede ser medida con criterios de frecuencia o teniendo en cuenta la presencia de factores internos y externos que pueden propiciar el riesgo aunque este no se haya presentado nunca.

- ❖ **Control existente:** especificar cuál es el control que la entidad tiene implementado para combatir, minimizar o prevenir el riesgo.
- ❖ **Nivel de riesgo:** El resultado de la aplicación de la escala escogida para determinar el nivel de riesgo de acuerdo a la posibilidad de ocurrencia, teniendo en cuenta los controles existentes.
- ❖ **Causas:** Son los medios, circunstancias y agentes que generan los riesgos.
- ❖ **Acciones:** es la aplicación concreta de las opciones del manejo del riesgo que entrarán a prevenir o a reducir el riesgo y harán parte del plan de manejo del riesgo.
- ❖ **Responsables:** Son las dependencias o áreas encargadas de adelantar las acciones propuestas.
- ❖ **Cronograma:** son las fechas establecidas para implementar las acciones por parte del grupo de trabajo.
- ❖ **Indicadores:** se consignan los indicadores diseñados para evaluar el desarrollo de las acciones implementadas.

Finalmente, partiendo de que el objetivo final de la administración del riesgo es ver por el cumplimiento de la misión y objetivos de la organización, los cuales están consignados en la planeación anual de la misma, se sugiere articular el mapa de riesgos con la planeación de manera que no sean planes aislados sino complementarios.

Cabe Aclarar que el Mapa de riesgos está implícito dentro del AMEF, ó el Risk Assessment Scoring Chart, ya que como se observa las columnas de este son muy similares a las que se encuentran en el AMEF, diferenciándolos en que el AMEF provee formas de ponderar numéricamente el riesgo, haciendo de este una herramienta más completa y más recomendable de usar.

Para el caso del Risk Assessment Scoring Chart, se le podría catalogar como un AMEF sencillo porque aunque el AMEF proporciona una gran cantidad de información, este mismo te pide tener registros estadísticos de los productos o servicios, cosas que son difíciles de encontrar si se producen servicios muy especializados y de características diferentes entre ellos, como los servicios de metrología por ejemplo, haciendo a esta una

herramienta apropiada si no se posee la suficiente información, siempre considerando que cuando se comience a utilizar se traten de recolectar estos registros para la futura inducción del AMEF, que aun así sigue siendo una herramienta mejor, para administrar el riesgo, por la cantidad de información que nos proporciona.

En esta tesina se explicaran estas herramientas (Ver capítulo 7).

## **CAPITULO 6.-MONITOREAR Y CONTROLAR EL RIESGO**

### **6.1.- IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES**

Definido el Mapa de Riesgos, AMEF ó cualquier herramienta que se use para administrar el riesgo con sus acciones, responsables y cronogramas, es fundamental comenzar a ejecutar dichas acciones con el fin de determinar la efectividad del mismo, en el menor tiempo posible.

### **6.2.- MONITOREO**

Una vez diseñado y validado el plan para administrar los riesgos, en el mapa de riesgos, es necesario monitorearlo teniendo en cuenta que estos nunca dejan de representar una amenaza para la organización.

El monitoreo es esencial para asegurar que las acciones se están llevando a cabo y evaluar la eficiencia en su implementación adelantando revisiones sobre la marcha para evidenciar todas aquellas situaciones o factores que pueden estar influyendo en la aplicación de las acciones preventivas.

El monitoreo debe estar a cargo de la Oficina de Control Interno y los responsables de las diferentes áreas y su finalidad principal será la de aplicar y sugerir los correctivos y ajustes necesarios para asegurar un efectivo manejo del riesgo. La Oficina de Control Interno dentro de su función asesora comunicará y presentará luego del monitoreo, sus resultados y propuestas de mejoramiento y tratamiento a las situaciones detectadas.

A continuación se presentan herramientas que consolidan todo el proceso de administración del riesgo y puede facilitar la comprensión del mismo al momento de llevar a cabo la tarea de definir, identificar, mitigar, controlar el riesgo.

**La Administración del riesgo** no solo nos permite prevenir desastres. También nos ayuda a practicar lo que se conoce como desarrollo sostenible. El desarrollo es sostenible cuando la gente puede vivir bien, con salud y felicidad, sin dañar el ambiente o a otras personas a largo plazo. Por ejemplo, se puede ganar la vida por un tiempo cortando árboles y vendiendo la madera, pero si no se siembran más árboles de los que se corta, pronto ya no habrá árboles y el sustento se habrá acabado. Entonces no es sostenible.

## **CAPITULO 7.- HERRAMIENTAS PARA ADMINISTRAR LOS RIESGOS**

Las herramientas para administrar el riesgo pueden construirse siguiendo el proceso descrito en este documento, sin embargo existen ya herramientas para este propósito, se recomienda utilizar la herramienta que se adecue más al proceso que se quiere administrar, recordando que si no funciona ninguna de las mostradas a continuación, se puede diseñar una (Se puede apreciar un ejemplo de una herramienta diseñada para laboratorios de calibración en el Anexo 2)

### **7.1.- ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA**

#### **7.1.1.- INTRODUCCIÓN**

Por muchos años, el análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) ha sido una parte integral del diseño ingeniería. Esta ha sido una indispensable herramienta para la industria aeroespacial y la automotriz. Las agencias gubernamentales (como el ejercito, fuerza área y marina) requieren que el AMEF sea ejecutado sobre sus sistemas para asegurar seguridad así como confiabilidad. El ejemplo más notable es la industria automotriz que ha adoptado el AMEF en el diseño, manufactura y ensamble de automóviles, ahora para una correcta gestión del riesgo es necesario usarlo para servicios de calibración.

Aunque hay muchos tipos de AMEF (diseño, proceso, equipo) para resolver problemas potenciales antes de que estos ocurran.

El propósito del AMEF es el de analizar las características de diseño en relación con lo planificado en el proceso de manufactura para asegurar que el producto final satisfaga necesidades del cliente. Sin embargo se sabe que el AMEF también puede ser utilizado para la mejora continua así como para la administración del riesgo.

Uno de los factores más importantes para la exitosa implementación de un programa de AMEF es la puntualidad. Está destinado a ser un "antes-el evento-acción", no un "después

del hecho" el ejercicio. Para lograr el mayor valor, el AMEF debe hacerse antes de un producto o proceso de modo de fallo se ha incorporado a un producto o proceso. Hasta el tiempo gastado adecuadamente frente a completar un AMEF, cuando el producto / proceso de cambios puede ser más fácil y práctica bajo costo, reducirá al mínimo las crisis finales de cambio. Un AMEF puede reducir o eliminar la posibilidad de aplicar un enfoque preventivo / correctivo cambio, que daría lugar a una preocupación aún más grande. Comunicación y coordinación deben tener lugar entre todos los tipos de AMEF.

Referente a la administración del riesgo, el AMEF es una herramienta que permite identificar y analizar las zonas (áreas, procesos y operaciones) que presenten un riesgo potencial para las personas o para la organización dentro de una empresa y mejorar el entorno laboral.

### **7.1.2.- HISTORIA DEL ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF).**

El Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) fue formalmente introducido a finales de los 40's mediante el estándar militar 1629. Utilizados por la industria aeroespacial y el desarrollo de cohetes, los AMEF y el todavía más detallado Análisis Crítico del Modo y Efecto de Falla (ACMEF) fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de cohetes.

El principal empuje para la prevención de fallas vino durante los 60's mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna. Ford Motor Company introdujo el AMEF en la industria automotriz a finales de los 70's para consideraciones de seguridad y requisitos regulatorios después del fracaso del modelo "Pinto". Ford Motor Company también utilizó el AMEF efectivamente para mejoras en la producción y en el diseño.

El avance actual del AMEF ha venido del sector automotriz, ya que el AMEF es requerido 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 re-calculado 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.

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.

### **7.1.3.- ¿QUÉ ES EL AMEF?**

El análisis de modo y efecto de falla (AMEF por sus siglas ó FMEA por sus siglas en ingles) es un método sistemático para identificar, analizar y documentar los modos de falla potencial y sus efectos sobre el sistema, el producto y desempeño del proceso con las posibles causas de fallo clasificándolas para acciones correctivas ó preventivas. Esta herramienta es globalmente reconocida para administrar el riesgo usada comúnmente en el sector automotriz, en medicina, en actividades bancarias, en electrónicos, negocios y alimentos. Esta herramienta es fácil de usar y una de las más poderosas herramientas para identificar y clasificarlos numéricamente por su riesgo potencial o desempeño existente en el proceso.

El análisis de modo y efecto de falla (AMEF) es la base para el control de procesos, sirve para asegurar la calidad, la seguridad, el suministro y analizar proactivamente los planes de capacidad y control para cada uno de los procesos. El AMEF analiza los modos de falla potenciales, efectos potenciales, causas potenciales, evalúa los controles del proceso actuales y determina el factor de prioridad de riesgo (RPN). El AMEF provee la habilidad para identificar características críticas del producto y variables del proceso, para priorizar deficiencias y apoyar en acciones de mejora, y ayudara al equipo multidisciplinario a enfocarse en la prevención de problemas para el producto y/o procesos.

Cuando los modos de falla potencial son identificados, puede ser tomada una acción correctiva para eliminarlas o reducir la aparición continua de estas. El AMEF también puede relacionarse con el tipo de proceso a elegir para comenzar a manufacturar.

El AMEF identifica el potencial y confirmar críticas y características importantes que deben abordar los cambios de diseño, cambios en el proceso, o la inclusión en el proceso de planes de control.

El AMEF evaluar la idoneidad de los controles propuestos y la necesidad de mitigar el riesgo por los cambios en el plan de verificación del diseño o el plan de control de la

producción. La intención de la evaluación y las acciones propuestas es evitar fallas que lleguen a los clientes, mejorando la satisfacción de los mismos.

Un AMEF también puede ser descrito como un grupo sistematizado de actividades destinadas a:

- a) Reconocer y evaluar el posible fracaso de un producto / proceso y sus efectos.
- b) determinar las medidas que podrían eliminar o reducir la probabilidad de la falla potencial se produzca.
- c) Documentar el proceso. Es complementario al proceso de definición de lo que un diseño o proceso debe hacer para satisfacer al cliente.

#### **7.1.4.- OBJETIVOS DE UN ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.**

Los objetivos generales de un AMEF son:

- ❖ Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los individuos evaluando productos y procesos.
- ❖ Reduce el producto de reurbanización tiempo y costo.
- ❖ Los documentos y las acciones tomadas para reducir el riesgo.
- ❖ Ayuda a la elaboración de planes de control robustos.
- ❖ Ayuda en el desarrollo de sólidos planes de verificación de diseño.
- ❖ Ayuda a los ingenieros a priorizar y centrarse en la eliminación o reducción de producto no conforme y las preocupaciones de procesos y/o ayuda a prevenir problemas de ocurrencia.
- ❖ Consumidor satisfecho.

### **7.1.5.- TIPOS DE AMEF.**

Como se mencionó anteriormente la metodología del análisis de modo y efecto de las fallas, proporciona la orientación y los pasos que un grupo de personas debe seguir para identificar y evaluar las fallas potenciales de un producto o un proceso, junto con el efecto que provocan éstas. A partir de lo anterior, el grupo establece prioridades y decide acciones para intentar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la confiabilidad del producto o el proceso.

Aplicar AMEF se ha vuelto un actividad casi obligada para garantizar que los productos sean confiables, en el sentido que logren funcionar bien el tiempo que se ha establecido como su periodo de vida útil, pero también cada día se hace más común su aplicación en muchos otros campos con el objetivo de detectar fallas potenciales y prevenirlas, y de esa forma reducir los tiempos de ciclo, mejorar la eficiencia de procesos, etc. Si un producto o un proceso se analizaran como un edificio, aplicarles un AMEF es revisar sus cimientos y estructura, para asegurar que ambas sean confiables y seguras, para disminuir la probabilidad de que fallen. En éste sentido, un edificio, (proceso) no está realmente caracterizado, sino hasta que se le ha aplicado el AMEF, y a partir de éste se fundamentan acciones para su mejora integral.

La frecuencia con que ocurren las fallas junto con su severidad son una medida de la confiabilidad de un sistema. Mientras mayor sean éstas menor será tal confiabilidad. De ésta forma una tarea fundamental cuando se busca caracterizar y mejorar un proceso es aplicar la metodología del AMEF, con la idea de conocer mejor las debilidades (modos de falla potenciales) del producto o proceso y a partir de ahí generar soluciones a nivel proceso o rediseño de producto. Como se comentará adelante, las herramientas estadísticas serán de utilidad para establecer la frecuencia de fallas, los efectos y las causas más importantes y también de utilidad para decidir acciones para atender las mayores debilidades del producto o el proceso.

### **Análisis de modo y efectos de falla de proceso.**

Se usa para analizar los procesos de manufactura y ensamble. Se enfoca a la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende, un defecto. Los Modos de Falla pueden derivar de causas identificadas en el AMEF de Diseño.

### **Análisis de modo y efectos de falla de diseño.**

Se usa para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño.

También existen el análisis de modo de falla de concepto y de maquinaria, pero estos temas no serán abordados para este trabajo.

## 7.1.6.- CUANDO HACER UN ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA.

### Ciclo de vida del equipo.

El método recomendado para hacer un análisis de modo y efecto de falla está definido por el ciclo de vida del equipo. Las primeras etapas del ciclo de vida del equipo representan a región donde puede hacerse el más grande impacto a la confiabilidad del equipo. A medida que el diseño madura, se hace más difícil de alterar. Desafortunadamente, el tiempo, el costo, y los recursos requeridos para corregir el problema incrementan también. Hacia el final del diseño y el desarrollo del ciclo de vida, solo el 15% del costo de ciclo de vida es consumido, Pero aproximadamente el 95% del costos total de ciclo de vida ya han sido cerrados. Ver la siguiente grafica.

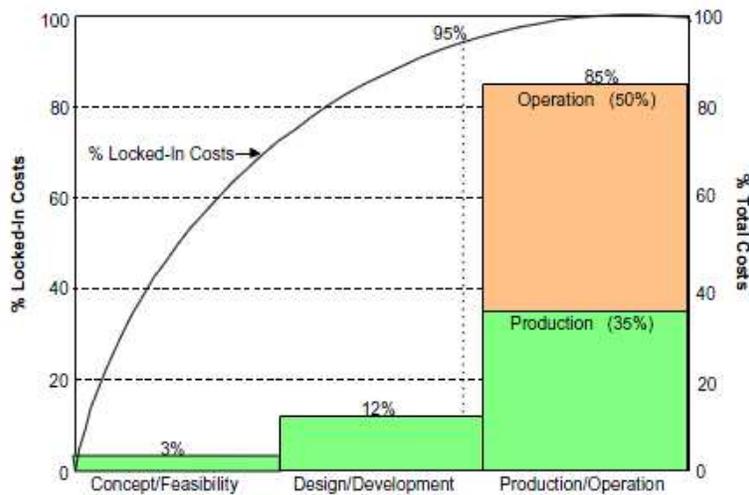


Figura 5.- Porcentaje de costos de ciclos de vida total vs los costos cerrados.

### Calidad total.

Bajo las siete categorías de herramientas de evaluación de la Calidad Total, el análisis de modo y efecto de falla es recomendada con la técnica de análisis de proceso, diseño de experimentos y el árbol de análisis de falla, como parte de la aseguración de la calidad que una empresa debería usar sistemáticamente para el control de la calidad total. Todos los indicadores de la administración de la calidad total y de la exanimación del ciclo de vida

nos dicen que el AMEF trabaja mejor cuando se hacen en las primeras etapas de planeación del diseño. Sin embargo, el AMEF es un proceso iterativo que debe ser actualizado continuamente como un programa de desarrollo.

#### **7.1.7.- QUIENES DEBEN DE HACER UN AMEF.**

El análisis de modo y efecto de falla debería ser iniciado por el ingeniero de diseño para conocer el equipo, y el ingeniero de sistemas para conocer su funcionamiento. Una vez que el AMEF inicial ha sido completado, un completo equipo de ingenieros debería participar en la revisión del proceso. El equipo revisara por consenso e identificarán las aéreas de alto riesgo que deban ser analizadas. Los cambios entonces son identificados y puestos en práctica para mejorar la confiabilidad del producto. El equipo debería estar conformado por:

- ❖ Administrador del proyecto.
- ❖ Ingeniero de Diseño.
- ❖ Ingeniero de pruebas.
- ❖ Ingeniero de confiabilidad.
- ❖ Ingeniero de calidad.
- ❖ Ingeniero de manufactura.
- ❖ Ingeniero de seguridad.

### **7.1.8.- COMO HACER UN AMEF.**

Dado que el AMEF se concentra en la identificación de los posibles modos de falla y sus efectos en el equipo, deficiencias de diseño pueden ser identificados y se pueden hacer mejoras. La Identificación de los modos de fallo potenciales lleva a una recomendación para un programa de confiabilidad eficaz. Las prioridades en los modos de falla se pueden establecer de acuerdo con el número prioritario de riesgo (RPN) del sistema. El proceso para hacer un AMEF consiste en la siguiente.

- ❖ Prerrequisitos para el AMEF.
- ❖ Diagrama de bloques funcional.
- ❖ Análisis de modo de falla y preparación de hojas de cálculo.
- ❖ Equipo de revisión.
- ❖ Acciones correctivas.

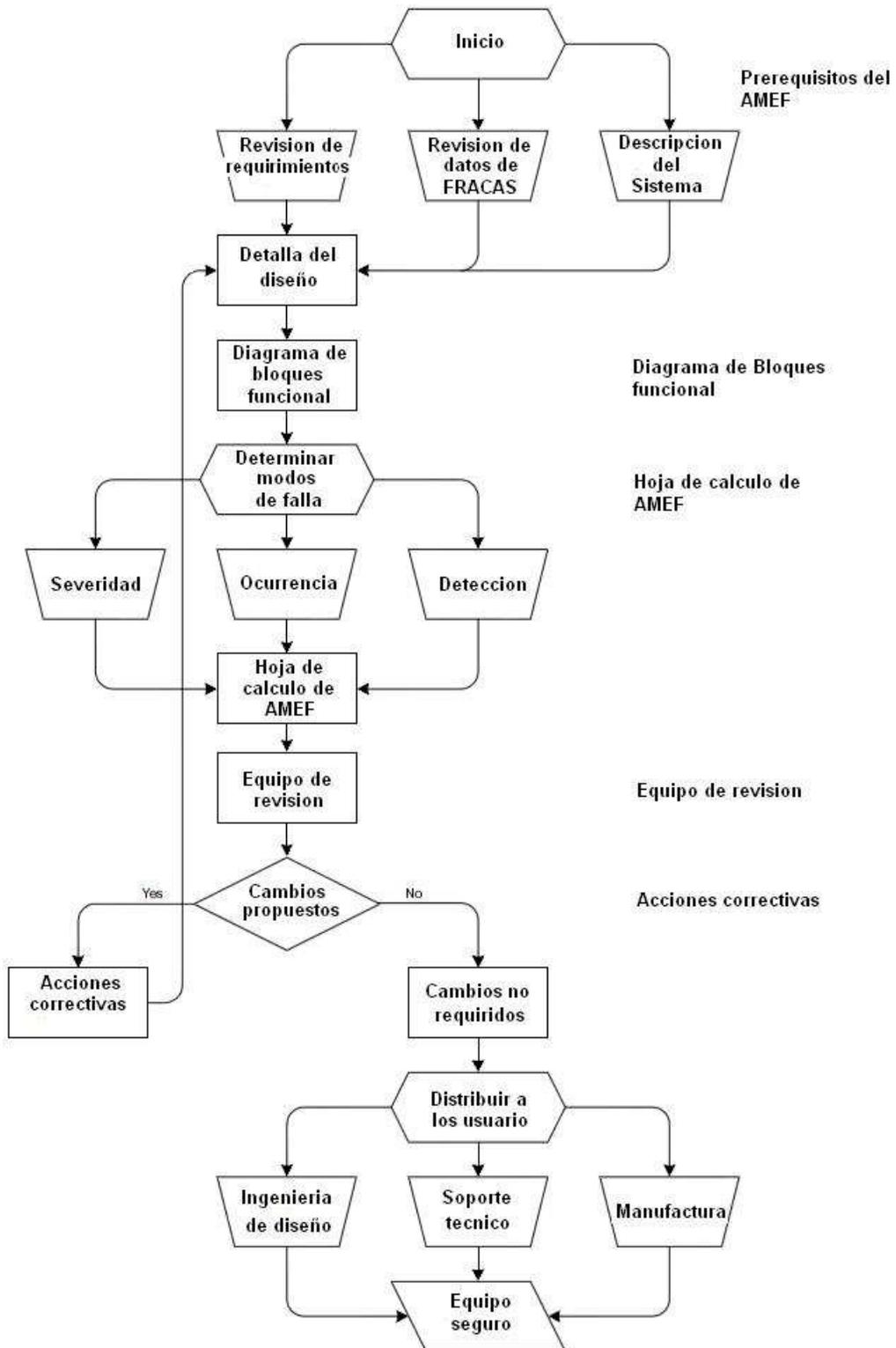


Figura 6.- Proceso de un AMEF.

### **7.1.8.1.- Prerrequisitos del AMEF.**

- a) Revise las especificaciones, el tipo de información necesaria para hacer el análisis incluye: configuración del equipo, diseño, especificaciones, y procedimientos de operación.
- b) Recolectar toda la información disponible que describe el equipo a ser analizado. La ingeniería de sistemas puede proveer un sistema de configuración, una interfaz de información, y otras funciones.
- c) Recopilar información sobre diseños anteriores o diseños similares, de los usuarios internos o de clientes, tal información puede ser diagramas de flujo o datos de confiabilidad y lista de acciones aprendidas dentro de la empresa. La información también puede ser recopilada con entrevistas al personal de diseño, personal de mantenimiento y expertos externos para reunir tanta información como sea posible.

La información anterior deberá proveer suficientes detalles del diseño para organizar la configuración del equipo para el nivel requerido de análisis.

### **7.1.8.2.- Diagrama de bloques funcional (FBD).**

Un diagrama de bloques funcional es usado para mostrar como las diferentes partes del sistema interactúan una con otra y verificar su ruta crítica.

El camino recomendado para analizar el sistema es separarlo en diferentes niveles (sistemas, subsistemas, subconjuntos, unidades reemplazables en el campo). Revisar esquemas y planos de ingeniería del sistema que muestren los diferentes subsistemas, conjuntos o partes que interactúen entre si y sus sistema de soporte como pueden ser el de alimentación eléctrica, desagüe, señales de actuación, flujo de datos, etc. Para entender el funcionamiento normal del sistema. Preparar una lista de todas las funciones del equipo antes de examinar los modos de falla potencial de cada una de estas funciones. Las condiciones de operación tales como temperatura, carga, presión y condiciones ambientales pueden ser incluidas en esta lista. En la figura se muestra un diagrama de bloque funcional.

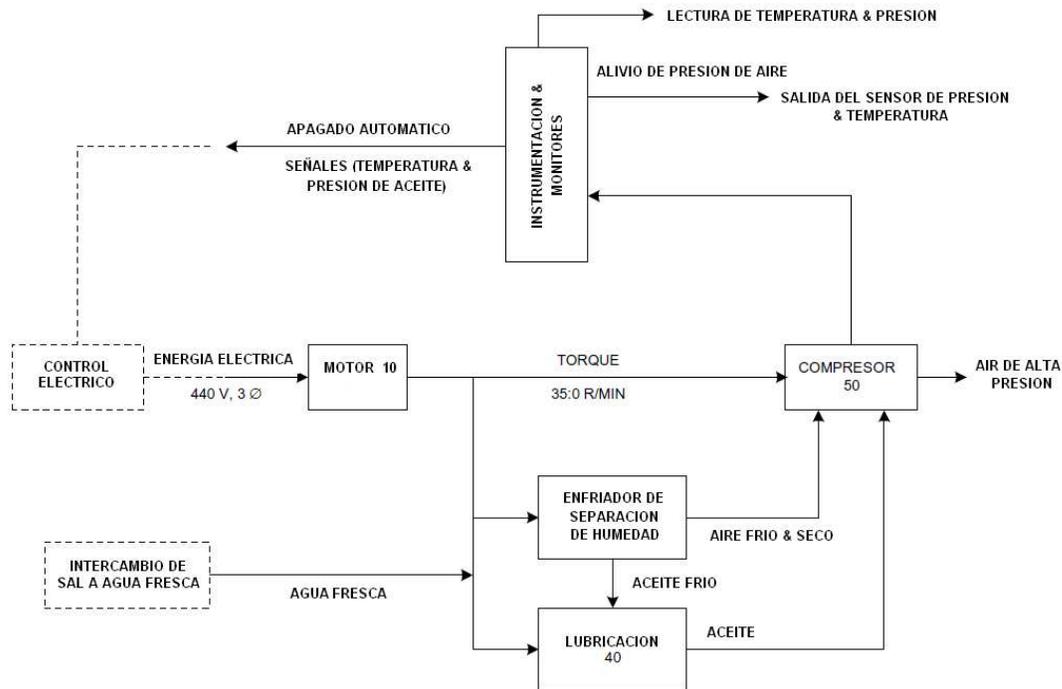


Figura 7.- Ejemplo de un diagrama de bloque funcional.

### 7.1.8.3.- Análisis de modo de falla y preparación de hojas de cálculo.

a) Determinar los modos de falla potenciales.

Póngase en el lugar del cliente final preguntándose usted mismo, ¿Qué puede salir mal?  
 ¡Suponga que si se puede! ¿Qué verán los operadores?

❖ Ejemplos de subconjuntos de modos de fallas.

Posición de carga mecánica fuera de tolerancia.

Múltiples reajustes.

Acabado de la superficie sin especificar.

❖ Ejemplos de conjuntos de modos de falla.

Torque inadecuado.

Superficie desgastada.

Interferencia.

- ❖ Ejemplos de modos de falla de proceso.

Dimensiones.

Agrietado.

Acabado inadecuado.

Agujerado.

Sin balance.

Poroso.

Superficie dañada.

- ❖ Ejemplo de modo de fallas en los componentes.

Ruidoso (defecto intermitente/transitorio)

El Centro de Análisis de Confiabilidad (RAC) ha elaborado un documento destinado exclusivamente para hacer frente a los mecanismos de fallo de un componente y la distribución de modo de fallo para los tipos de parte numerosas incluyendo semiconductores, componentes mecánicos y electromecánicos.

### **Determinar los efectos potenciales del modo de falla.**

Los efectos potenciales para cada modo de falla necesitan ser identificadas localmente (subconjunto) y globalmente (sistema). Por ejemplo, un efecto local del mal funcionamiento de una oblea controladora podría ser un rechazo de obleas, pero el efecto final podría ser un fallo del sistema resultante del tiempo de inactividad, pérdida de producto, etc. La satisfacción del cliente es la llave para determinar los efectos de un modo de falla. La seguridad es también por los niveles ambientales de seguridad y salud. Basados en esta información un grado de severidad es dado para determinar la criticalidad del modo de falla sobre el subconjunto para el efecto final.

A veces tendemos a pasar por alto los efectos de un fallo al centrarse en el subconjunto propio y no el efecto global sobre el sistema. El efecto final (global) del modo de falla es el que debe utilizarse para determinar el grado de severidad.

Determinar la causa potencial de la falla.

Las causas más probables asociadas a los modos de falla potenciales son:

- ❖ Operación del mantenimiento preventivo.
- ❖ Operación intermitente.
- ❖ Capacidad operativa.
- ❖ Otras condiciones únicas de fallo basadas en las características del sistema y las necesidades operacionales o de entorno.
- ❖ Causas de diseño.

Para cada modo de fallo, los posibles mecanismos y las causas de las fallas se encuentran en la hoja de cálculo. Este es un elemento importante del AMEF, ya que señala el camino a las acciones correctivas y preventivas. Por ejemplo, la causa del modo de falla “acabado de superficie sin especificación” podría ser “acabado de superficie inadecuado”. Otras causas por ejemplo del modo de falla “fuga externa excesiva” de una válvula podría ser “Corrosión bajo tensión como resultado una falla de la estructura”

Otras causas son de diseño como:

- ❖ Espesor de la pared.
- ❖ Tolerancia inadecuada.
- ❖ Cálculos de tensión inadecuados.

#### **7.1.8.4.- Determinar los controles actuales de detección de fallos**

Muchas organizaciones han diseñado criterios que ayudan a prevenir las causas de los modos de falla a través de sus pautas de diseño. Verificación de los dibujos antes de su liberación, y las revisiones prescritas del diseño son fundamentales para determinar el cumplimiento de las directrices de diseño.

Pregúntese: ¿Cómo detectar fallas? Algunos métodos de detección pueden ser a través de hardware, software, a nivel local, remoto o por el cliente. El mantenimiento preventivo es otra manera de reducir al mínimo la ocurrencia de fallas.

Los métodos de detección típicos pueden ser:

- ❖ Locales concurrentes con la operación de hardware.
- ❖ Aguas abajo o en un nivel superior.
- ❖ Función de prueba, de información en línea y fuera de línea.
- ❖ Tiempo de espera.
- ❖ Métodos Visuales.
- ❖ Alarmas.

Determinar los métodos de detección es solo la mitad de este ejercicio. La determinación de los métodos de recuperación es la segunda parte. Pregúntese: ¿Cómo el sistema se recuperara de la falla?

Los métodos de recuperación típicos son:

- ❖ Reintentar.
- ❖ Recargar y volver a hacerlo.
- ❖ Reparación y reinicio.

#### **7.1.8.5.- Determinar el número de prioridad de riesgo (RPN).**

El RPN es el indicador clave para determinar la adecuada acción correctiva sobre los modos de falla. El RPN se calcula multiplicando la severidad (1-10), la ocurrencia (1-10) y la clasificación de detección (1-10) que resulta en niveles de una escala de 1 a 1000.

$$\mathbf{RPN = Severidad \times Ocurrencia \times Detección.}$$

### 7.1.8.6.- SEVERIDAD

La severidad es una calificación que corresponde a la gravedad de un efecto de un modo de falla potencial. (Escala: 1-10. 1: ningún efecto sobre la producción, 5: efecto moderado, 8: efecto grave, 10: efectos peligrosos).

Effect	Criteria: Severity of Effect Defined	Ranking
Hazardous: Without Warning	May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and / or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur <b><u>WITHOUT</u></b> warning.	10
Hazardous: With Warning	May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and / or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur <b><u>WITH</u></b> warning.	9
Very High	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Vehicle / item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduced level of performance. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) may have to be scrapped (no sorting). Vehicle / item operable, but some comfort / convenience item(s) inoperable. Customers experience discomfort.	6
Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Vehicle / item operable, but some comfort / convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by most customers.	4
Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out-of-station. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by average customers.	3
Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but in-station. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers.	2
None	No effect.	1

Tabla 1.- Tabla de Severidad del AMEF

### 7.1.8.7.- 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. (Escala: 1-10. 1: Error de poco probable, 5: Error de vez en cuando, 8: alta de posibles averías, 10: ciertos fallos)

Probability of Failure	Possible Failure Rates	Cpk	Ranking
<b>Very High:</b> Failure is almost inevitable	1 in 2	< 0.33	10
	1 in 3	≥ 0.33	9
<b>High:</b> Generally associated with processes similar to previous processes that have often failed	1 in 8	≥ 0.51	8
	1 in 20	≥ 0.67	7
<b>Moderate:</b> Generally associated with processes similar to previous processes which have experienced occasional failures, but not in major proportions	1 in 80	≥ 0.83	6
	1 in 400	≥ 1.00	5
	1 in 2,000	≥ 1.17	4
<b>Low:</b> Isolated failures associated with similar processes	1 in 15,000	≥ 1.33	3
<b>Very Low:</b> Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150,000	≥ 1.5	2
<b>Remote:</b> Failure is unlikely. No failures ever associated with almost identical processes	1 in 1,500,000	≥ 1.67	1

Tabla 2.- Tabla de Ocurrencia del AMEF

### 7.1.8.9.- 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 el componente salgan de la localidad de manufactura o ensamble. (Escala: 1-10. 1: detectará fracaso, 5: puede detectar fallos, 10: casi seguro que no la detección de fallos)

<b>Detection</b>	<b>Criteria: Likelihood the existence of a defect will be detected by test content before product advances to next or subsequent process</b>	<b>Ranking</b>
<b>Almost Impossible</b>	Test content detects < 80 % of failures	10
<b>Very Remote</b>	Test content must detect 80 % of failures	9
<b>Remote</b>	Test content must detect 82.5 % of failures	8
<b>Very Low</b>	Test content must detect 85 % of failures	7
<b>Low</b>	Test content must detect 87.5 % of failures	6
<b>Moderate</b>	Test content must detect 90 % of failures	5
<b>Moderately High</b>	Test content must detect 92.5 % of failures	4
<b>High</b>	Test content must detect 95 % of failures	3
<b>Very High</b>	Test content must detect 97.5 % of failures	2
<b>Almost Certain</b>	Test content must detect 99.5 % of failures	1

Tabla 3.- Tabla de Detección del AMEF

Cuanto menor sea el RPN, mejor, por lo tanto, más grande es peor. Un análisis de Pareto se debe realizar sobre la base del RPN una vez que todos los posibles modos de falla, los efectos y causas, se han determinado. Si el RPN es alto le ayudará a proporcionar una justificación para adoptar medidas correctivas en cada modo de falla.

La generación del RPN permite al equipo de ingeniería centrar su atención en soluciones a los temas prioritarios en vez de tratar de analizar todos los modos de falla. Una evaluación de las mejoras se puede hacer de inmediato. Las prioridades se vuelven a evaluar de manera que la máxima prioridad es siempre el foco de mejora.

Por ejemplo, para un modo de fallo de:

SEV = 6 (principales)

OCC = 7 (no una vez al mes)

DET = 10 (ninguno)

El RPN es 420 (antes de realizar la acción correctiva).

Pero después de realizar las medidas correctivas, la RPN en el mismo modo de fallo se convierte en 48, la siguiente manera:

SEV = 6 (mayor-sin cambios)

OCC = 2 (no una vez cada 2 meses)

DET = 4 (mantenimiento preventivo en su lugar)

#### **7.1.8.10.- Preparación de una hoja de cálculo de AMEF.**

El formato para la realización de un AMEF debe contener los siguientes campos.

- ❖ Modelo.
- ❖ Nombre del proceso o producto.
- ❖ Numero de parte.
- ❖ Por quien fue hecho el formato.
- ❖ Nombre del responsable.
- ❖ Numero de página.
- ❖ Fecha de inicio.
- ❖ Fecha de revisión.

- ❖ Numero de operación.
- ❖ Descripción del proceso.
- ❖ Modo potencial de la falla.
- ❖ Efecto potencia de la falla.
- ❖ Causas potenciales de la falla.
- ❖ Controles actuales.
- ❖ Característica.
- ❖ Severidad.
- ❖ Ocurrencia.
- ❖ Detección.
- ❖ Numero de prioridad de riesgo (RPN).
- ❖ Acciones recomendadas.
- ❖ Fecha compromiso.
- ❖ Acciones tomadas.
- ❖ Severidad después de tomar acción.
- ❖ Ocurrencia después de tomar acción.
- ❖ Detección después de tomar acción.
- ❖ Numero de prioridad de riesgo.

Process or Product Name:		
Responsible:		

Prepared by:	Page ____ of ____
FMEA Date (Orig) (Rev)	_____

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken	SEV	OCC	DET	RPN	
What is the process step	What is the Key Process Input?	In what ways does the Key Input go wrong?	What is the impact on the Key Output Variables (Customer Requirements) or internal requirements?	How Severe is the effect to the	What causes the Key Input to go wrong?	How often does cause or FM occur?	What are the existing controls and procedures (inspection and test) that prevent eith the cause or the Failure Mode? <b>Should include an SOP number</b>	How well can you detect cause or FM?		What are the actions for reducing the occurrence of the Cause, or improving detection? <b>Should have actions only on high RPN's or easy fixes.</b>	Whose Responsible for the recommended action?	What are the completed actions taken with the recalculated RPN? <b>Be sure to include completion month/year</b>					0
				1		2		3	6								0
									0								0
									0								0
									0								0

Figura 8 .- Ejemplo de una hoja de cálculo de AMEF.



#### **7.1.8.11.- Equipo de Revisión.**

El equipo de ingeniería sugiere proporciona comentarios y opiniones las hojas de trabajo para examinar la mayor puntuación los diferentes modos falla basados en el RPN. Posteriormente, el equipo puede determinar qué posibles mejoras se pueden hacer mediante la revisión de las hojas de cálculo. Si el equipo de ingeniería descubre los problemas potenciales y/o identifica mejoras en el diseño, los diagramas de bloques deben ser revisados y las hojas de AMEF necesitan ser actualizadas para reflejar los cambios. Dado que el proceso de AMEF es un proceso iterativo, las hojas de trabajo deben reflejar los cambios hasta el diseño final de equipo. Cuando el diseño esté terminado, las hojas de trabajo se distribuyen a los usuarios, diseño de ingeniería, soporte técnico y de fabricación. Esto asegura que las mejoras recomendadas se aplican, en su caso. Las hojas de trabajo también pueden proporcionar información a las áreas de ingeniería que pueden no haber sido consciente de los problemas potenciales.

#### **7.1.8.12.- Determinar las acciones correctivas.**

##### **Ingeniería de diseño.**

La Ingeniería de diseño utiliza la hoja de cálculo completa de AMEF para identificar y corregir los posibles problemas relacionados con el diseño. Aquí es donde el AMEF se convierte en la base para la mejora continua. Las actualizaciones de software también se pueden realizar a partir de la información de hoja de cálculo.

##### **Soporte Técnico**

De las hojas de cálculo de AMEF, el equipo de ingeniería puede proponer un calendario basado en estadísticas de mantenimiento preventivo basado en la frecuencia y el tipo de falla. Una lista de repuestos de provisión también puede ser generada a partir de la hoja de cálculo.

## **Manufactura**

De las hojas de cálculo de AMEF, el equipo podría sugerir cambiar el proceso, optimizar las instalaciones, las pruebas de aceptación, etc. Esto se hace porque la sensibilidad del diseño es conocida y documentada. El AMEF prolifera la información de diseño tal como se aplica. El control estadístico de proceso en la planta de producción también puede ser ayudado por el uso del AMEF. El AMEF puede ser una manera de comunicar las deficiencias de diseño en la fabricación de los equipos. Si el equipo se fabrica tiene defectos de fabricación, ajustes inadecuados, o partes que están fuera de tolerancia, el AMEF hará visible el problema para el ingeniero de diseño. Estas cuestiones se relacionan con el diseño para fabricación. Esta es una manera eficaz que el AMEF se puede usar para afectar al diseño de fabricación desde muchos modos el falla de los orígenes del proceso de fabricación.

El siguiente diagrama de bloques nos muestra los pasos a seguir para poder hacer un AMEF.

Figura 10.- Diagrama de bloques para hacer un AMEF.

### **7.1.9.- 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.

A largo plazo: es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la 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.

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 vista fresco en la comprensión de las funciones de un sistema.

## **7.2.- RISK ASSESSMENT SCORING CHART**

El objetivo de este Mapa de Riesgo es la de calificar cada factor de riesgo, y proporcionar una visión general de los todos los riesgos relacionados con el producto.

Esto dará como resultado el poder definir el nivel del riesgo.

### **7.2.1.- USO DEL RISK ASSESSMENT SCORING CHART**

Los siguientes son pasos para aplicar esta herramienta:

1. Proporcione al formulario un único número, esto con propósito de trazabilidad.
2. Para cada elemento o sección evaluada, definir el nivel de riesgo, 1 (Bajo) a 4 (Muy Alto)
3. Definir el PESO apropiado para cada elemento o sección, procurar no hacerlo para ambos al mismo tiempo.
  - ❖ La definición del peso es al gusto de cada organización, o a su acomodo, recordando primero hacerlo de manera en la que se analizo el riesgo, (ejemplo: análisis cualitativo, véase figura 2, escala de probabilidad).
4. Multiplicar el nivel de riesgo por el PESO para cada elemento ó sección a evaluar, para obtener el “RESULTADO”.
5. Multiplicar el nivel máximo de riesgo por el PESO para obtener el máximo posible resultado para cada sección o elemento a evaluar.
6. Indicar “SI” ó ”NO” cuando sea necesario (recordando que pueden existir riesgos que se pueden aceptar), con el propósito de solo llenar el Mapa con los que se van a administrar.
7. Añadir los elementos o secciones evaluadas para compararlas con el máximo riesgo posible.

8. Defina rangos para catalogar si el riesgo es aceptable o no, definiendo previamente limites para cada ponderación (recordando, el análisis de riesgos, véase figura 2, escala de probabilidad), estos deben de ser bajo, medio, alto y muy alto.
9. Obtener el PRAS (Product Risk Assessment Scoring) que es quien indica si el riesgo es bajo, mediano, alto ,muy alto.

Un ejemplo de un Risk Assesment Scoring Chart se pude observar:

Product:		Risk level							No.001	
Product Risk Assessment (PRA)		1	2	3	4	weig. W <sub>ij</sub>	Result	Max. possible. /Re-sult	Risk register Yes No	
N° A	Safety Classification									
N° A.1	Safety classification process			3		2	6	8	Yes	
N° A.2	Classified part manufacturing	1				0,5	0,5	2		
N° A.3	Control of classified parts to customer requirements				4	1	4	4	Yes	
N° A.4	Customer Approval status	1				1	1	4		
Total Risk				3		4,5	11,5	18		
					R	5	12,7	20		M

Product Risk Assessment Scoring (PRAS) =	$R \times 20$	$11,5 \times 20$	=12,7
	M	18	

D VERY HIGH 15<R<20	C HIGH 11<R<15	B MEDIUM 11<R<7	A LOW 5<R<7
------------------------	-------------------	--------------------	----------------

The Risk leader agrees on the risk scoring		
Representative : Smith	Signature :	Date :

Figura 11.- Ejemplo de la aplicación del Risk Assesment Scoring Chart

### 7.2.2.-PASOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PRAS.

1. Obtener “Resultado” que se obtiene al multiplicar el nivel de riesgo del elemento por el PESO dado al elemento.

2. Obtener el máximo riesgo posible de cada elemento, este se obtiene multiplicando el nivel de riesgo más alto en el indicador, por el PESO de cada elemento.
3. Al final se suman todos los resultados, para obtener el PRAS de la sección, de esta forma lo comparamos con la escala, para observar que severo es el riesgo en esa sección y si se registra ó no.

<b>Risk Assessment</b>										
Proceso/ Process:					Fecha:					
Responsible/ Representative:					Rev.:					
Equipo/ Risk Analysis Team:										
Name		Charge		Name		Charge				
		Risk Level						Risk Register		
Risk Item Assessment		1 Low	2 medium	3 high	4 very high	<b>W</b> = Weighting	<b>R</b> = Result	<b>M</b> =Max Possible Result	Yes	No
Quality										
							0			
Total							0			
Final Costumer Satisfaction										
							0			
							0			
Human Resource										
							0			
							0			
On Time Delibery										
							0			
							0			
Improvement Activities										
							0			
							0			

Figura 12.- Ejemplo de un Risk Assesment Scoring Chart (Plantilla)

Después se pasa a acomodar en un mapa de riesgo, recordando solo usar los riesgos registrados, sin embargo entendiendo que los no registrados deben de monitorearse con el objetivo de que estas no se agraven.

Aquí se muestra un ejemplo de un mapa de riesgo, este mapa puede ser al gusto de la organización, haciendo esta herramienta más flexible.

RISK REGISTER												
Supplier _____ Site _____			Recovery Indicator _____		Product/Service-Supplier Criticality RAG _____			Supply Manager _____				
E	F	G		H	I	J	K	L	M	N	O	P
Risk Item No	Risk Title	Risk Description		Risk Impact	Risk Prob'ly	Risk Criticality	Risk RAG	Date Raised	Risk Owner	Action Plan	Plan Status	Status RAG
		Cause	Impact									

Estas son solo unas herramientas para poder administrar el riesgo, recordando que los mapas de riesgo llámense AMEF, Risk Assessment Scoring Chart, ó cualquier otra, como ejemplo de este se añade un ejemplo de Risk Assessment Scoring Chart para un servicio de metrología (Véase anexo 3).

## CAPITULO 8.- LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO EN LOS SERVICIOS DE METROLOGÍA

### 8.1.- ¿Que son los servicios de Metrología?

Para poder comprender que son los servicios metrologicos primero se debe de entender que es la metrología.

La Norma **ISO/IEC GUIDE 99:2007** “*International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*” define el término de metrología como:

“Ciencia del proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios conjuntos formados por un número y una referencia, que constituye la expresión cuantitativa de una propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia y que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud; y sus aplicaciones”

También esta norma la define de una forma sencilla la cual es:

“Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones”

NOTA: La metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos de las mediciones, cualesquiera que sean su incertidumbre de medida y su campo de aplicación.

Observando detalladamente la definición de Metrología entendemos que los servicios metrologógicos comprenden todos los que tengan que ver con las mediciones, estos comprenden los servicios de:

- Calibración, Asistencia técnica en la administración integral de programas de aseguramiento metrologógico de equipo de medición.
- Ajuste de instrumentos

- Diseño, instalación y puesta en operación de laboratorios de Metrología.
- Desarrollo de modelos matemáticos y software para la estimación de incertidumbre en mediciones.
- Desarrollo y fabricación de equipo de medición.
- Entrenamiento y capacitación especializada en Metrología

Dentro de los servicios los más comunes o requeridos son los de **calibración, medición y ajuste.**

La **ISO/IEC GUIDE 99:2007** define la calibración como:

“Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, Y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.”

NOTA 1 Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.

NOTA 2 Conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medida, a menudo llamado incorrectamente "autocalibración", ni con una verificación de la calibración.

NOTA 3 Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

Pero una forma más sencilla de esta definición es:

La **Calibración** de un instrumento es el acto de comparar las unidades fundamentales de medida del instrumento con otro instrumento, procediendo a su ajuste o expresando esta correspondencia por medio de tablas o curvas de corrección.

Esta comparación de instrumentos es capaz de dar una lectura más precisa del mismo estímulo medido y que ha sido comparado con un instrumento más preciso.

Esta cadena cada vez más estricta de comparaciones está sujeta a organismos nacionales o internacionales.

También la **ISO/IEC GUIDE 99:2007** define el **ajuste** como un:

“Conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que proporcione indicaciones prescritas, correspondientes a valores dados de la magnitud a medir”

NOTA 1 Diversos tipos de ajuste de un sistema de medida son: ajuste de cero, ajuste del offset y ajuste de la amplitud de escala (denominado también ajuste de la ganancia).

NOTA 2 No debe confundirse el ajuste de un sistema de medida con su propia calibración, que es un requisito para el ajuste.

NOTA 3 Después de su ajuste, generalmente un sistema de medida debe ser calibrado nuevamente.

Pero simplemente el **ajuste** es una operación destinada a llevar un instrumento de medida a un estado de funcionamiento conveniente para su utilización, y por conveniente se debe de entender que solo para el uso que se le quiera dar. (Ejemplo: ajustar un vernier para medir engranes o para medir la longitud de un ladrillo, el ajuste es muy diferente ya que para el engrane se requiere muchísimo mas ajuste que para un ladrillo.)

Y la **medición** como él:

“Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud”

NOTA 1 Las mediciones no son de aplicación a las propiedades cualitativas.

NOTA 2 La medición supone una comparación de magnitudes, e incluye el conteo de entidades.

NOTA 3 Una medición supone una descripción de la magnitud compatible con el uso previsto de un resultado de medida, un procedimiento de medida y un sistema de medida calibrado conforme a un procedimiento de medida especificado, incluyendo las condiciones de medida.

La **medición** simplemente es obtener la determinación de la proporción entre la dimensión o suceso de un objeto y una determinada unidad de medida. La dimensión del objeto y la unidad deben ser de la misma magnitud. Una parte importante de la medición es la estimación de error o análisis de errores.

## **8.2.- ¿Por qué es importante calibrar, ajustar y medir?**

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza y se refleja tanto en el diseño como en la calidad del producto. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración, medición y ajuste.

La correcta calibración de los equipos proporciona la seguridad de que los productos o servicios que se ofrecen reúnen las especificaciones requeridas. Cada vez son más numerosas las razones que llevan a los fabricantes a calibrar sus equipos de medida, con el fin de:

- Mantener y verificar el buen funcionamiento de los equipos
- Responder a los requisitos establecidos en las normas de calidad
- Garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las medidas

### **8.3.- EL RIESGO EN LOS SERVICIOS DE METROLOGÍA**

Una vez entiendo en que se pueden basar los servicios de metrología se tienen que empezar a buscar los posibles riesgos en estos servicios.

En los servicios de metrología el riesgo se divide en 2 factores

1. Confiabilidad de los resultados
2. Tiempo de respuesta

Algunos ejemplos de riesgos posibles en un laboratorio de metrología.

#### **Envío de equipos por los clientes:**

1. Equipos dañados de los clientes
2. equipos sin manuales y accesorios
3. equipos sucios (no esté especificado dentro de la calibración)
4. equipos sin identificación de origen
5. información incompleta sobre qué puntos o intervalos a calibrar.
6. magnitudes diferentes a las acreditadas (contratados)
7. entrega de equipo a otras aéreas o personas (recepción)

#### **Atención a clientes**

8. Inspección deficiente de los equipos (falta de accesorios, manuales y conexiones):
9. No especifican a nombre de quien se emite el informe
10. Falta de datos en la orden de servicio (incompleta)
11. Retraso del procesamiento de la orden de servicio y entrega de los equipos a los laboratorios.
12. Falta coordinar los tiempos de entrega con los laboratorios.
13. Falta de comunicación con el clientes para dar seguimiento
14. Almacenamiento y resguardo de los equipos.

## **Laboratorio**

15. En la recepción en el laboratorio -inspección deficiente de los equipos (falta de accesorios, manuales y conexión
16. Vicios ocultos en los equipos, que se ven solamente en la calibración.
17. Falta de comunicación con el clientes
18. Retraso en la atención de las órdenes de servicio.
19. Comunicación con ventanilla de la disponibilidad de patrones.
20. Comunicación con ventanilla sobre carga de trabajo
21. Falta de insumos (gas. Alcohol, etiquetas, hojas foliadas, copadoras, etc.)
22. Calibraciones erróneas
23. Daños y desajustes de patrones
24. Patrones únicos
25. Habilidad del personal para calibrar.
26. Infraestructura
27. Equipo de computo
28. Programas informáticos
29. Condiciones ambientales.
30. Patrones vencidos
31. Perdida de la acreditación en alguna magnitud
32. Proveedor único
33. Errores en los informes, datos de la empresa, instrumentos, patrones etc.

Aun así se debe de tomar en cuenta que pueden existir más riesgos que los enumerados, entendiendo que no existe ningún documento o manual que explique o muestre los riesgos en los procesos, estos se deben de obtener de la experiencia, del personal mas calificado así como los mismos dueños de los procesos, en el caso de los servicios metrológicos de los ingenieros de proyecto más experimentados, ya que al llevar tanto tiempo realizando el proceso saben que es lo que puede fallar, entendiendo que siempre van a existir riesgos, y que el objetivo es mitigarlos y controlarlos.

#### **8.4.- BENEFICIOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO**

- ❖ Aumentar la probabilidad de lograr los objetivos de Fomentar una gestión proactiva
- ❖ Ser consciente de la necesidad de identificar y tratar los riesgos en toda la organización
- ❖ Mejorar la identificación de las oportunidades y amenazas
- ❖ Cumplir con las exigencias legales y reglamentarias y las normas internacionales
- ❖ Mejorar los informes financieros
- ❖ Mejorar la gobernanza
- ❖ Mejorar la confianza de los interesados y la confianza
- ❖ Establecer una base confiable para la toma de decisiones y la planificación de
- ❖ Mejorar los controles
- ❖ Efectivamente asignar y utilizar recursos para el tratamiento del riesgo
- ❖ Mejorar la eficacia y eficiencia operativa
- ❖ Mejorar la salud y de seguridad, así como la protección del medio ambiente
- ❖ Mejorar la prevención de pérdidas y de manejo de incidentes
- ❖ Reduzca al mínimo las pérdidas
- ❖ Mejorar el aprendizaje organizacional
- ❖ Mejorar la capacidad de resistencia de la organización.

Esta tesina puede aplicarse a cualquier organización, publica ó privada, asociación, grupo o individuo. Este documento será de utilidad para:

- ❖ Los responsables de la aplicación de la gestión del riesgo dentro de sus organizaciones.
- ❖ Aquellas personas que necesitan para garantizar que una organización gestiona el riesgo.
- ❖ Aquellos que necesitan para evaluar una organización de las prácticas en la gestión de riesgo.
- ❖ Los desarrolladores de los estándares, guías de procedimientos y códigos de prácticas relativos a la gestión del riesgo.

## CONCLUSIONES

Mediante la realización del presente documento, se establece la gran importancia y el alcance de los beneficios que puede proporcionar la Administración del riesgo, así como las herramientas de gestión del riesgo (dígase Análisis de Modo y Efectos de Falla Potencial o Risk Assessment Scoring Chart) sean diseñada o no, para examinar todas las formas en que un producto, servicio y/o proceso pueda fallar; además se hace una revisión de las posibles acciones que se puedan tomar para minimizar la probabilidad de falla y el efecto de la misma.

Dado que para la mayoría de los productos y procesos no es económico llevar a cabo una Administración del Riesgo, aun así esta es necesaria para lograr el aseguramiento de la calidad, además de que cada vez más las industrias lo requieren como un requisito para poder simplemente considerar si es conveniente ó no que se pida una orden de producción ó de servicio, se tiene que tener una cultura de la prevención, necesaria para la realización de los proyectos, la mejora continua y el .

Aunque la Administración del riesgo es muy valiosa como una técnica de advertencia temprana, la prueba definitiva viene dado por el uso del producto ó servicio por parte del cliente. Sin embargo la experiencia de campo, ó retorno del cliente llega demasiado tarde, y es aquí donde resalta la importancia de que se tenga una Administración del Riesgo para que las empresas que lo ejecuten puedan simular el proceso para creación de sus productos y servicios, para observar posibles problemas que debieran de enfrentar para así ayudar a lograr el aseguramiento de la calidad al cliente el cual es el enfoque todas las organizaciones.

## DOCUMENTOS APLICABLES

Si se desea tener más información sírvase de buscar en los siguientes normas que son más importantes para la administración del riesgo:

- ❖ ISO/IEC ISO/FDIS 31000:2009 Risk management -- Principles and guidelines
- ❖ ISO/IEC Guide 73:2002 Risk Management — Vocabulary — Guidelines for use in standards
- ❖ ISO/IEC Guide 51:1999 Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards
- ❖ ISO 17776:2000 Petroleum and natural gas industries — Offshore production installation — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment
- ❖ CSA CSA Q 850:1997 Risk Management Guidelines for Decision Makers
- ❖ SAE ARP9134 Supply Chain Risk Management Guide
- ❖ SAE AS 9100 Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations

## BIBLIOGRAFÍA

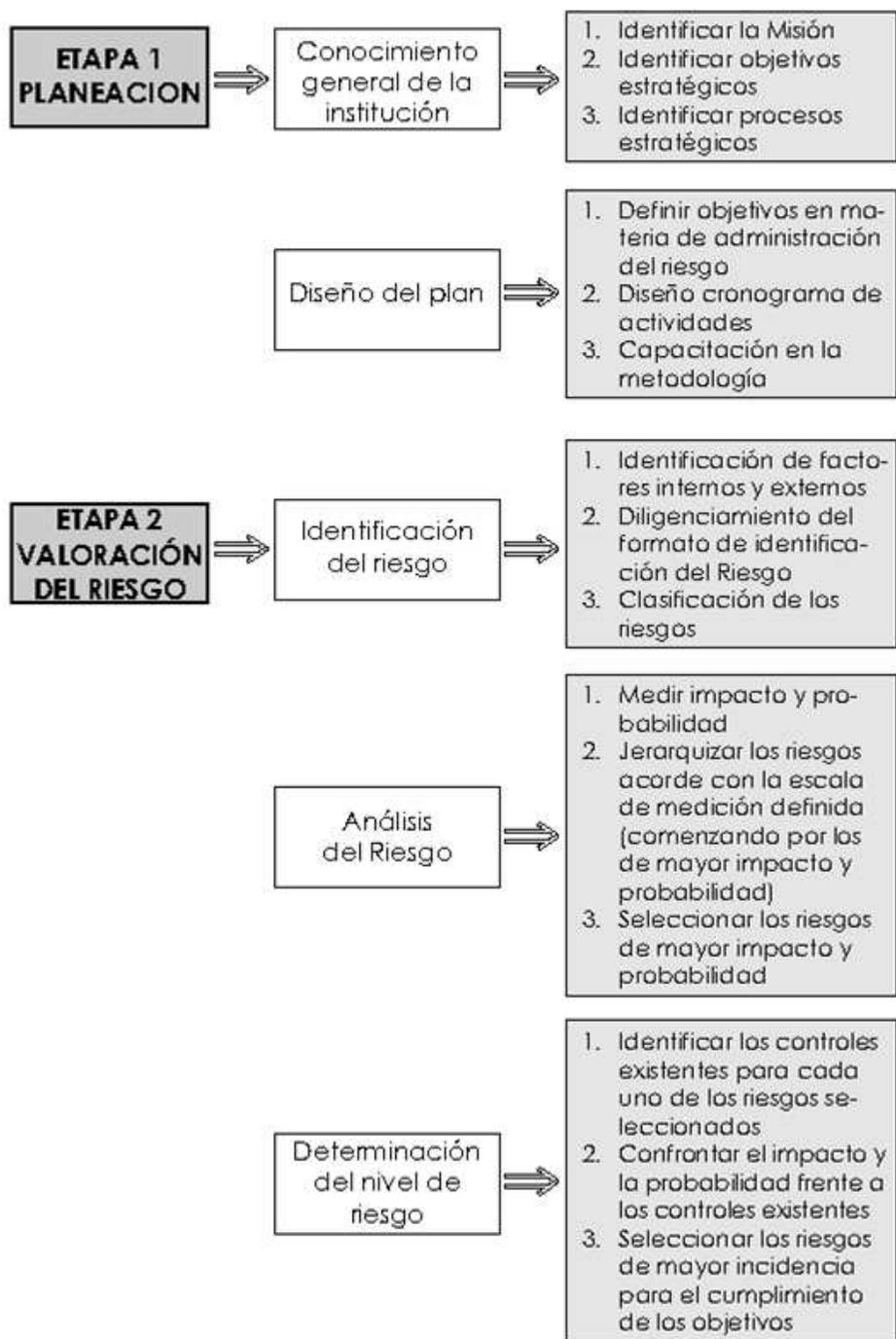
- SAE ARP9134 Supply Chain Risk Management Guide
- SAE AS 9100 Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations
- ISO/IEC ISO/FDIS 31000:2009 Risk management -- Principles and guidelines
- Guía de la administración del riesgo ISBN: 958-8125-45-8
- ISO/IEC GUIDE 99:2007 “International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)”
- CORE TOOLS HANDBOOK AMEF
- Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Guide for Continuous Improvement for the Semiconductor Equipment Industry SEMATECH Technology Transfer #92020963B-ENG.
- SEMATECH, Guidelines for Equipment Reliability, Austin, TX: SEMATECH, Technology Transfer #92039014A-GEN, 1992
- SEMATECH, Partnering for Total Quality: A Total Quality Tool Kit, Vol. 6, Austin, TX: SEMATECH, Technology Transfer #90060279A-GEN, 1990, pp. 16–17
- MIL-STD-1629A, Task 101 “Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis,” 24 November 1980.
- <http://www.quality-one.com/services/fmeaES.php>
- <http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/manamedavid.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos6/amef/amef2.shtml#conclu>
- PMI. 1996. Guía al cuerpo de conocimientos de la administración de proyectos. (pmbok). USA
- Bobadilla Díaz, P., Del Águila Rodríguez, L. y Morgan, M. de la L. (1998). Diseño y *evaluación de proyectos* de desarrollo.

## ANEXOS

### ANEXO 1.- Proceso para administrar el riesgo de acuerdo a la ISBN 958-8125-45-8

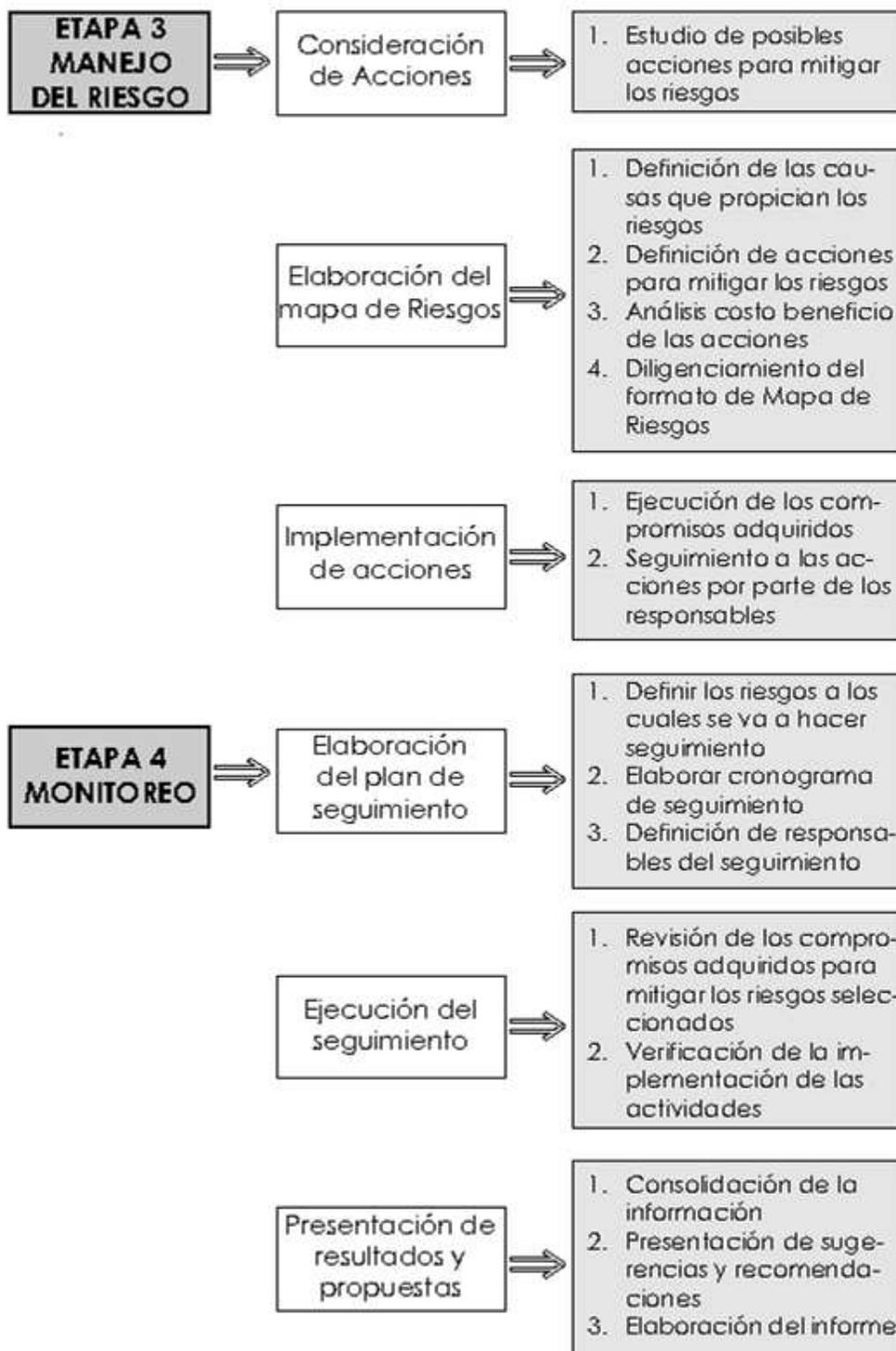
#### DIAGRAMA PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

##### LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO



## DIAGRAMA PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

### LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO



## ANEXO 2.- Ejemplo de una Herramienta para la gestión del riesgo (Diseñada para servicios de Metrología)

Instrucciones para calcular la valoración del Riesgo.

### 1. Determinar la probabilidad de ocurrencia del evento (Pr).

Pr	Factor
0.7	El riesgo se define tal cual el enunciado de la lista de factores sealados en el "instructivo de analisis de riesgos" (5.1).
0.5	El riesgo es parecido a el enunciado de la lista de factores sealados en el "instructivo de analisis de riesgos" (5.1).
0.2	El riesgo es lo opuesto a la lista de factores sealados en el "instructivo de analisis de riesgos" (5.1). con cambios menores.
0	El riesgo es exactamente lo opuesto a el enunciado de la lista de factores sealados en el "instructivo de analisis de riesgos" (5.1)

### 2. Determinar el impacto del riesgo (Ir).

Formula:  $I_r = 0.4 I_p + 0.2 I_c + 0.4 I_s$

Impacto del Riesgo	I <sub>p</sub> (especificaciones)	I <sub>c</sub> (costos)	I <sub>s</sub> (tiempo de entrega)
0.1	Pequeña variación en las especificaciones técnicas de los clientes.	Costos representan menos del 5% del presupuesto	Impacto menor en la fecha de entrega o en el cronograma del proyecto.
0.3	Algunas variaciones en las especificaciones técnicas de los clientes.	Costos representan entre 5 y 15% del presupuesto.	La fecha de entrega se desplaza 1 día.
0.5	Las especificaciones técnicas pueden no ser cumplidas	Costos representan entre 15 y 30% del presupuesto.	La fecha de entrega se desplaza entre 2 y 3 días.
0.7	Las especificaciones técnicas no son cumplidas	Costos representan más del 30% del presupuesto.	La fecha de entrega se desplaza entre 2 y 3 días.

### 3. Determinar la severidad del riesgo (Sr).

Formula:  $S_r = (Pr + Ir) / 2$

### 4. La valoración del riesgo se determina de acuerdo al resultado de la severidad (Sr).

	Valoración
de 0.1 a 0.3	BAJO
de 0.3 a 0.6	MODERADO
mas de 0.6	ALTO

DESCRIPCION		ANALISIS DE RIESGO						VALORACION		PLAN DE MITIGACION						
Tipo de Riesgo (2)	Descripcion del Riesgo (3)	Descripcion del Impacto (4) (consecuencias)	Ocurrencia (Pr) (5)	Impacto Especificacion	Costos	Tiempo entrega (6)	Impacto (Ir) (6)	Severidad (Sr) (7)	Valoracion del Riesgo	Controles existentes (8)	Criterio (9)	PLAN DE MITIGACION (accion preventiva)	Responsable de la accion Preventiva	Fecha de Compromiso de acciones preventivas.	Fecha de Cierre de acciones preventivas.	Accion Correctiva
COSTO DE VENTA vs PRESUPUESTO PRESENTADO AL CLIENTE; incluir factores del entorno como tipo de cambio y servicios baratos por la competencia	Servicio prestado al sector Gubernamental y no se autorice los costos presentados.	Pérdida de liquidez, por depender del sector Gubernamental.	1.00	0.3	0.30	0.30	0.30	0.65	ALTO							
	Servicios economicos otorgados por competidores.	No alcanzar la meta economica.					0.00	0.00								
TIEMPO COMPROMISO VS TIEMPO DE ENTREGA COMPROMETIDO AL CLIENTE; Considerar cargas de trabajo con misma fecha de entrega.	Tener proyectos que demanden tiempo excesivo para su atencion y se tenga poca gente que calibre.	Incumplimiento en tiempos de entrega y/o errores en los resultados de las calibraciones.					0.00	0.00								
	Aceptar servicios sin tener la capacidad instalada en equipo o personal.	No entregar en tiempo y se puede tener entregar informes con errores en datos generales o en los resultados.					0.00	0.00								

FINANCIEROS

### ANEXO 3.- Ejemplo de RISK ASSESMENT SCORING CHART

<b>Risk Assessment</b>
------------------------

Proceso/ Process:	Servicio Tecnológico Calibración	Fecha:	21/05/2010
Responsable/ Representative:		Rev.:	0

Equipo/ Risk Analysis Team:

Name	Charge	Name	Charge

Risk Item Assessment	Risk Level				W = Weighting	R = Result	M = Max Possible Result	Risk Register	
	1 Low	2 medium	3 high	4 very high				Yes	No

Required Quality Product	1 Low	2 medium	3 high	4 very high	W = Weighting	R = Result	M = Max Possible Result	Yes	No
Información técnica para la calibración (datos técnico incompletos, método, captura en sistema)				4	3	12	12		
Manipulación e identificación de equipos de clientes (ventanilla-Lab-Ventanilla) <i>(Perdida de equipo, identificación marcado dañado)</i>				4	5	20	20		
Calibración de Patrones de patrones y equipo				4	5	20	20		
Resultado de Calibraciones o Mediciones (Norma, Método, Guías que no fueron aplicados correctamente, mal calibrado).				4	5	20	20		
Condiciones ambientales				4	5	20	20		
Insumos criticos <i>(incumplimiento a requisitos)</i>				4	5	20	20		
Matenimiento de instalaciones				4	5	20	20		
Disponibilidad de Energeticos				4	5	20	20		
Control de contrataciones y subcontrataciones				4	5	20	20		
<b>Total</b>					43	172	172	M	
					R	164.36	180		

Unacceptable				Acceptable			
VH		H		M		L	
180	136	135	91	90	46	45	0

Calificacion del Peso( Weight)	
1	Affect process management not significant to quality product
2	Affect process management and indirectly the quality product
3	Affect procees management and directly the quality product
4	Affect process management, product and indectly the client satisfaction
5	Affect process management, product and customer satisfaction