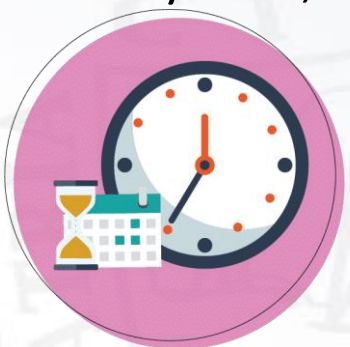


## Análisis de Modo y Efecto de las Fallas

# Reglas durante la clase

- Por respeto a todos nosotros agradecemos, tener sus celulares en silencio o vibrador y salirse a contestar sus llamadas con la finalidad de no interrumpir el desarrollo de la reunión.
- Para hablar, pedir la palabra para evitar interrumpir a quien tenga la palabra en ese momento.
- No acumular dudas, en caso de tener alguna pregunta o si algo no está quedando claro, tratar de preguntar a la brevedad posible para que sea atendido y aclarado antes de continuar avanzado con el tema.
- En clase presencial, el uso de cubrebocas durante la clase es obligatorio y deberá de cubrir completamente nariz y boca, en caso de estornudar o toser deberá de hacerlo SIN retirarse el cubrebocas y procurando toser en el ángulo interno de su codo.



# OBJETIVO



- Comprender la importancia de aplicar el análisis de modo y efecto de falla a un proceso.
- Mediante un AMEF, identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales de un proceso.
- Describir cada una de las actividades a realizar para hacer un AMEF bien estructurado y eficaz.
- Conocer las diversas características de un AMEF efectivo.

# TEMARIO

INTRODUCCIÓN

AMEF (proceso)

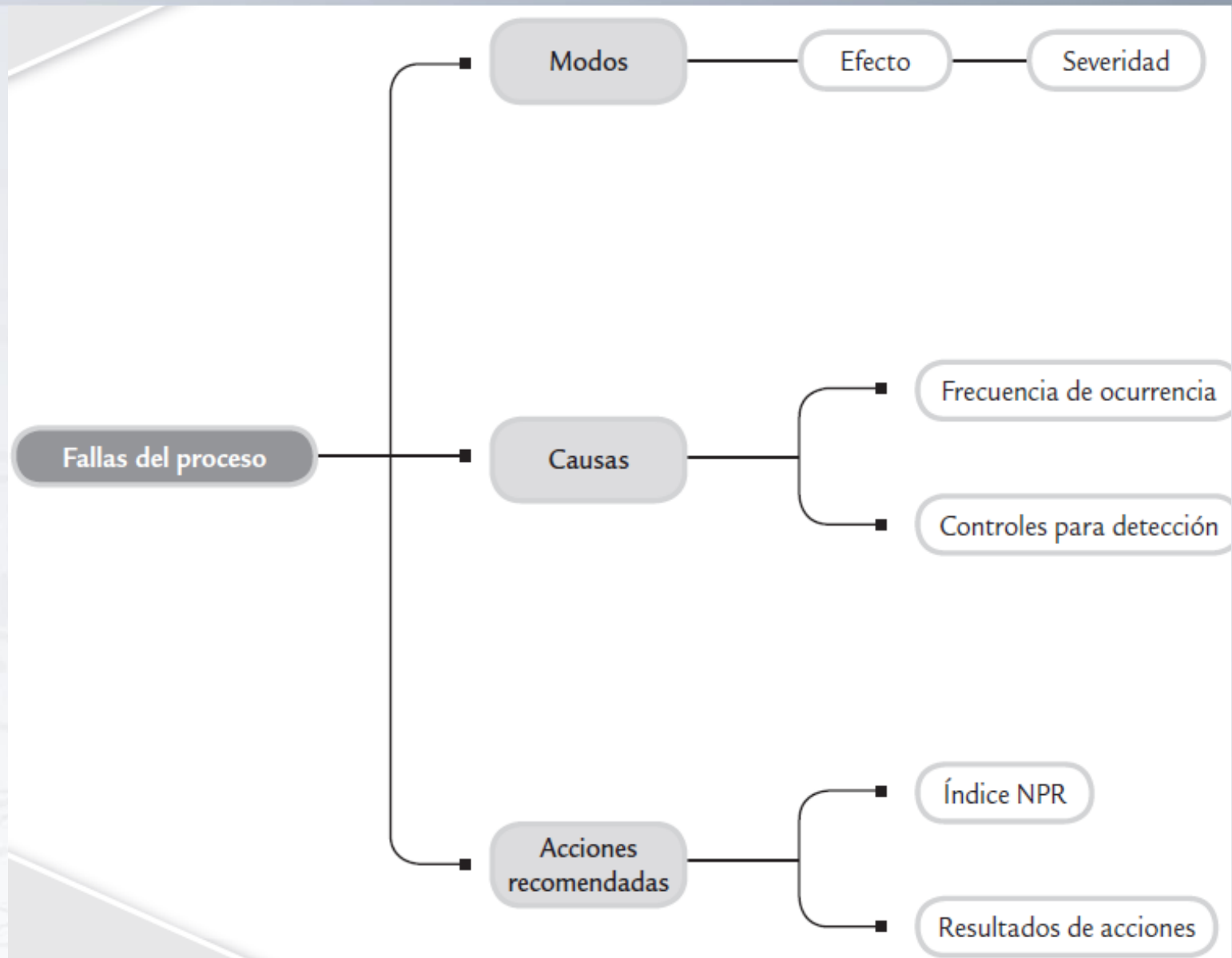
Formato

Formato (llenado encabezado A-H)

Formato (llenado cuerpo a-n)



# INTRODUCCIÓN





# INTRODUCCIÓN

La metodología del *análisis de modo y efecto de las fallas* (AMEF, FMEA, *Failure Mode and Effects Analysis*); permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que vulneran más la confiabilidad del producto o el proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas.



La aplicación estándar de esta metodología se basa en el manual desarrollado para la industria automotriz por Chrysler, Ford y GM.

# INTRODUCCIÓN

AMEF  
de Diseño

AMEF  
de Proceso

MSR  
(Monitoring and  
System Response)

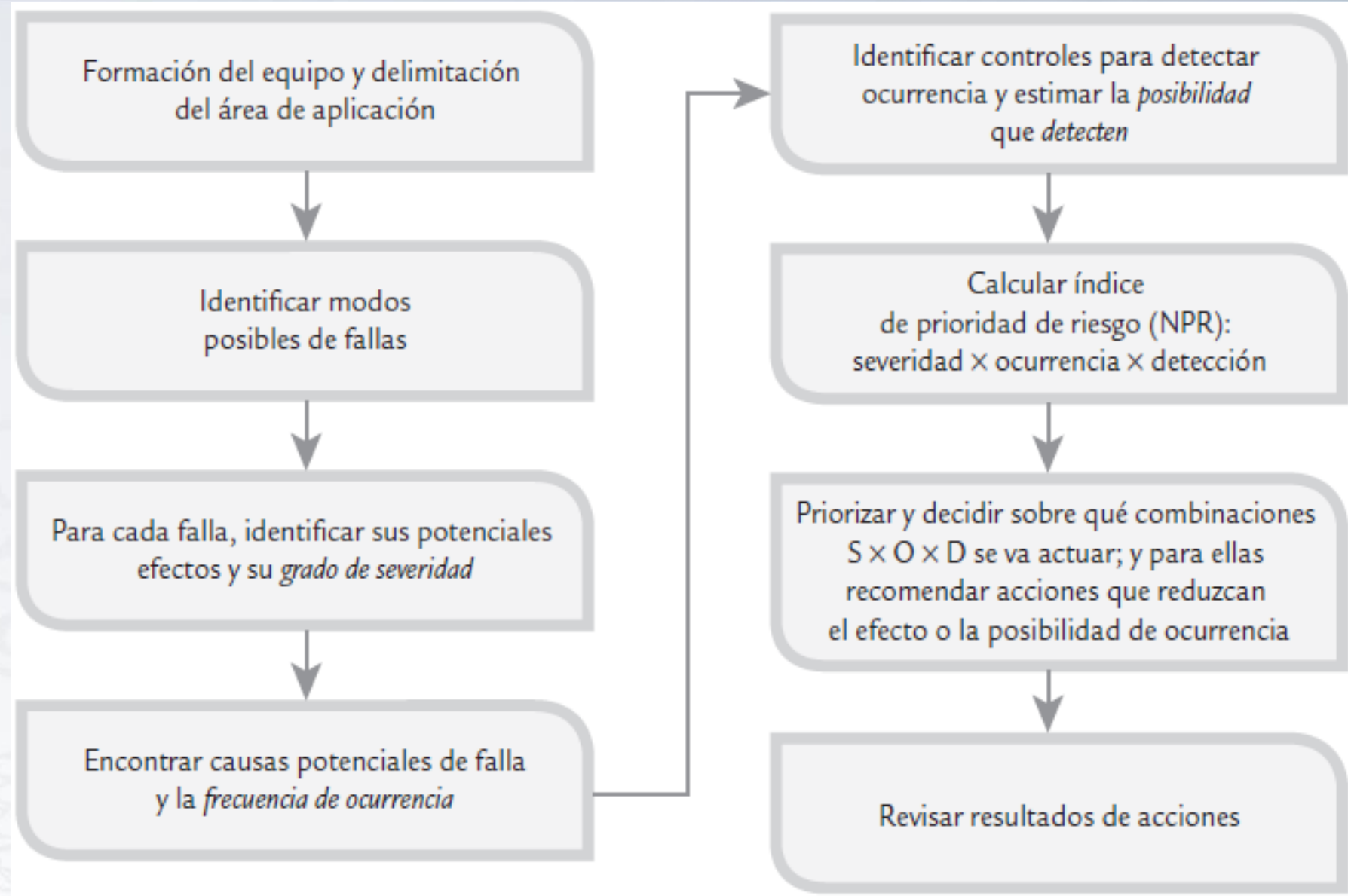
Aplicar AMEF a procesos y productos se ha vuelto una actividad casi obligada en muchas empresas. AMEF es una metodología analítica utilizada para asegurar que los **problemas potenciales** han sido considerados y analizados a lo largo del diseño del producto y el proceso.

Cada AMEF debe asegurar que se da la atención a cada componente del producto o el proceso.



A los componentes críticos se les debe dar alta prioridad.

# AMEF (proceso)





# FORMATO

<b>ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS (PROCESO)</b>		
Artículo _____ <b>B</b>	Responsable del proceso _____ <b>C</b>	AMEF número _____ <b>A</b>
Modelo/Año(s)/ Programas _____ <b>D</b>	Fecha clave _____ <b>E</b>	Página _____ de _____
Equipo principal _____ <b>G</b>		Preparado por _____ <b>H</b>
		Fecha AMEF (Original) _____ <b>F</b>

Etapas/función del proceso/ requerimientos	Modo potencial de falla	Efecto(s) potenciales de la falla	Severidad	Clasificación	Causa(s) potenciales de la falla	Proceso actual				NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha compromiso	Resultados de acciones						
						Controles preventivos	Ocurrencia	Controles de detección	Detección				Acciones tomadas, y fecha de finalización	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR		
a	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	-	-	-	n	-	-

# FORMATO (llenado encabezado A-H)

## (A)

Aquí se deberá anotar el código o número de registro que se utiliza para identificar el documento del AMEF (rastreable) y en la parte baja del campo A, en página\_\_de\_\_; anotar el número consecutivo correspondiente a la página en la que se trabaja junto con el número total de hojas que completan el AMEF.

## (B)

Anotar el nombre y número del sistema, subsistema o componente para el cual corresponde el análisis del proceso que se está haciendo.

## (C)

Escribir el nombre de la organización, departamento o grupo que es responsable del diseño del proceso bajo análisis. Si aplica, también anotar el nombre de la empresa proveedora.

## (D)

Registrar el año y programa del modelo del producto que se usará o será afectado por el proceso que se analiza (si es conocido).



# FORMATO (llenado encabezado A-H)



(E)

Escribir la fecha obligatoria en que se debe terminar este AMEF, ya sea por la fecha de inicio de la producción o por una meta en tiempo que el equipo decida imponerse.

(F)

Si ya se ha hecho antes un AMEF sobre este proceso, anotar tanto la fecha del primer AMEF como la fecha de la última revisión formal.

(G)

Registrar los miembros del equipo que tienen la responsabilidad de desarrollar el AMEF. El AMEF es desarrollado y actualizado por un equipo, típicamente multidisciplinario.

Se espera que en el desarrollo del AMEF se involucre a las áreas afectadas.

(H)

Anotar el nombre e información de contacto del líder o responsable de preparar el AMEF.

# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

(a)

Etapa. Registrar la identificación de la etapa del proceso u operación que está siendo analizado; como usualmente se identifica en el diagrama del correspondiente proceso. Pueden incluirse las operaciones de reparación o retrabajo.

En cuanto a la función del proceso, se debe dar una descripción breve de la función de cada etapa u operación del proceso analizado.

En relación con los requerimientos hacer una lista de los requerimientos o entradas de las etapas del proceso considerado.

Si hay muchas entradas o requerimientos, alinear estos con los correspondientes modos de falla registrados en el formato AMEF.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

(b)

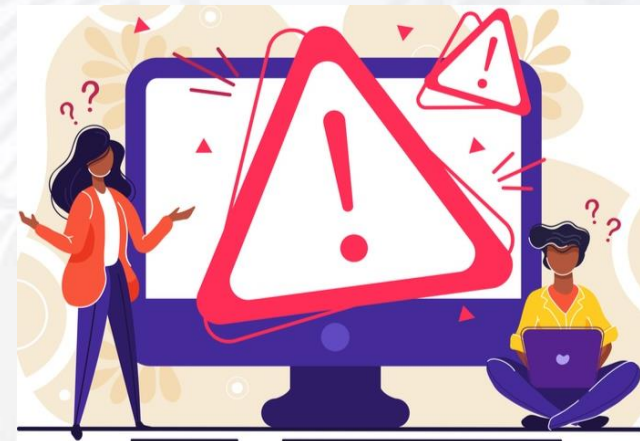
Es la manera en la que el proceso (sistema, componente) puede fallar en el cumplimiento de requerimientos. En esta etapa es preciso anotar todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia. El analista debe ser capaz de **contestar las siguientes preguntas:**

- ¿Cómo el proceso puede fallar en su desempeño o en el cumplimiento de especificaciones?
- Independientemente de las especificaciones de ingeniería, ¿qué consideraría un cliente como objetable?

Una revisión de procesos similares, reportes de problemas de calidad y de las quejas de clientes, así como AMEF previos sobre procesos similares son un buen punto de partida para hacer esa detección.

**Los modos o formas de falla típicos son:**

- Abertura inadecuada • Contracción por tratamiento térmico • Corto circuito • Daño por manejo • Falla del material • Herramental incorrecto • Herramienta desgastada • Lubricación inadecuada • Operación faltante • Medición inadecuada • Parte dañada • Falta de lubricación • Sistema de control inadecuado • Sobrecalentamiento • Velocidad incorrecta • Fuera de tolerancia





# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

(c)

Se definen como los efectos potenciales del modo de falla.

Este efecto negativo puede darse en el proceso mismo, sobre una operación posterior o sobre el cliente final.

Suponiendo que la falla ha ocurrido, se deben describir todos los efectos potenciales de los modos de falla señalados.

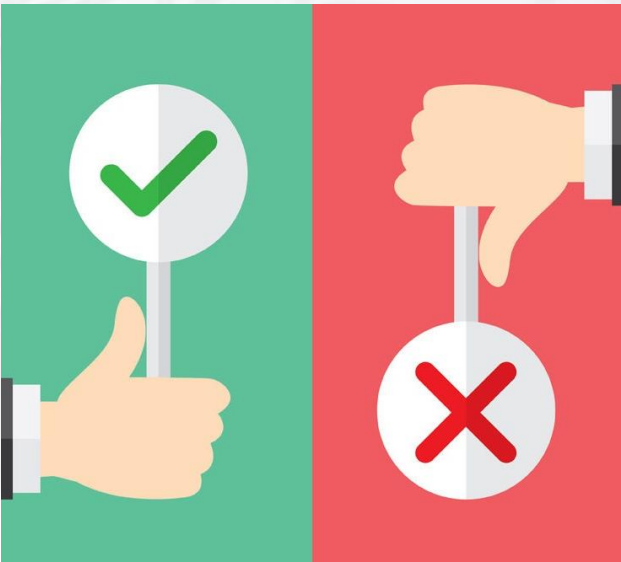
Una **pregunta clave** para esta actividad es, **¿qué ocasionará el modo de falla identificado? La descripción** debe ser tan **específica** como sea posible.

Descripciones típicas son:

• El producto no funciona • Calentamiento excesivo • Inestabilidad • Eficiencia final reducida • Ruido • Mala apariencia • Áspero • Olor desagradable

Mientras que desde la óptica de una operación posterior, algunos efectos potenciales típicos son:

• No abrocha • No se puede taladrar • No se puede montar • Pone en peligro a operadores • No ensambla • No se puede conectar Se debe identificar el área, estación u operación donde se presenta el efecto de la falla. Con mayor razón y énfasis si ocurre en las instalaciones del cliente.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

**(d):**

Estimar la severidad de los efectos listados en la columna previa en una escala del 1 (bajo) al 10 (alto) una vez que esta falla ha ocurrido.

La severidad sólo se refiere o se aplica al efecto.

Los efectos pueden manifestarse en el cliente final o en el proceso de manufactura.

Siempre se debe considerar primero al cliente final.

El equipo de trabajo debe estar de acuerdo en los criterios de evaluación y en que el sistema de calificación sea consistente.

**(e)**

Esta columna puede ser utilizada para identificar o clasificar los modos de falla o las causas que pueden requerir valoraciones adicionales de ingeniería. También puede clasificarse cualquier característica especial del producto o del proceso (crítica, clave, mayor, significativa) para los componentes o sistemas que requieren controles adicionales del proceso.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

(f)

Hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo de falla (a la manera como podría ocurrir ésta). Cada causa ocupa un renglón. Es preciso asegurarse de que la lista sea lo más completa posible, para ello puede aplicarse el diagrama de Ishikawa.

Las causas típicas de falla son:

- Abertura inadecuada • Falla de material • Sobrecalentamiento
- Capacidad excedida • Herramienta desgastada • Velocidad incorrecta • Operación faltante • Lubricación inadecuada • Medición inexacta • Daño por manejo • Herramienta dañada • Falta lubricación • Sistema de control • Parte dañada • Herramental incorrecto inadecuado • Preparación inadecuada

**Cada modo de falla analizado puede tener una o más causas, y en consecuencia un modo de falla puede ocupar varias líneas en el formato.**

(g):

Estimar la posibilidad con la que se espera ocurra cada una de las causas potenciales de falla listadas antes (¿con qué frecuencia se activa tal mecanismo de falla?).

La posibilidad de que ocurra cada causa potencial se estima en una escala de 1 (bajo) a 10 (alto).



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)



(h)

En controles actuales del proceso se describen controles que están dirigidos ya sea a prevenir que la causa de la falla ocurra o bien a detectar que el modo o la causa de la falla ocurrió. De esta manera hay dos tipos de controles a considerar:

**Preventivos.** Elimina (previene) la posibilidad de que la causa o el modo de falla ocurra, o bien reduce la tasa de ocurrencia.

**Detección.** Identifica (detecta) la ocurrencia de la causa o el modo de falla, de tal forma que es posible generar acciones correctivas o tomar medidas reactivas con oportunidad.

La evaluación inicial de la ocurrencia estará influenciada por los controles preventivos que son parte del proceso.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

(i)

En detección, se trata de valorar la posibilidad de que los mejores controles listados en la columna (h) detecten el modo de falla o su causa. La posibilidad se expresa en una escala inversa de 1 (bajo) a 10 (alto), en el sentido de que entre más preventivos y mejores sean los controles reciben una calificación más baja, mientras que los peores controles reciben una puntuación más alta.



## Determinar las prioridades para las acciones

Una vez que el equipo completó la identificación inicial de los modos y efectos de las fallas, sus causas y controles, incluyendo las puntuaciones para la severidad, ocurrencia y detección; ellos deben decidir si son necesarios esfuerzos adicionales para reducir el riesgo. De esta manera, considerando las limitaciones inherentes de recursos, tiempo, tecnología y otros factores, el equipo debe decidir cómo priorizar mejor sus esfuerzos.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

## número de prioridad del riesgo (NPR) (j)

El número de prioridad del riesgo es un procedimiento que ha sido usado para ayudar a priorizar las acciones. El NPR se calcula como sigue:

$$\text{NPR} = \text{Severidad (S)} \times \text{Ocurrencia (O)} \times \text{Detección (D)}$$

El NPR puede tomar valores de 1 a 1 000, y se calcula para cada una de las líneas del formato generadas por la correspondencia Efecto-Causas-Controles.

Artículo	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
A	9	2	5	90
B	7	4	4	112

# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

## Acciones recomendadas (k)

En general deben preferirse acciones de prevención sobre las de detección, para de esta manera reducir la ocurrencia de las fallas.

El propósito de cualquier acción que se recomienda debe ser reducir las evaluaciones de los riesgos, utilizando el siguiente orden de prioridad: severidad, ocurrencia y detección.

Reducir severidad (S). Sólo la revisión del proceso o el diseño permiten alcanzar reducciones en las evaluaciones de severidad hechas con el AMEF

Reducir ocurrencia (O). Para reducir la ocurrencia de las fallas puede ser necesario revisar el proceso y el diseño.

Detección (D). Aquí la clave será usar sistemas de detección a prueba de errores, por ejemplo sistemas del tipo poka-yoke.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

## Responsabilidad y fecha compromiso (l)

Especificar el nombre del área y persona responsable de completar cada una de las acciones recomendadas, incluyendo la fecha prometida para concluir tales acciones.

Normalmente el líder del equipo o del área de ingeniería del proceso es la persona responsable de asegurarse de que todas las acciones recomendadas hayan sido implementadas adecuadamente.



# FORMATO (llenado cuerpo a-n)

## Resultados de acciones ( $m-n$ )

Esta sección identifica los resultados de cualquier acción que se complete y su efecto sobre la evaluación de S, O, D y el NPR.

### Acciones tomadas y fecha de finalización ( $m$ )

Después de que las acciones han sido implementadas, registrar una breve descripción de las mismas y la fecha en las que fueron concluidas.

### Severidad, Ocurrencia, Detección y NPR ( $n$ )

Después de que las acciones preventivas/correctivas ha sido llevada a cabo, se deberá actualizar la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección para la causa de falla estudiada. Todos los NPR resultantes deberán ser revisados y si es necesario considerar nuevas acciones.

