

***Failure Mode Effects Analysis  
(FMEA)***  
**Análisis de Modo y Efecto de Falla  
(AMEF)**  
**FMEA I**

Alonso Mena, PhD

**Análisis de Modo y Efecto  
de Falla  
(AMEF)  
*Failure Mode Effects  
Analysis (FMEA)***

**FMEA I**

1. Propósito
2. Riesgos
3. Objetivos
4. Limitantes
5. Normas
6. Aplicaciones
7. Diseño & Proceso
8. FMEA Process
9. Planeación FMEA (5T)
10. Antecedentes
11. Significado de "Falla"
12. Significado de "Análisis de Efectos"
13. Cuándo utilizar FMEA
14. FMEA de Diseño y Proceso
15. Procedimiento FMEA
16. Implementación
17. Análisis de casos
18. Construir un FMEA de un caso en su área de trabajo

# PROPÓSITO

FMEA es un método analítico –orientado a equipos de trabajo, sistemático, cualitativo- orientado a:

- Evaluar los riesgos potenciales de falla de un producto o proceso
- Analizar las causas y efectos de las fallas
- Documentar acciones preventivas y de detección
- Recomendar acciones para reducir el riesgo



# RIESGOS

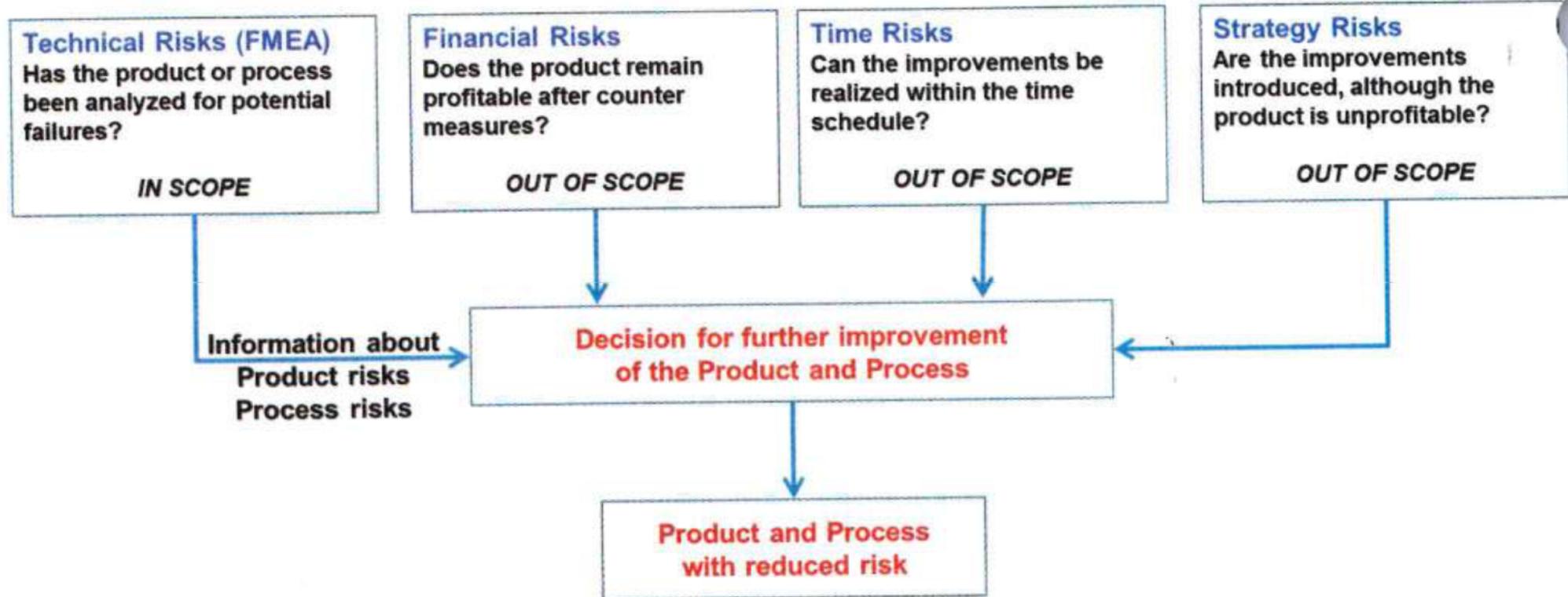


Figure 1.1-1 Aspects of Risks

# OBJETIVOS

- Incrementar la calidad, manufacturabilidad, confiabilidad y seguridad en productos automotrices
- Asegurar los requerimientos en las diferentes jerarquías y sistemas involucrados
- Reducir costos de garantía
- Incrementar la satisfacción del cliente
- Reducir cambios tardíos en desarrollo
- Mantener lanzamientos libres de defectos
- Asegurar la comunicación interna y externa de clientes y proveedores
- Construir una empresa de conocimiento basada en las lecciones aprendidas

# LIMITANTES

- Es una herramienta cualitativa (percepción), no cuantitativa (medible)
- El análisis de fallas no considera múltiples puntos
- Depende del conocimiento y experiencia del equipo de trabajo, el cual puede ser asertivo –o no- en predecir el rendimiento futuro
- La calidad del reporte FMEA depende de las habilidades del equipo de trabajo

# NORMAS

- |             |  |
|-------------|--|
| • Claro     | Describir técnicamente los modos de falla potenciales, en términos específicos, permitir a especialistas evaluar las causas de falla y posibles efectos.   |
| • Verdadero | Las consecuencias de fallas potenciales son descritas en forma exacta  |
| • Realista  | Causas de falla son razonables. Eventos extremos no son considerados.  |
| • Completo  | Los posibles fallos previsibles no se ocultan. La preocupación por revelar demasiados conocimientos técnicos al crear un AMFE correcto y competente no es una razón válida para un AMFE incompleto |

# APLICACIONES

CASO	ALCANCE (SCOPE)
Nuevos diseños, nueva tecnología, nuevos procesos	El alcance del FMEA es el diseño completo, tecnología o proceso.
Nuevas aplicaciones de diseños y/o procesos ya existentes	El alcance del FMEA debe enfocarse en el impacto del diseño y/o proceso en un nuevo ambiente, ubicación, y/o aplicación.
Cambios de ingeniería en un diseño y/o proceso ya existente	Cambios en el diseño o proceso Cambios en las condiciones de operación Cambios de requerimientos (leyes, normas, clientes...) Problemas de calidad Cambios en el análisis de riesgos Lecciones aprendidas

# DISEÑO & PROCESO

- Existen dos enfoques a FMEA:
  - - Análisis acorde a las funciones del producto (Design FMEA)
  - - Análisis acuerdo a los pasos del proceso (Process FMEA)
- Este taller esta enfocado a Process FMEA.
- Aunque los formatos para ambos enfoques son los mismos, es necesario tomar algunas consideraciones para cada uno, por lo que el taller se enfocara a FMEA de Proceso.

## PROCESS FMEA

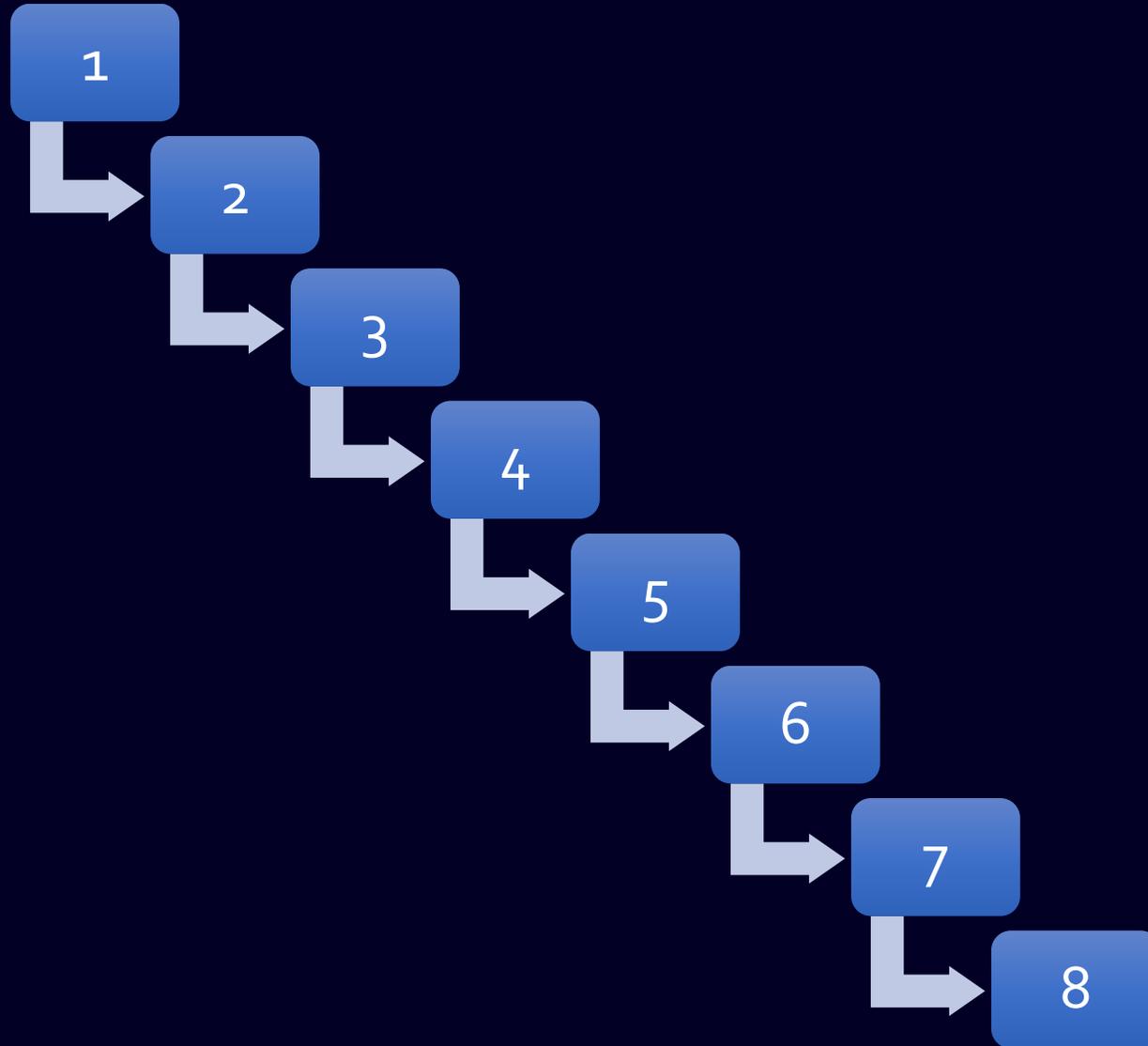
- El proceso FMEA analiza el potencial de fallas de manufactura, ensamble y procesos de logística para producir productos de acuerdo a los requerimientos del diseño.
- Fallas relacionadas a procesos son diferentes a las fallas analizadas en el FMEA de Diseño.
- *Process FMEA* analiza procesos considerando los modos de falla potenciales que pueden resultar de la variación de un proceso, establece prioridades para implementar acciones de prevención, y según se requiera mejorar controles.
- El propósito general es analizar procesos y tomar acciones antes de iniciar la producción, para evitar defectos relacionados a manufactura y ensamble y las consecuencias de esos defectos.

# PLANEACIÓN DE FMEA

FMEA 5T	
Intent (intención)	¿Por qué estamos realizando un FMEA?
Timing (tiempo)	¿Cuándo se debe terminar?
Team (equipo)	¿Quién necesita estar en el equipo?
Task (tarea)	¿Qué trabajo se requiere realizar?
Tool (herramienta)	¿Cómo se realiza el análisis?

**Análisis de Modo y  
Efecto de Falla  
(AMEF)  
*Failure Mode Effects  
Analysis (FMEA)***

***ANTECEDENTES***



# Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

1. Also called: potential failure modes and effects analysis;  
failure modes, effects and criticality analysis.

POTENCIAL

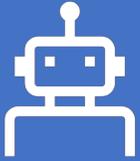
FAILURE

MODES AND

EFFECTS AND

CRITICALITY

ANALYSIS



# Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

2. Failure modes and effects analysis (FMEA) is a step-by-step approach for identifying all possible failures in a design, a manufacturing or assembly process, or a product or service.

---

---

---

---

---

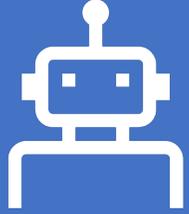
---

---

# FMEA

- El Análisis de Modo de Falla y Efecto, mejor conocido como FMEA por las siglas en ingles de **Failure Mode Analysis and Effects** es una herramienta simple, versátil y poderosa que ayuda al equipo a identificar los defectos en el proceso que deberían ser eliminados o reducidos. La meta del FMEA es la de delinear los pasos del proceso que están en riesgo de contribuir a una falla.





# Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

3. “Failure modes” means the ways, or modes, in which something might fail. Failures are any errors or defects, especially ones that affect the customer, and can be potential or actual.

---

---

---

---

---

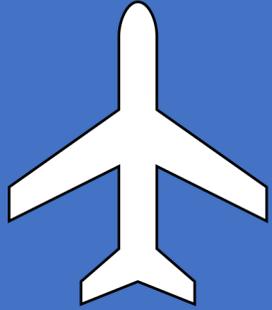
---

---

---

---

---



## Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

4. “Effects analysis” refers to studying the consequences of those failures.

---

---

---

---

---

# Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

5. Failures are prioritized according to how serious their consequences are, how frequently they occur and how easily they can be detected.  
The purpose of the FMEA is to take actions to eliminate or reduce failures, starting with the highest-priority ones.

---

---

---

---

---

---

---

## **Failure Mode Effects Analysis (FMEA)**

6. Failure modes and effects analysis also documents current knowledge and actions about the risks of failures, for use in continuous improvement. FMEA is used during design to prevent failures. Later it's used for control, before and during ongoing operation of the process. Ideally, FMEA begins during the earliest conceptual stages of design and continues throughout the life of the product or service.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **Failure Mode Effects Analysis (FMEA)**

7. Begun in the 1940s by the U.S. military, FMEA was further developed by the aerospace and automotive industries. Several industries maintain formal FMEA standards.

# Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

8. What follows is an overview and reference. Before undertaking an FMEA process, learn more about standards and specific methods in your organization and industry through other references and training.

# When to Use FMEA

- When a process, product or service is being designed or redesigned, after [quality function deployment](#).
- When an existing process, product or service is being applied in a new way.
- Before developing control plans for a new or modified process.
- When improvement goals are planned for an existing process, product or service.
- When analyzing failures of an existing process, product or service.
- Periodically throughout the life of the process, product or service

## AMEF/FMEA es diseñado para:

Identificar y entender los modos de falla potenciales y sus causas, y los efectos de las fallas en el sistema o los usuarios, para un producto o proceso.



Evaluar el riesgo asociado con la identificación de los modos de falla, efectos y causas, y asignarles prioridad para acciones correctivas.



Identificar y llevar a cabo acciones correctivas para atender los problemas más serios

## Objetivos AMEF de Alta Calidad

El principal objetivo de un AMEF es mejorar el diseño. Para un AMEF de Sistema, el objetivo es mejorar el diseño del sistema. Para AMEF de Diseño, el objetivo es mejorar el diseño del subsistema o componente. Para FMEA de Procesos, el objetivo es mejorar el diseño de el proceso de manufactura.

Existen otros objetivos para realizar un AMEF, entre los cuales podemos destacar:

- Identificar y prevenir situaciones peligrosas.
- Minimizar pérdidas por *performance* (rendimiento el producto)
- Mejorar pruebas y planes de verificación (en el caso de AMEF de Sistemas o Diseño)
- Mejorar los Planes de Control de Proceso (en el caso de AMEF de Proceso)
- Considera cambios en el diseño del producto o proceso de manufactura
- Identifica características importantes del producto o proceso
- Desarrolla planes para Mantenimiento Preventivo
- Desarrolla técnicas de diagnóstico

## PREPARATION

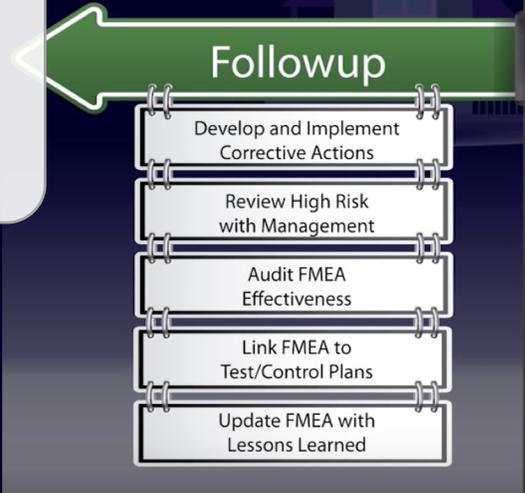
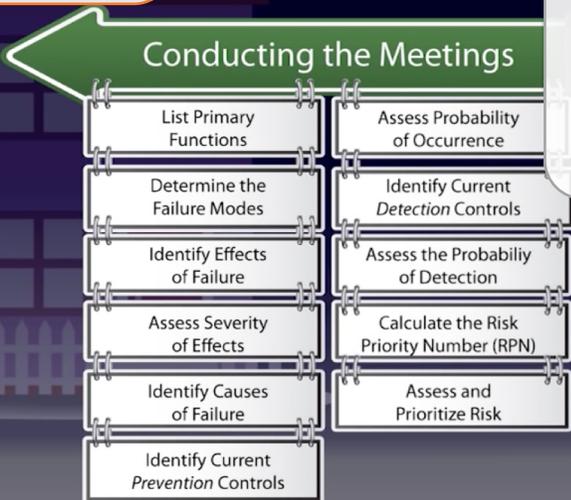
- SCOPE
- VISUAL
- TEAM
- RULES
- ASSUMPTIONS
- INFORMATION

## CONDUCTING THE MEETING

- PRIMARY FUNCTIONS
- FAILURE MODES
- IDENTIFY
- SEVERITY
- CAUSES
- PREVENTION
- PROBABILITY
- DETECTION
- RPM
- RISK

## FOLLOW-UP

- CORRECTIVE
- HIGH RISK
- AUDIT
- CONTROL PLANS
- UPDATE FMEA



## Cuándo utilizar AMEF/FMEA

- Cuando un proceso, producto o servicio es diseñado o rediseñado, después de utilizar la herramienta QFD (Quality Function Deployment)
- Cuando un proceso, producto o servicio está siendo aplicado en una forma diferente.
- Antes de desarrollar planes de control para un proceso nuevo o modificado
- Cuando se planean objetivos de mejora para un proceso, producto o servicio ya existentes.
- Cuando se analizan fallas de procesos, productos o servicios existentes.
- Periódicamente a través del ciclo de vida de un proceso, producto o servicio.

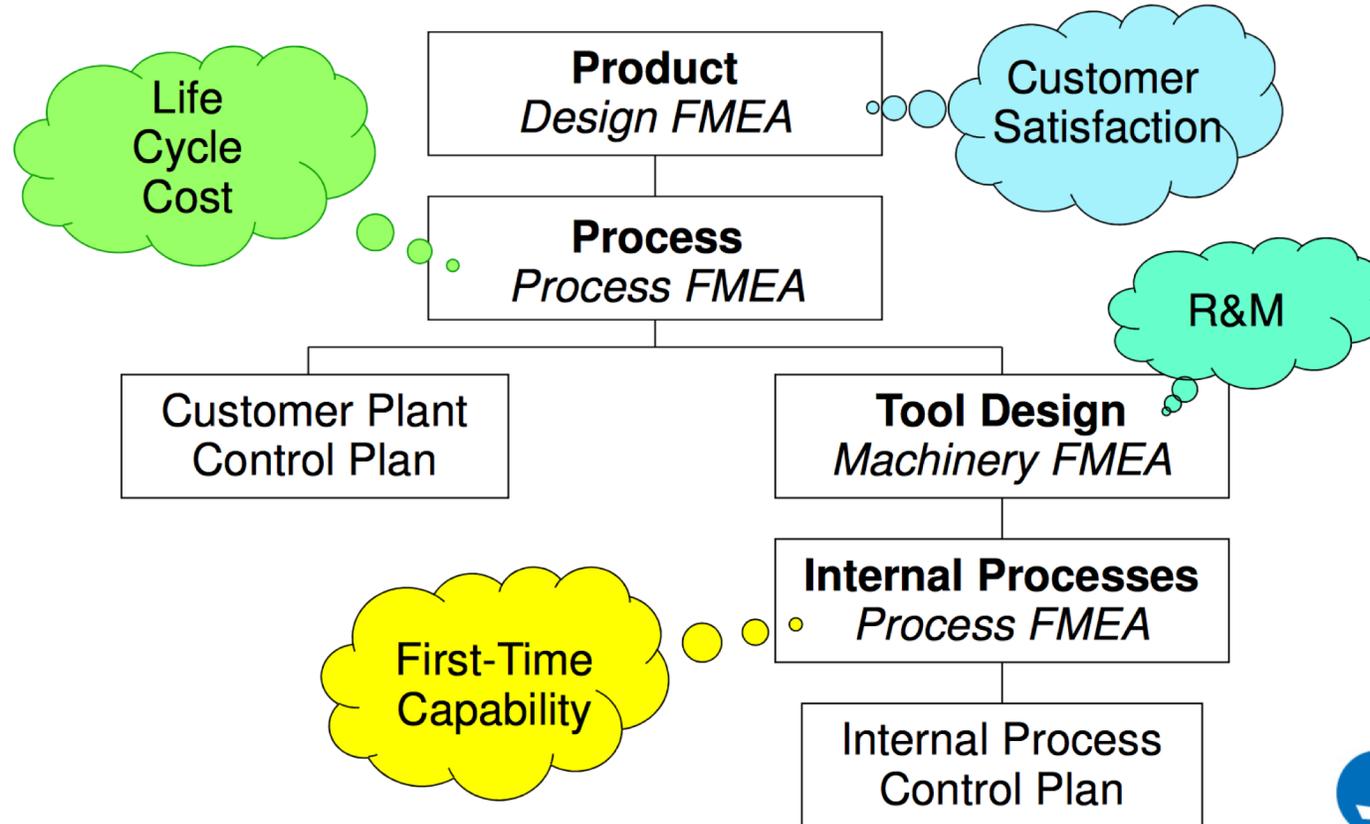
## — Cuándo utilizar AMEF/FMEA

- **Productos:** El AMEF aplicado a un producto sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario o en el proceso de producción.
- **Procesos:** El AMEF aplicado a los procesos sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en el usuario o en etapas posteriores de cada proceso.
- **Sistemas:** El AMEF aplicado a sistemas sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en el diseño del software, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en su funcionamiento.
- **Otros:** El AMEF puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse. Esto no es necesario. Sin embargo se puede retomar como parte de la descripción de lo que se abordará en cada tema.

## Cuando utilizar AMEF/FMEA

Cuando Ejemplos	Cuando un proceso, producto o servicio es diseñado o rediseñado, después de utilizar la herramienta QFD (Quality Function Deployment)	Cuando un proceso, producto o servicio está siendo aplicado en una forma diferente.	Antes de desarrollar planes de control para un proceso nuevo o modificado	Cuando se planean objetivos de mejora para un proceso, producto o servicio ya existentes.	Cuando se analizan fallas de procesos, productos o servicios existentes	Periódicamente a través del ciclo de vida de un proceso, producto o servicio.	
Implementar programa de 5's			X				
Rediseñar engrane para motor MX1900	X						
Revisar falla de resistencia de material XC899					X		
Implementar un curso de YOGA							X

# Motivation for Specific FMEAs

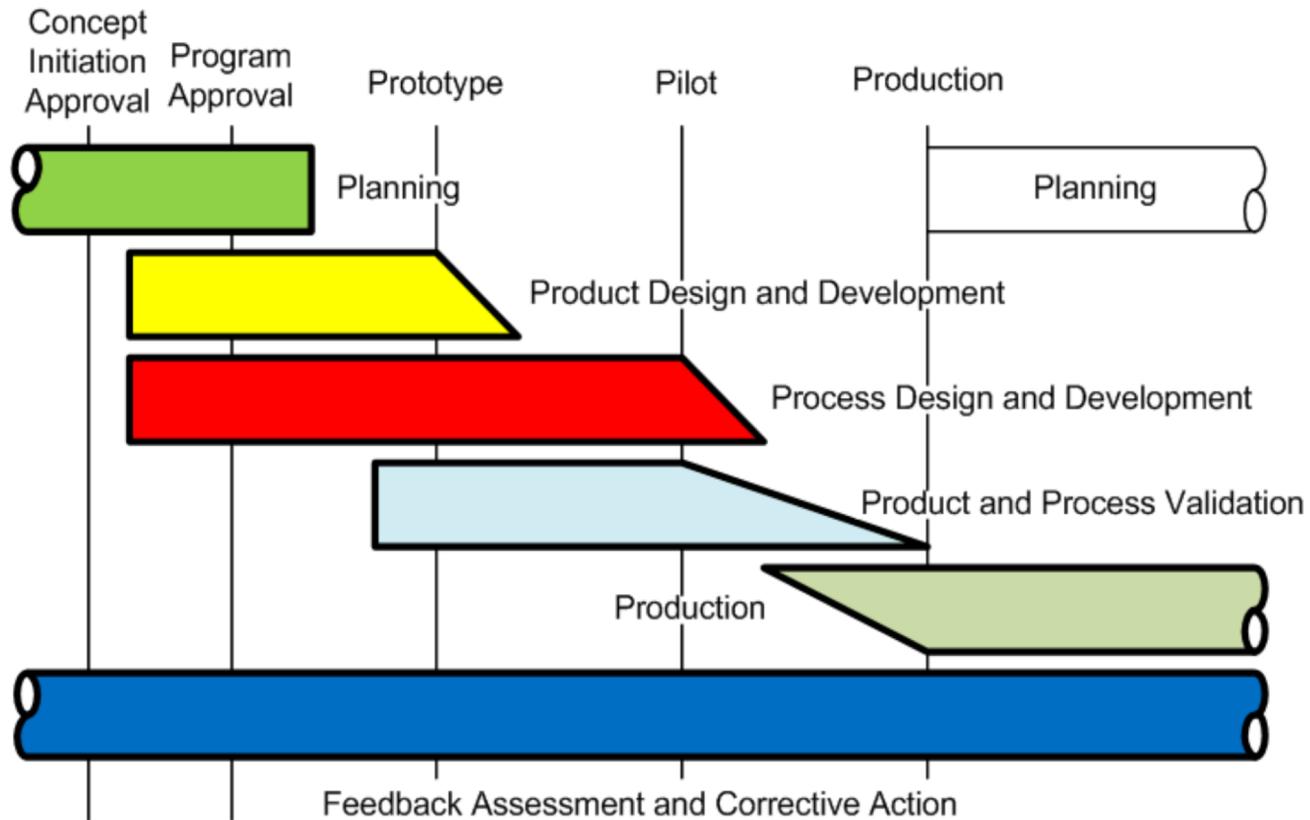


# PPAP Documentation Requirements

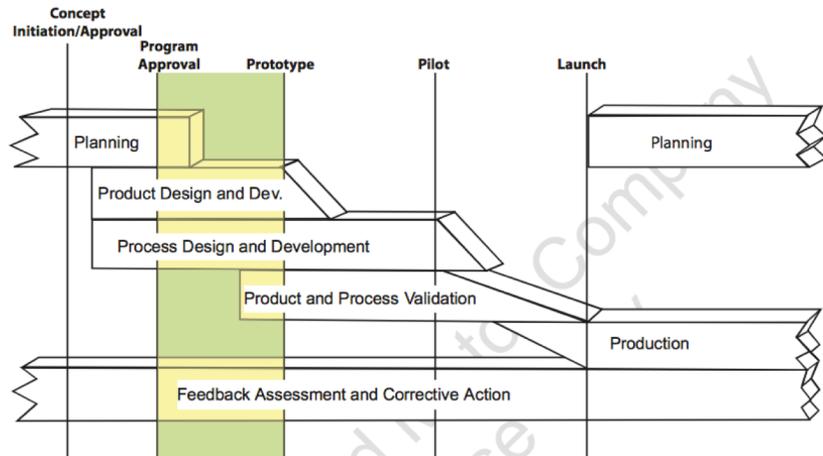
2.2.1 Design Record	2.2.2 Authorized Engineering Changes	2.2.3 Customer Engineering Approval	2.2.4 Design FMEA	2.2.5 Process Flow Diagrams	2.2.6 Process FMEA
2.2.7 Control Plan	2.2.8 MSA Studies	2.2.9 Dimensional Results	2.2.10 Material and Test Results	2.2.11 Initial Process Studies	2.2.12 Qualified Laboratory Documentation
2.2.13 Appearance Approval Report	2.2.14 Sample Production Parts	2.2.15 Master Sample	2.2.16 Checking Aids	2.2.17 Customer Specified Requirements	2.2.18 Part Submission Warrant



# AIAG Model for Quality Planning



### PRODUCT QUALITY PLANNING TIMING CHART



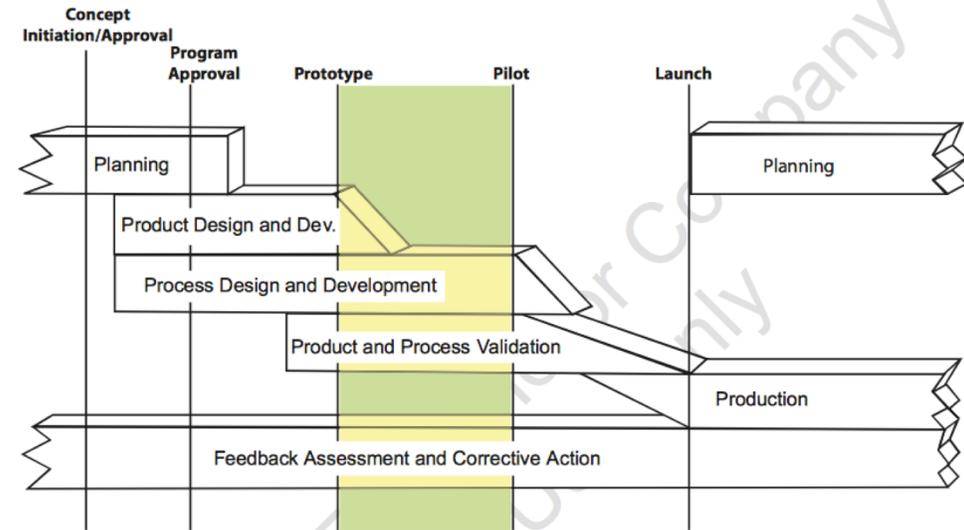
#### DESIGN OUTPUTS

- Design Failure Mode and Effects Analysis (DFMEA)
- Design For Manufacturability and Assembly
- Design Verification
- Design Reviews
- Prototype Build – Control Plan
- Engineering Drawings (Including Math Data)
- Engineering Specifications
- Material Specifications
- Drawing and Specification Changes

#### APQP OUTPUTS

- New Equipment, Tooling and Facilities Requirements
- Special Product and Process Characteristics
- Gages/Testing Equipment Requirements
- Team Feasibility Commitment & Management Support

### PRODUCT QUALITY PLANNING TIMING CHART



#### OUTPUTS:

- Packaging Standards and Specifications
- Product/Process Quality System Review
- Process Flow Chart
- Floor Plan Layout
- Characteristics Matrix
- Process Failure Mode and Effects Analysis (PFMEA)
- Pre-Launch Control Plan
- Process Instructions
- Measurement Systems Analysis Plan
- Preliminary Process Capability Study Plan
- Management Support

## FMEA-the cure for medical errors

Reiling, John G; Knutzen, Barbara L; Stoecklein, Mike. Quality Progress; Milwaukee 36.8 (Aug 2003): 67.

### HEALTHCARE

# FMEA—the Cure For Medical Errors

by **John G. Reiling and Barbara L. Knutzen, with Mike Stoecklein**



### OUTSOURCING

# Using FMEA To Assess Outsourcing Risk

by **Cliff Welborn**



## Managing Performance anxiety: strategies for Music Teachers to Help students to overcome anxiety

Author: **Edwards, Dominique**

### PATIENT SAFETY

## Optimizing FMEA and RCA efforts in health care

By Robert J. Lattin

**ABSTRACT**  
Failure mode and effect analysis (FMEA) and root cause analysis (RCA) are two complementary tools used to identify and prevent errors in health care. This article discusses the strengths and limitations of each tool and provides a framework for integrating them into a comprehensive patient safety program. The author also discusses the importance of a strong organizational culture in supporting these efforts.

The original intent and purpose of FMEA and RCA have evolved since their inception. FMEA was originally developed as a reliability tool for the aerospace industry in the 1940s and 1950s. RCA was developed as a forensic tool for the same industry in the 1960s and 1970s. Today, both tools are widely used in health care to improve patient safety. This article discusses the strengths and limitations of each tool and provides a framework for integrating them into a comprehensive patient safety program. The author also discusses the importance of a strong organizational culture in supporting these efforts.

Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ) 25(1): 15-26, 2010

## Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad

## Failure mode and effects and criticality analysis (FMECA) for maintenance planning using risk and safety criteria

José R. Aguilar-Otero\*, Rocío Torres-Arcique, Diana Magaña-Jiménez

Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.  
Ciencia y Tecnología 790. Fraccionamiento Saltillo 400, 25290 Saltillo, Coah., México  
Tel. (01)-844-4113200 Ext. 1235  
Correo-e (e-mail): joseaguilaro@comimsa.com

Original article  
**Applying healthcare failure mode and effect analysis to patient pain management in the anesthesia recovery period**

Zhao-Ping Xue<sup>a</sup>, Hong-Yan Li<sup>a</sup>, Rui-Tong Guan<sup>a</sup>, Si Chen<sup>a</sup>

[Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/j.cnre.2015.12.004> [Get rights and content](#)

Open Access funded by Shanxi Medical Periodical Press

Under a Creative Commons license

**Abstract**

**Objective**

To standardize pain management in the anesthesia recovery period and improve the effects of analgesia on acute postoperative pain.

**Methods**

Using healthcare failure mode and effect analysis (HFMEA), we analyzed the primary cause of patients' pain and subsequently determined the process and risk priority number (RPN).

 **ELSEVIER**

**Procedia Manufacturing**  
Volume 4, 2015, Pages 17-22  
[open access](#)

**The Effect of Pop Musical Tempo During Post Treadmill Exercise Recovery Time** ☆

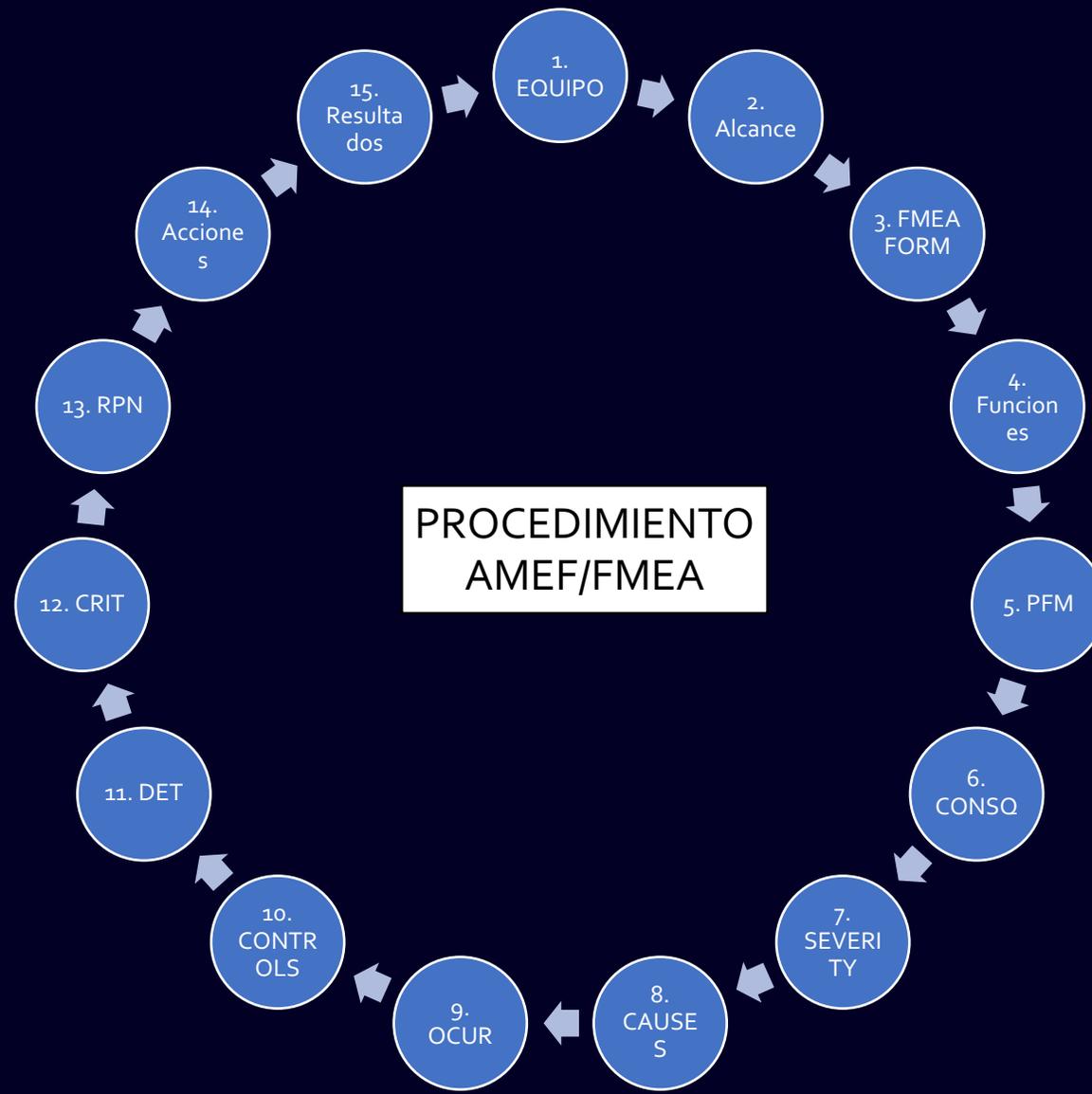
Herry Christian Palit<sup>a</sup>, Debora Anne Yang Aysia

[Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.009> [Get rights and content](#)

Under a Creative Commons license

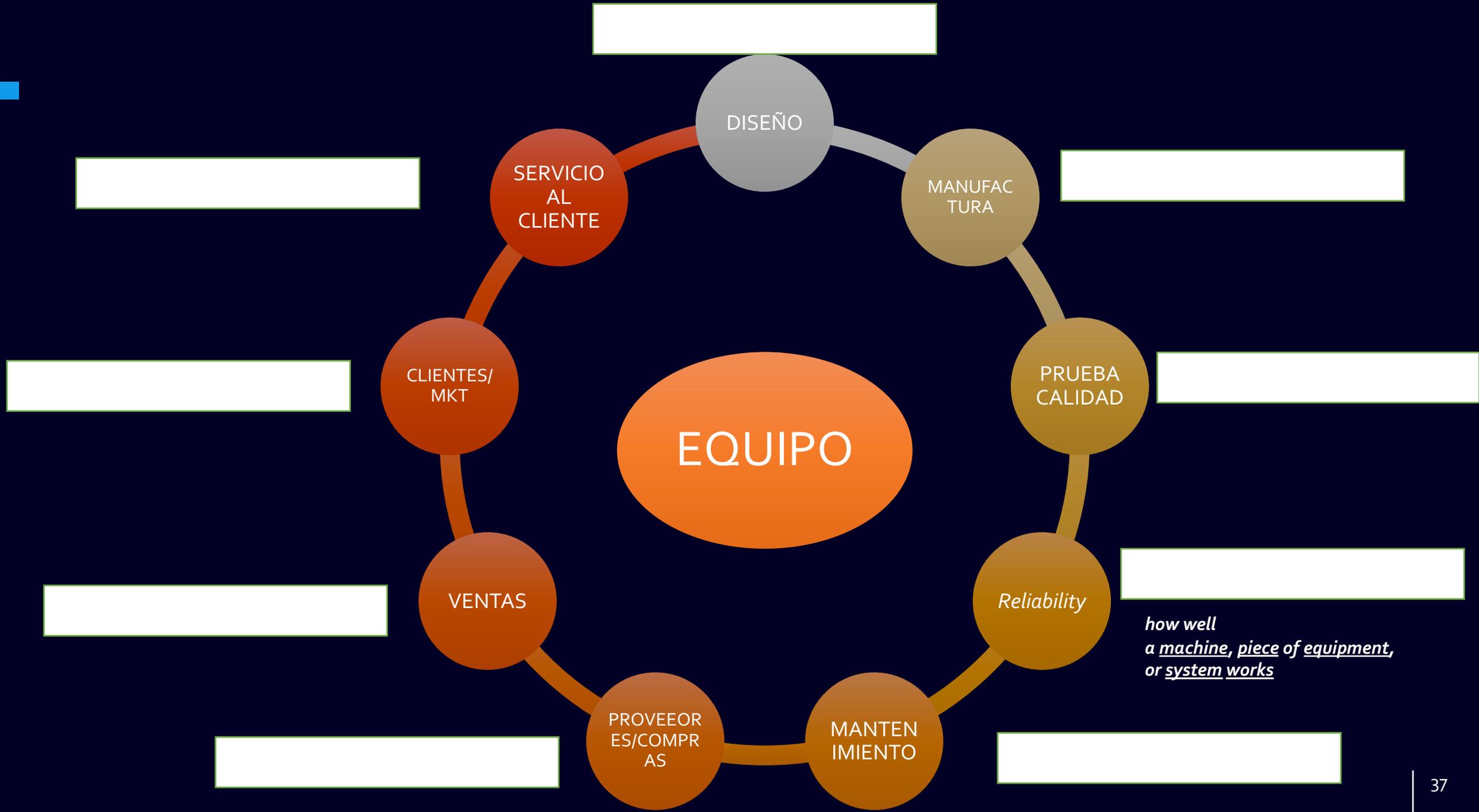
**Abstract**



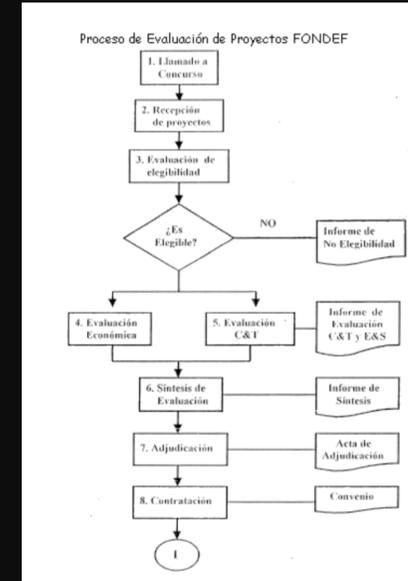
## Procedimiento AMEF/ FMEA

1. Organiza un equipo de trabajo multidisciplinario, con conocimiento diverso del proceso, producto, o servicio y de las necesidades de los clientes. Algunas áreas que se pueden incluir son: Diseño, manufactura, calidad, pruebas, *reliability*, mantenimiento, compras y proveedores, ventas, mercadotecnia y clientes, servicio al cliente ...

*(Este es un procedimiento general. Detalles específicos pueden variar dependiendo de los estándares de la empresa)*



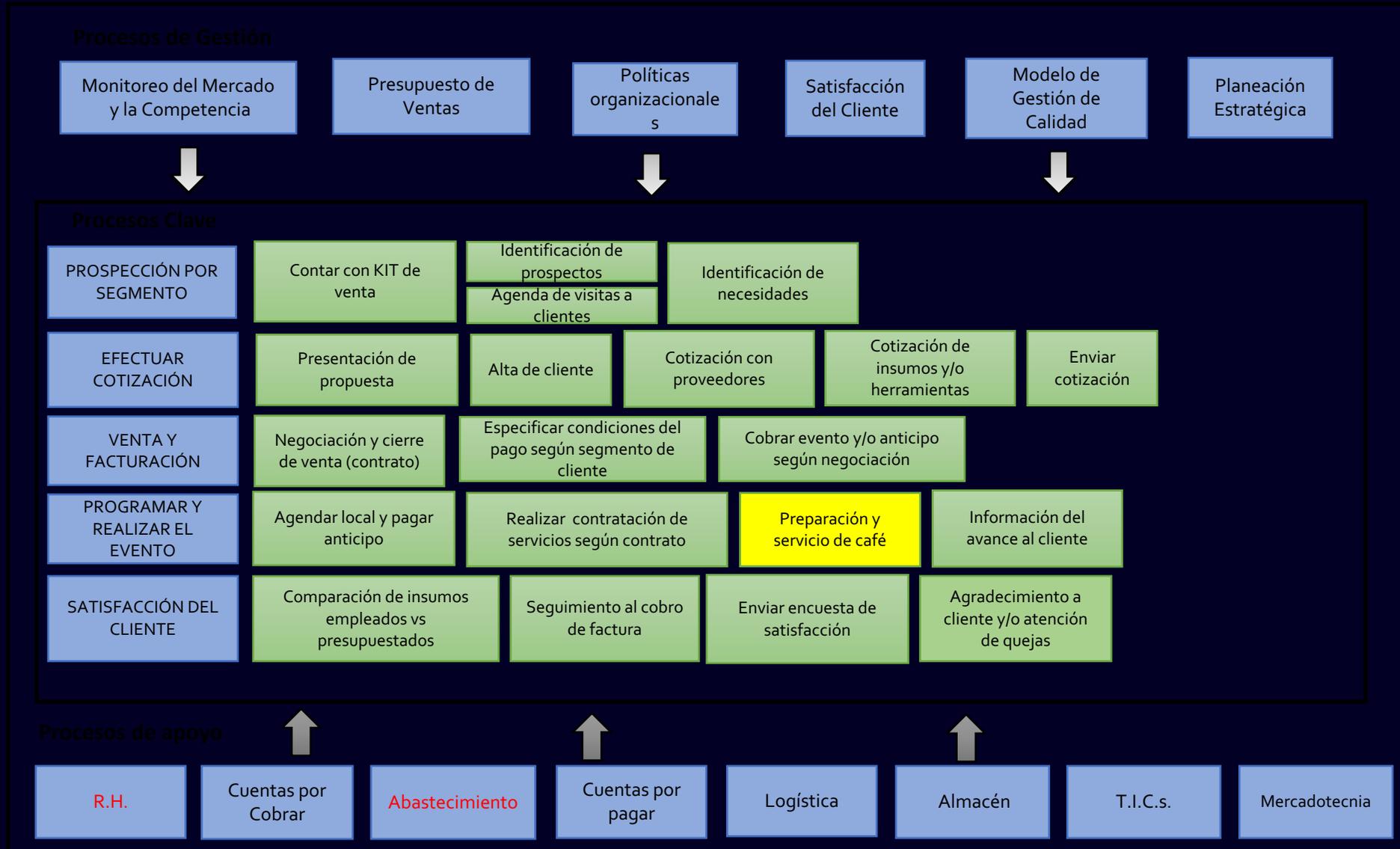
2. Identifica el alcance del AMEF/FMEA. Es para un concepto, sistema, diseño, proceso, servicio? ¿Cuáles son las fronteras? ¿Qué tan detallado debería ser? Utilice mapas de procesos y diagramas de flujo para identificar el alcance y asegurarse de cada miembro del equipo lo entiende a detalle. (En este caso, el “alcance” significa el sistema, diseño, proceso, o servicio que es el sujeto del FMEA)



# Mapeo del Proceso para el Servicio de Eventos de Negocios

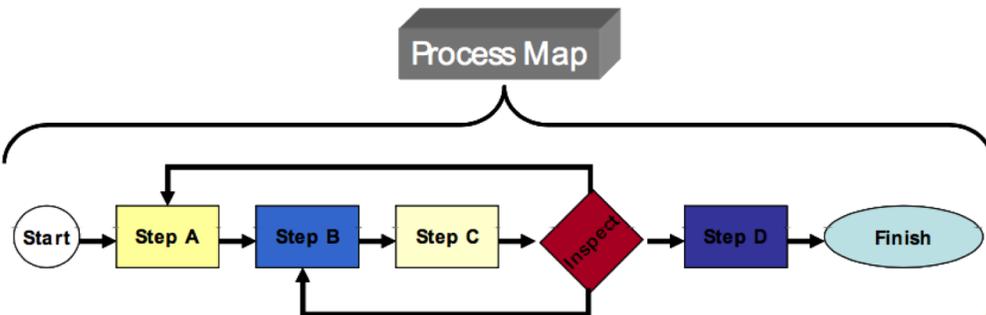
Propósito: Proporcionar un servicio óptimo para organización de congresos, seminarios y/o eventos de negocios.

Solicitudes de organización de congresos, seminarios y/o eventos de negocios de los diferentes segmentos de clientes.



Satisfacción del Cliente e Ingresos que generen rentabilidad para la empresa.

- The purpose of Process Maps is to:
  - Identify the complexity of the process
  - Communicate the focus of problem solving
- Process Maps are **living** documents and must be changed as the process is changed
  - They represent what is currently happening, not what you think is happening.
  - They should be created by the people who are closest to the process



### Process Map Symbols

Standard symbols for process mapping (available in Microsoft Office™, Visio™, iGrafx™, SigmaFlow™ and other products):



A **RECTANGLE** indicates an activity. Statements within the rectangle should begin with a verb



A **PARALLELAGRAM** shows that there are data



A **DIAMOND** signifies a decision point. Only two paths emerge from a decision point: No and Yes



An **ELIPSE** shows the start and end of the process

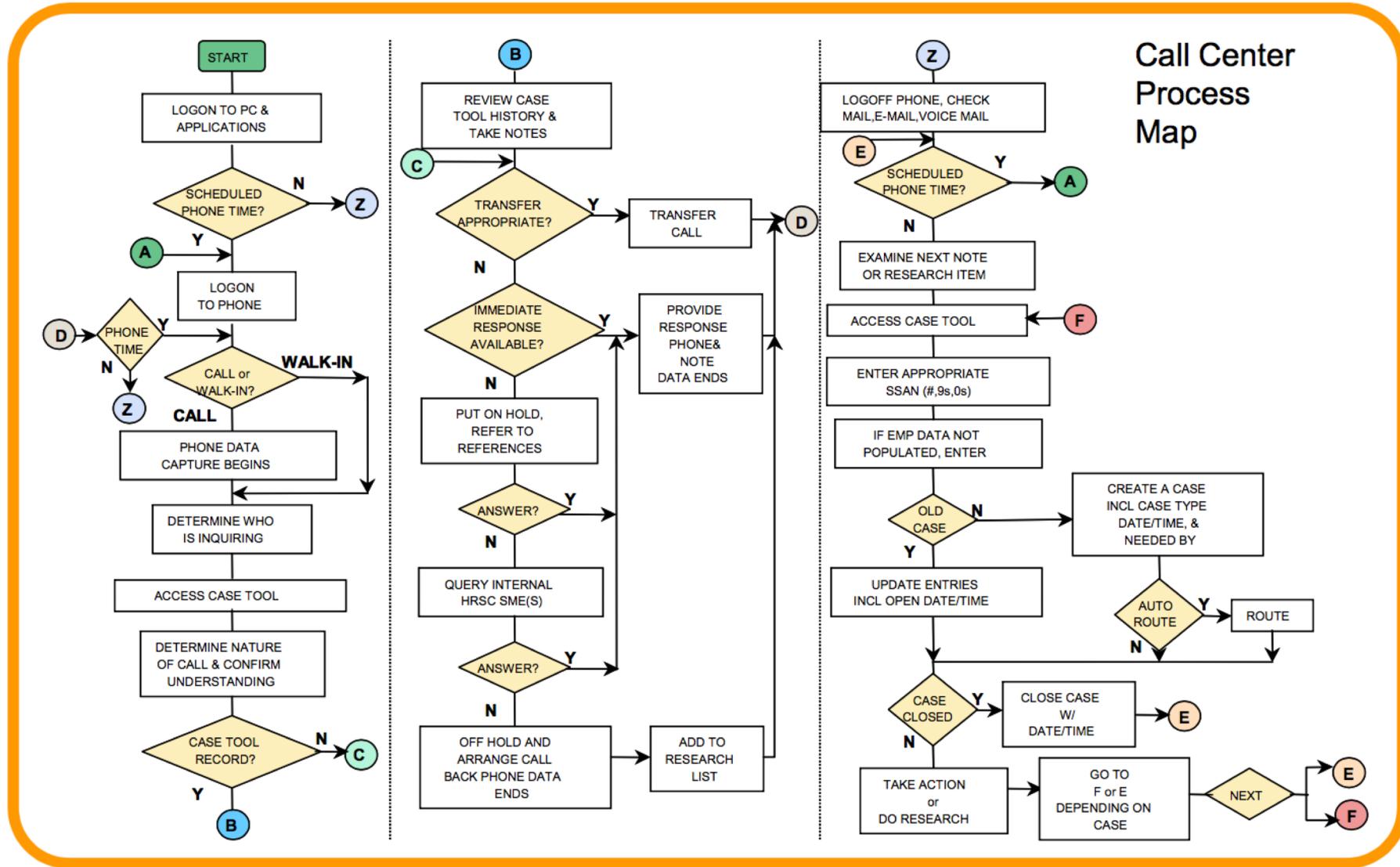


An **ARROW** shows the connection and direction of flow



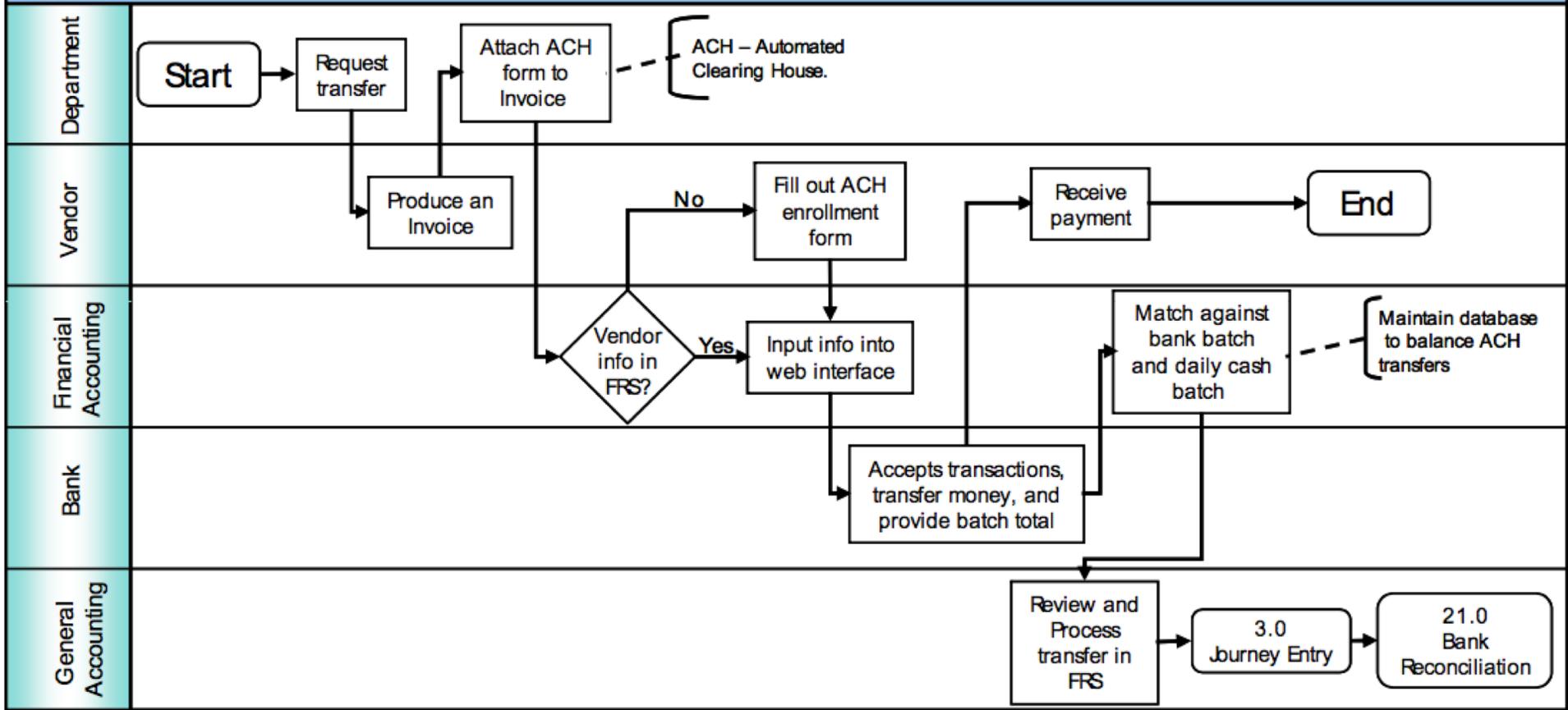
A **CIRCLE WITH A LETTER OR NUMBER INSIDE** symbolizes the continuation of a flowchart to another page

# Process Map Example



Call Center Process Map

## Sending Fund Transfers



## ENTRADAS

2-  
MODOS  
DE FALLA

Polvo p/Café  
Agua  
Filtro  
Operación Cafetera

Tiempo Calibración  
Tiempo Operación

Recipientes para:  
Azúcar  
Leche  
Crema  
Servilletas  
Taza  
Cuchara

## 1-FUNCIÓN

1 min

PREPARAR  
CAFETERA  
(SET UP)

10 min

HACER CAFÉ

3 min

PREPARAR  
SERVICIO

INSP  
OK

NO

SI

5 min

SERVIR

## PROCESO

## SALIDAS

3-EFECTOS  
POTENCIALES  
FALLA

Sabor  
Olor  
Temperatura  
Color

Presentación

Presentación  
Sabor  
Olor  
Temperatura  
Color



EJEMPLO:  
Preparación y  
servicio de café



# FUNCIONES

4. Identificar las funciones del alcance. Preguntas: ¿Cuál es el propósito de este sistema, diseño, proceso o servicio? ¿Qué esperan nuestros clientes? Normalmente dividimos el alcance en sistemas separados, partes, ensambles o pasos de proceso y se identifica la función de cada uno.

**Matriz Causa y Efecto**

**Escribir las salidas externas (Requerimientos del Cliente)**

Importancia del Cliente	1	2	3	4	5	6	7	8	
Entradas del Proceso	Sabor	Olor	Temperatura	Color	Presentación				Total
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
Total									

**MATRIZ CAUSA Y EFECTO**  
Matriz cuyo objetivo es relacionar numéricamente las entradas con las salidas de un proceso y priorizarlas de acuerdo a la fuerza de dicha relación y la importancia que les da el cliente.



### Matriz Causa y Efecto

Importancia del Cliente	10	7	9	7	5				
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Entradas del Proceso	Sabor	Olor	Temperatura	Color					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
Total									

Importancia de cada Salida usando la perspectiva del cliente

Si el equipo tiene dudas acerca de como establecer esas prioridades, se puede aplicar el Analisis de Kano.

### Matriz Causa y Efecto

Importancia del Cliente	10	7	9	7	5				
	1	2	3	4	5	6			
Entradas del Proceso	Sabor	Olor	Temperatura	Color	Presentación				Total
1 Filtro	9	1	0	4	0				
2 Cantidad Agua	9	4	4	9	0				
3 Polvo p/Café	9	9	1	9	0				
4 Calor	9	4	9	1	0				
5 Tiempo	4	4	9	1	0				
6 Servilleta	0	0	0	0	9				
7 Cuchara	0	0	0	0	9				
8 Taza	0	0	0	0	9				
9 Recipiente	0	4	4	0	9				
Total									

Escala recomendada:  
 0 - No hay relación  
 1 - Relación débil  
 4 - Relación moderada  
 9 - Relación fuerte



Sumar:

$10 \cdot 9 = 90$

$7 \cdot 1 = 7$

$9 \cdot 0 = 0$

$7 \cdot 4 = 28$

$5 \cdot 0 = 0$

125

### Matriz Causa y Efecto

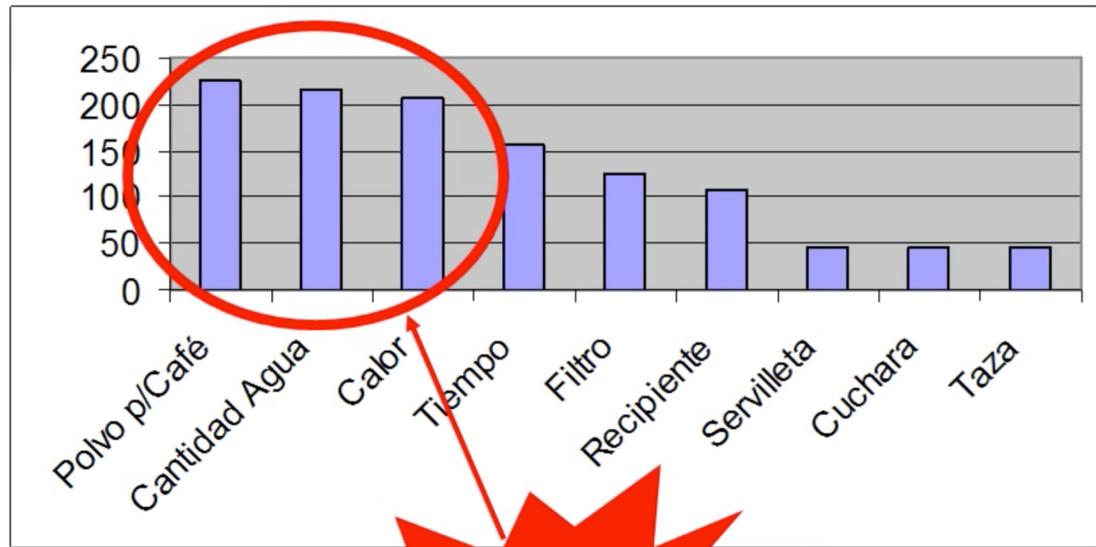
Importancia del Cliente		10	7	9	7	5				
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Entradas del Proceso		Sabor	Olor	Temperatura	Color	Presentación				Total
1	Filtro	9	1	0	4	0				125
2	Cantidad Agua	9	4	4	9	0				217
3	Polvo p/Café	9	9	1	9	0				225
4	Calor	9	4	9	1	0				206
5	Tiempo	4	4	9	1	0				156
6	Servilleta	0	0	0	0	9				45
7	Cuchara	0	0	0	0	9				45
8	Taza	0	0	0	0	9				45
9	Recipiente	0	4	4	0	9				109
Total										

### Matriz Causa y Efecto

Importancia del Cliente		10	7	9	7	5				
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Entradas del Proceso		Sabor	Olor	Temperatura	Color	Presentación				Total
1	Filtro	9	1	0	4	0				125
2	Cantidad Agua	9	4	4	9	0				217
3	Polvo p/Café	9	9	1	9	0				225
4	Calor	9	4	9	1	0				206
5	Tiempo	4	4	9	1	0				156
6	Servilleta	0	0	0	0	9				45
7	Cuchara	0	0	0	0	9				45
8	Taza	0	0	0	0	9				45
9	Recipiente	0	4	4	0	9				109
Total		400	182	243	168	180	0	0		

Seleccionar los valores más altos

EJEMPLO



**Enfoque del Proyecto**

*Factor: Polvo para Café*

Proceso: Preparación de Café

Paso Proceso	Modo de Falla	Efecto	Causa Potencial	Controles
Set up Cafetera				

Pasos del proceso a los que pertenecen las X's identificadas como más críticas de acuerdo al Mapa de Proceso y la Matriz C&E.

# MODOS DE FALLA

- Para cada función, identifica todas las formas en que puede fallar. Estos son los modos de falla potencial. Si es necesario, regresa a definir la función con más detalle para estar seguro que los modos de falla muestran una pérdida de esa función.

*¿Qué puede ir mal con las entradas de la función escogida?*

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA				
PROCESO <u>Preparación de café</u>				
PREPARADO POR: <u>AM</u>				
RESPONSABLE: <u>AM</u>				
#	FUNCIÓN / REQUERIMIENTO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO(S) POTENCIAL DE LA FALLA	S E V
1	SET UP CAFETERA [POLVO PARA CAFÉ]	Poco Polvo p/Café	Sin sabor	8
			Sin olor	5
			Color débil - Desconfianza del cliente	5
		Mucho Polvo p/Café	Sabor fuerte - Efectos adversos en el cliente	6
			Mal sabor	8
		Polvo p/Café Caducado	Mal olor	5
				5

# EFFECTOS POTENCIALES

6. Para cada **modo de falla**, identifica todas las consecuencias en el sistema, proceso, producto, servicio, clientes o regulaciones. Estos son los **efectos potenciales** de falla. Pregunta: ¿Qué experimenta el cliente debido a esta falla? ¿Qué ocurre cuando esta falla sucede?

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA					
PROCESO <u>Preparación de café</u>					
PREPARADO POR: <u>AM</u>					
RESPONSABLE: <u>AM</u>					
#	FUNCIÓN / REQUERIMIENTO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO(S) POTENCIAL DE LA FALLA	SEV	Clas
1	SET UP CAFETERA [POLVO PARA CAFÉ]	Poco Polvo p/Café	Sin sabor	8	
			Sin olor	5	
			Color débil - Desconfianza del cliente	5	
		Mucho Polvo p/Café	Sabor fuerte - Efectos adversos en el cliente	6	
			Mal sabor	8	
			Mal olor	5	
Polvo p/Café Caducado	Mal sabor	8			
	Mal olor	5			

# SEVERIDAD

- Determine la severidad de cada efecto de acuerdo con la tabla y ponga el dato en el formato. La severidad tiene un rango entre 1 y 10, donde 1 es insignificante y 10 catastrófico.

Nota: Si el modo de falla tiene más de un efecto, considere utilizar el nivel de severidad más alta para ese modo de falla.

**ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA**

PROCESO Preparación de café

PREPARADO POR: AM

RESPONSABLE: AM

#	FUNCIÓN / REQUERIMIENTO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO(S) POTENCIAL DE LA FALLA	S E V	
1	SET UP CAFETERA [POLVO PARA CAFÉ]	Poco Polvo p/Café	Sin sabor	8	
			Sin olor	5	
			Color débil - Desconfianza del cliente	5	
		Mucho Polvo p/Café	Sabor fuerte - Efectos adversos en el cliente	6	
			Polvo p/Café Caducado	Mal sabor	8
				Mal olor	5

# ESCALA PROPUESTA PARA EVALUACIONES

## SEVERIDAD

Calificación		Criterio	
Cuantitativa	Cualitativa	Efecto en el cliente	Efecto en el proceso
1	Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador.
2	Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por clientes críticos (25%)	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
3	Menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 50% de los clientes.	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
4	Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 75% de los clientes.	El producto debe ser seleccionado y una parte reprocesada. Sin desechos.
5	Bajo	Producto con especificaciones de calidad o niveles de desempeño bajos. Operable o usable.	El 100% del producto debe ser reprocesado o reparado fuera de línea.
6	Moderado	Producto operable o usable pero el cliente estará insatisfecho.	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto
7	Alto	Producto operable o usable pero el cliente estará muy insatisfecho.	El producto tiene que ser seleccionado y una parte reparada con un tiempo y costo alto
8	Muy alto	El producto es inoperable o inusable.	El 100% del producto debe ser desechado o puede ser reparado a un costo inviable.
9 - 10	Peligroso	En modo potencial afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental.	Puede exponer al peligro al operador o al equipo.

# CAUSAS POTENCIALES

- Para cada modo de falla, determine todas las causas raíces potenciales. Use herramientas de causa-efecto tanto como la experiencia del equipo. Liste todas las posibles causas para cada modo de falla en el formato AMEF/FMEA.

*¿Qué pudo haber causado los modos de falla?*

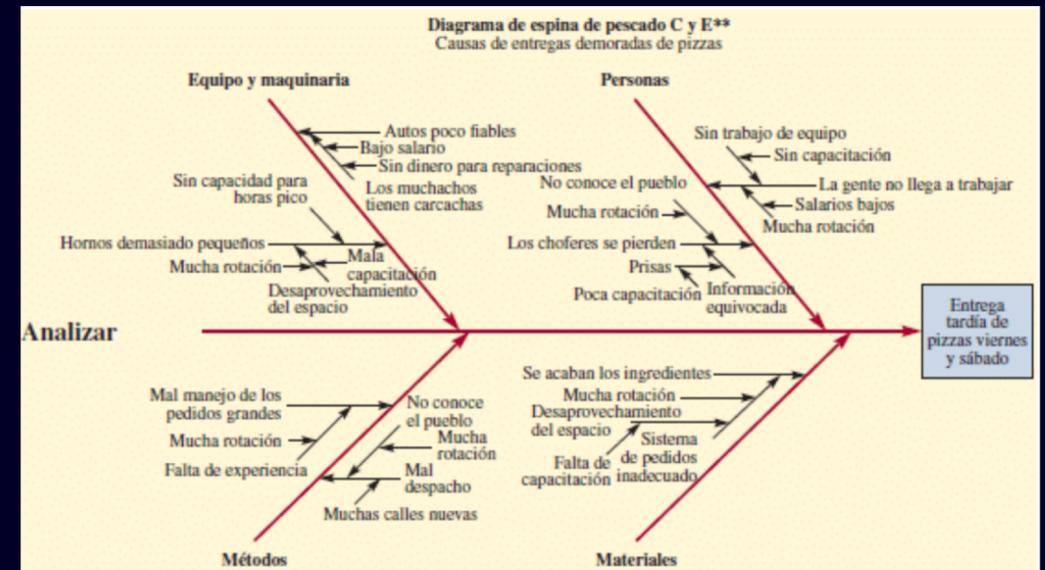
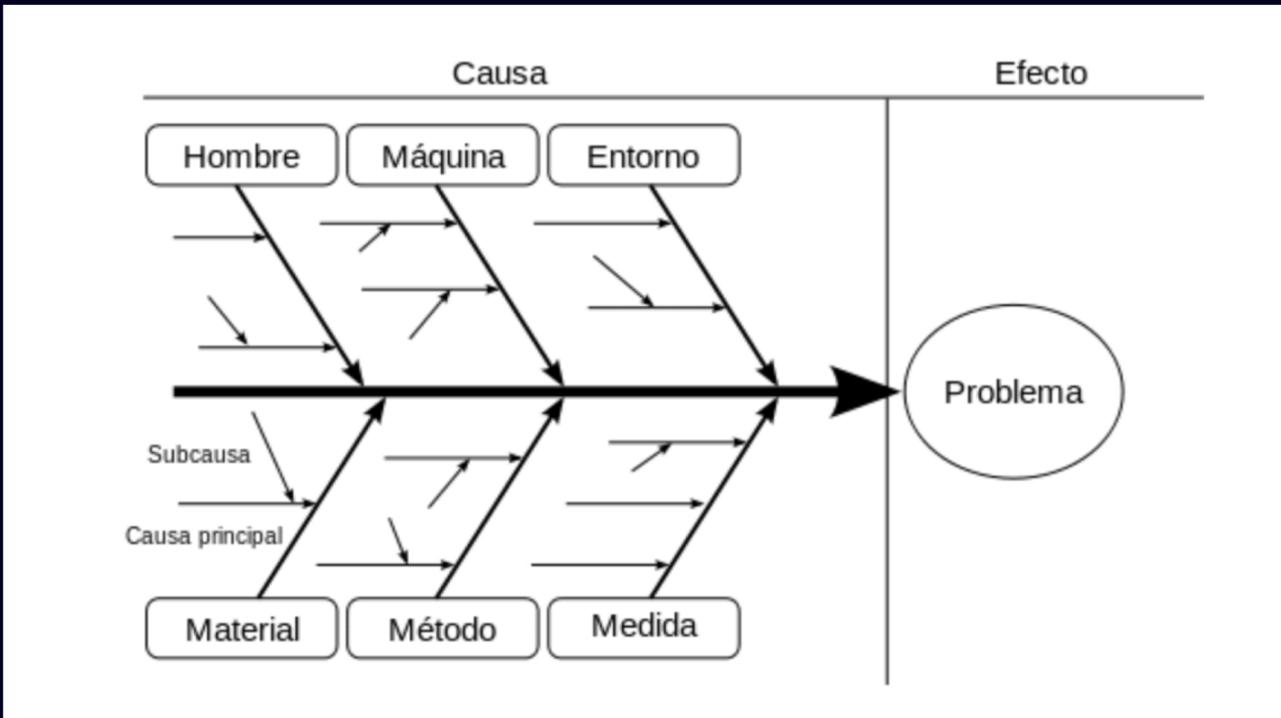
N° M DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_  
 PÁGINA: \_\_\_\_\_ 1 DE \_\_\_\_\_  
 FECHA (ORIG): \_\_\_\_\_ (REV): \_\_\_\_\_

CAUSA POTENCIAL DE LA FALLA	PROCESOS DE CONTROL ACTUALES				RPN	CRIT
	CONTROLES DE PREVENCIÓN	O c c	CONTROLES DE DETECCIÓN	D E T		
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	192	48
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	144	36
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	160	40
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	144	16
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	100	25
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	90	10

# Diagrama de pescado o Ishikawa

6M's

EJEMPLO



# FRECUENCIA/OCURRENCIA

9. Para cada causa, determine la frecuencia (ocurrencia) en que se puede presentar. Este indicador estima la probabilidad de que la falla ocurra por la razón indicada durante el tiempo de vida del alcance de la función indicada. La frecuencia es evaluada en una escala del 1 al 10, donde 1 es muy poco probable que suceda y 10 es inevitable. Indique la frecuencia en el formato para cada causa.

NÚM DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_

PÁGINA: \_\_\_\_\_ 1 DE \_\_\_\_\_

FECHA (ORIG): \_\_\_\_\_ (REV): \_\_\_\_\_

CAUSA POTENCIAL DE LA FALLA	PROCESOS DE CONTROL ACTUALES			RPN	CRIT	
	CONTROLES DE PREVENCIÓN	O c c	CONTROLES DE DETECCIÓN			D E T
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	192	48
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	144	36
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	160	40
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	144	16
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	100	25
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	90	10
					0	

# FRECUENCIA/OCURRENCIA

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
Moderada	4 5 6	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500 1 en 800 1 en 150
Alta	7 8	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50 1 en 15
Muy Alta	9 10	La falla es casi inevitable	1 en 6 >1 en 3

# PROCESOS DE CONTROL

10. Por cada causa, identifique procesos de control actuales. Estos pueden ser pruebas, procedimientos o mecanismos que se tienen implementados para que las fallas no lleguen al cliente. Estos controles podrían prevenir que ocurriera la causa que provoca el modo de falla, reducir la probabilidad de que ocurra, o detectar la falla después de que la causa ha ocurrido pero antes de que le afecte al cliente.

*¿Con qué contamos para detectar las causas o los modos potenciales de falla antes de que lleguen al cliente?*

NÚM DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_

PÁGINA: \_\_\_\_\_ 1 DE \_\_\_\_\_

FECHA (ORIG): \_\_\_\_\_ (REV): \_\_\_\_\_

POTENCIAL DE LA FALLA	PROCESOS DE CONTROL ACTUALES			
	CONTROLES DE PREVENCIÓN	O c c	CONTROLES DE DETECCIÓN	D E T
de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4
de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4
de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4
de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4
proveedor		5	Inspección visual de MP	4
no en almacén		2	No hay controles	9
proveedor		5	Inspección visual de MP	4
no en almacén		2	No hay controles	9

# DETECCIÓN

11. Para cada control, determine el nivel de detección. Este indicador estima qué tan bien los controles pueden detectar la causa o el modo de falla después de que ocurrió pero antes de que le afecte al cliente. Detección se mide en una escala de 1 a 10, donde 1 significa que el control es seguro que va a detectar el problema y 10 significa que el control no puede detectar el problema o que no existe control para su detección. En el formato AMEF/FMEA liste los niveles de detección para cada causa.

NÚM DE REFERENCIA: _____ PÁGINA: _____ 1 DE _____ FECHA (ORIG): _____ (REV): _____						
CAUSA POTENCIAL DE LA FALLA	PROCESOS DE CONTROL ACTUALES				RPN	CRIT
	CONTROLES DE PREVENCIÓN	O c c	CONTROLES DE DETECCIÓN	D E T		
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	192	48
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	144	36
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	160	40
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	144	16
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	100	25
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	90	10

# DETECCIÓN

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de Detección	Calif
		A	B	C		
Casi imposible	Certeza absoluta de no detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con inspección visual	8
Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación, o en dispositivos Pasa NO pasa realizado en el 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación	5
Moderada mente Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones subsiguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza (solo para causas de ajuste)	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones subsiguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación, verificación. No puede aceptar parte discrepante	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). No puede pasar la parte discrepante	2
Muy Alta	Controles seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el item ha pasado a prueba de errores dado el diseño del proceso/producto	1
Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección visual/manual						

## CARÁCTERÍSTICA CRÍTICA

12. OPCIONAL: ¿Este modo de falla está asociado con una característica crítica? Las características críticas son mediciones o indicadores que reflejan sistemas de seguridad o que cumplen con regulaciones de gobierno y requieren especial atención. Si es así, se indica un SI/YES en la columna indicada como CLASIFICACIÓN. Usualmente las características críticas tienen una severidad de 9 o 10 y niveles de frecuencia y detección arriba de 3.

# RPN

13. Calcular el “número de prioridad de riesgo”, o RPN, el cuál es igual a  $S \times O \times D$ . También se calcula la “criticalidad” multiplicando la severidad por la frecuencia,  $S \times O$ . Estos números proveen una guía para clasificar las fallas potenciales en el orden en que deben ser atendidas.

NÚM DE REFERENCIA: \_\_\_\_\_

PÁGINA: \_\_\_\_\_ 1 DE \_\_\_\_\_

FECHA (ORIG): \_\_\_\_\_ (REV): \_\_\_\_\_

CAUSA POTENCIAL DE LA FALLA	PROCESOS DE CONTROL ACTUALES				RPN	CRIT
	CONTROLES DE PREVENCIÓN	O c c	CONTROLES DE DETECCIÓN	D E T		
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	192	48
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	120	30
Dispositivo de medición sin usar		6	Inspección de producto final	4	144	36
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	160	40
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	144	16
Error del proveedor		5	Inspección visual de MP	4	100	25
Mucho tiempo en almacén		2	No hay controles	9	90	10

# ESCALA PROPUESTA PARA EVALUACIONES

## FMEA Scales for Severity, Occurrence & Detection

### Severity Scale for Failure Modes & Effects (scale of 1 [least severe] to 10 [most severe] for each effect)

Minor (Rank 1)	Low (Rank 2 - 3)	Moderate (Rank 4 - 6)	High (Rank 7 - 8)	Very High (Rank 9 - 10)
Unreasonable to expect that the minor nature of this failure will have any noticeable effect on item or system performance or subsequent process or assembly operation. Customer will most likely not be able to detect the failure.	Due to the nature of this failure, the customer experiences only slight annoyance. Customer will probably notice slight deterioration of the item or system performance or a slight inconvenience with a subsequent process or assembly operation, i.e. minor rework.	Failure causes some customer dissatisfaction which may include discomfort or annoyance. Customer will notice item or system performance deterioration. This may result in unscheduled rework/repair and/or damage to equipment.	High degree of customer dissatisfaction due to the nature of the failure, such as inoperable item or system. Failure does not involve safety or government regulation. May result in serious disruption to subsequent processing or assembly operations and/or require major rework.	Failure affects safety or involves noncompliance to government regulations. May endanger machine or assembly operator (9 with warning, 10 without warning)

### Occurrence Scale for Potential Root Causes (scale of 1 [least frequent] to 10 [most frequent] for each root cause)

Remote (Rank 1)	Very Low (Rank 2)	Low (Rank 3 - 5)	Moderate (Rank 6 - 7)	High (Rank 8 - 9)	Very High (Rank 10)
Failure unlikely. No failures ever associated with this process or almost identical processes (1=1:1.5M)	Only isolated failures associated with this process or almost identical processes (2=1:150K)	Isolated failures associated with similar processes (3= 1:30K; 4=1:4500; 5=1:800)	This process has occasional failures, but not in major proportions (6=1:150; 7=1:50)	This process or similar processes have often failed (8=1:9; 9=1:6)	Failure is almost inevitable (10=>1:3)

### Detection Scale for Failure Occurrence (scale of 1 [always detected] to 10 [never detected] for each occurrence)

Very High (Rank 1 - 2)	High (Rank 3 - 4)	Moderate (Rank 5 - 6)	Low (Rank 7 - 8)	Very low (Rank 9)	Absolutely No Detection (Rank 10)
Current controls almost certain to detect the failure mode. Reliable detection controls are known with similar processes. Process automatically prevents further processing.	Controls have a good chance of detecting failure mode, process automatically detects failure mode.	Controls may detect the existence of a failure mode.	Controls have a poor chance of detecting the existence of failure mode	Controls probably will not detect the existence of failure mode	Controls will not or can not detect the existence of a failure. No known controls available to detect failure mode.

# ACCIONES

14. Identificar acciones recomendadas. Estas acciones pueden ser cambios en el diseño o proceso para disminuir la severidad o la frecuencia. Pueden ser también controles adicionales para mejorar la detección. Es importante identificar quién es responsable de la acción y la fecha en que se debe completar esa acción.



ACCIONES RECOMENDADAS	R & D		RESULTADO DE LAS ACCIONES					CRIT
	RESPONSABLE	FECHA PARA CONCLUIR ACTIVIDAD:	ACCIONES TOMADAS	S e v	O c c	D e t	RPN	
Elaborar procedimiento de operación				8	3	2	48	24
Elaborar procedimiento de operación				5	3	2	30	15
Entrenamiento				5	3	2	30	15
Elaborar procedimiento de operación				6	3	2	36	18
Entrenamiento				8	5	3	120	40
Instalación de sistema de manejo de MP				8	2	3	48	16
Revisión de contrato con proveedor				5	2	4	40	10
Instalación de sistema de manejo de MP				5	2	2	20	10

# RESULTADOS

15. Una vez que las acciones se realizan, anote los resultados y la fecha en la forma AMEF/FMEA. También realice una nueva medición de RPN con los datos actualizados de S, O y D.



ACCIONES RECOMENDADAS	R & D		RESULTADO DE LAS ACCIONES					CRIT
	RESPONSABLE	FECHA PARA CONCLUIR ACTIVIDAD:	ACCIONES TOMADAS	S e v	O c c	D e t	RPN	
Elaborar procedimiento de operación				8	3	2	48	24
Elaborar procedimiento de operación				5	3	2	30	15
Entrenamiento				5	3	2	30	15
Elaborar procedimiento de operación				6	3	2	36	18
Entrenamiento				8	5	3	120	40
Instalación de sistema de manejo de MP				8	2	3	48	16
Revisión de contrato con proveedor				5	2	4	40	10
Instalación de sistema de manejo de MP				5	2	2	20	10



# EJERCICIO “HOT-DOG”

- Identificar las formas en las que el proceso puede fallar para cumplir con los requerimientos críticos del cliente.
- Estimar el riesgo de las causas específicas de esas fallas.
- Evaluar el plan de control actual para prevenir que ocurran fallas.
- Priorizar las acciones que tienen que llevarse a cabo para solucionar algún problema en el proceso

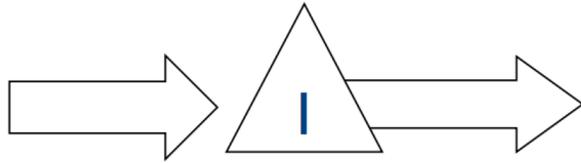


## EJERCICIO "HOT-DOG"

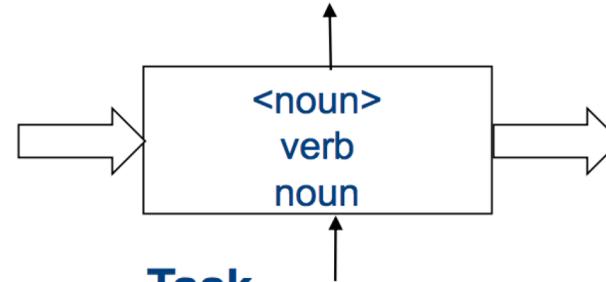


- Desarrolle un mapa de procesos para S&A Hot Dogs.
- Identifique entradas/salidas
- Coloque un *post-it* rectangular para cada proceso
- Coloque un *post-it* girado para cada decisión que deba tomar en el diagrama de procesos
- Dibuje líneas para flujos de información y proceso.
- Identifique con calcomanías:
  - Verde: Procesos donde es muy poco probable que se presenten problemas
  - Amarillo: Procesos donde es factible encontrar problemas
  - Rojo: Procesos donde es más probable encontrar problemas
- Realice un FMEA para los procesos en "rojo".

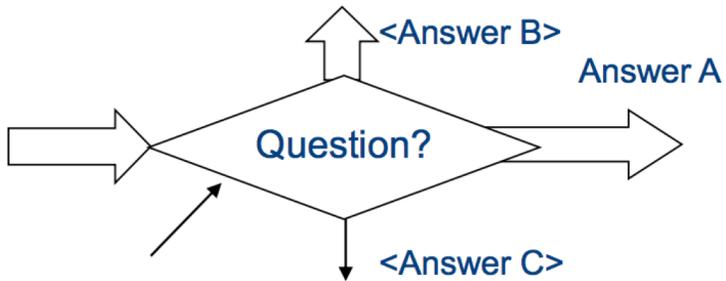
# Basic Mapping Symbols



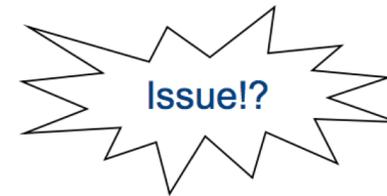
**Inventory or waiting**



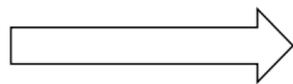
**Task**



**Decision**



**Burst**



**Main process flow**



**Secondary, feeder flow**

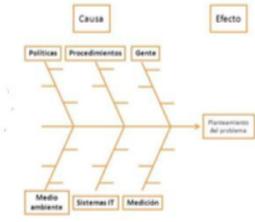
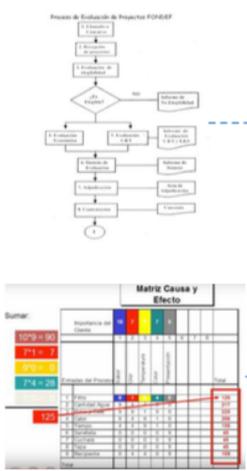


**Information flow**

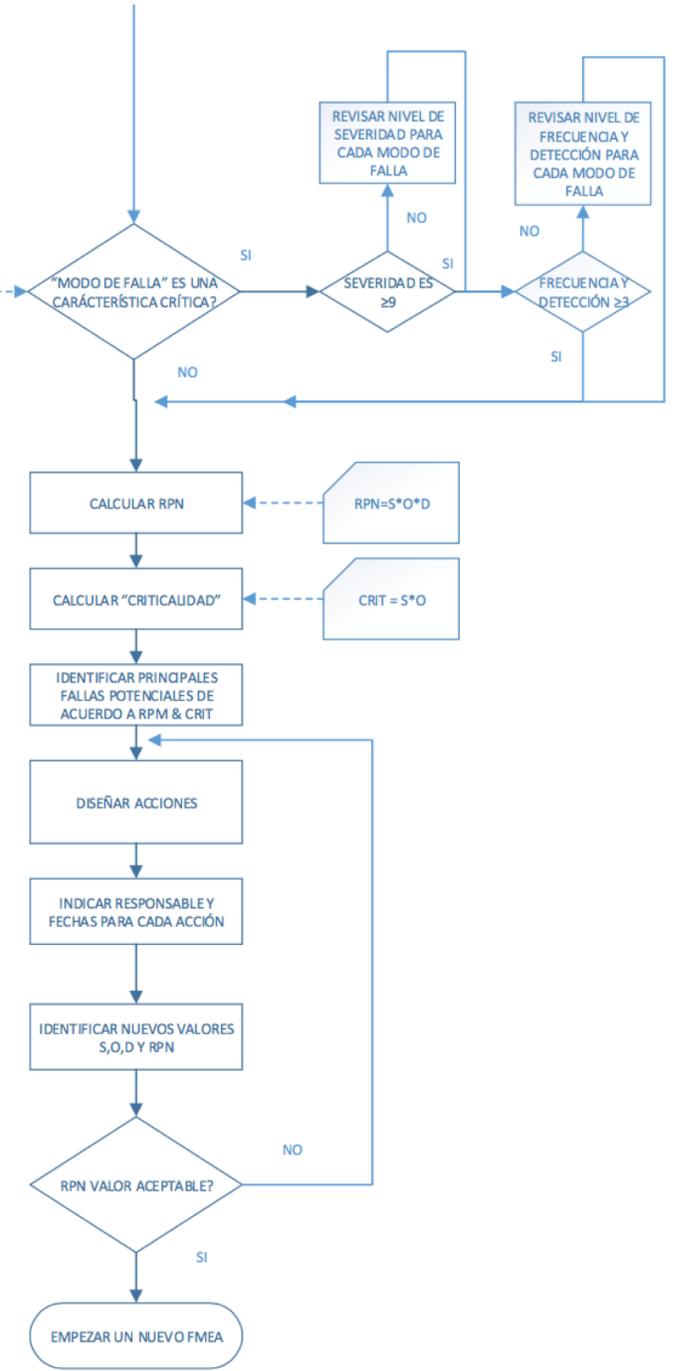
	Process step	Data for average day	T/O*
1	Sasha takes orders, collects the money, and chats with the walk up customers. Tacks onto order-in board.	60 sec spent taking customer order 50 customers per day Average order is for 2 dog/fruit/beverage combos	
2	Order on Order-in Board	Order-in spends 30 sec on board	
3	Andy gets order from board. If dogs are ready, Andy starts to fill order. Otherwise he adds more dogs to the grill.	Average time Andy spends cooking a hot dog is 50 sec.	
4	Andy puts dog in bun, wraps it in foil, adds fruit of choice, & puts in serving container.	Takes 20 sec per dog, about half the time spent adding fruit and putting in serving container.	
5	If order isn't complete, Andy repeats steps 4. Otherwise he puts order onto counter and returns to step 3.	10 sec per dog	
6	Order sits on counter for Sasha	Order spends 30 sec on counter	
7	Sasha checks the order	10 sec per order 10% of the orders returned to Andy	
8	Sasha adds beverage	10 sec per order	
9	Sasha calls customer to stand, delivers order and chats a bit	30 sec per customer	
10	Andy sets up his work area, keeping it clean and stocked	10 min each hour	
11	Sasha fills up condiments, keeps serving counter clean, and bags trash	10 min each hour	
		Cycle Time	

# FMEA Scales for Severity, Occurrence & Detection

Severity Scale for Failure Modes & Effects	Occurrence Scale for Potential Root Causes	Detection Scale for Failure Occurrence
<p><b>Very High (10-12):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>High (9):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>Medium (8):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>Low (7-1):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p>	<p><b>Very High (10-12):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>High (9):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>Medium (8):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>Low (7-1):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p>	<p><b>Very High (10-12):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>High (9):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>Medium (8):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p> <p><b>Low (7-1):</b> Catastrophic failure with severe safety or health consequences. Customer will be notified immediately and the manufacturer will be held responsible for the failure. The manufacturer will be held responsible for the failure.</p>



Critical characteristics are measurements or indicators that reflect safety or compliance with government regulations and need special controls



# EJEMPLO DE TABLAS ENFOCADAS

*Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ) 25(1): 15-26, 2010*

Análisis de modos de falla, efectos y criticidad  
(AMFEC) para la planeación del mantenimiento  
empleando criterios de riesgo y confiabilidad

Failure mode and effects and criticality analysis  
(FMECA) for maintenance planning using risk and  
safety criteria

*José R. Aguilar-Otero\*, Rocío Torres-Arcique, Diana Magaña-Jiménez*

Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.  
Ciencia y Tecnología 790. Fraccionamiento Saltillo 400, 25290 Saltillo, Coah., México  
Tel. (01)-844-4113200 Ext. 1235  
Correo-e (e-mail): joseaguilaro@comimsa.com

# TABLAS FRECUENCIA/CONSECUENCIA

**Tabla 2**  
*Categoría de frecuencias*

<i>Categoría</i>	<i>Cuantitativo</i>	<i>Cualitativo</i>
ALTA	>1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
MEDIA	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones
BAJA	1 en 100 años a 1 en 1000 años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
REMOTA	<1 en 1000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

**Tabla 1**  
*Categorías de consecuencia*

<i>Categoría</i>	<i>Menor C1</i>	<i>Moderado C2</i>	<i>Grave C3</i>	<i>Catastrófico C4</i>
<i>A las personas</i>				
Seguridad y salud del personal y proveedor y/o contratista	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles.	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; Incapacidad parcial o total permanentes
<i>Al ambiente</i>				
Descargas y Derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable.	Informe a las Autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran Volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
<i>Producción</i>				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos	Más de un mes de paro. Daños a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos

# Referencias

- Alvarez, M. (2015). *Análisis Modal de Fallos y Efectos - AMFE: Ejecución Paso a Paso Integrando Técnicas de Creatividad*. Manu Alvarez .
- Carlson, C. (2012). *Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes using Failure Mode and Effects Analysis*. Wiley.
- Carlson, C. S. (2012). *Good FMEAs, Bad FMEAs - What's the Difference?* Recuperado el 28 de Sept de 2017, de <http://www.weibull.com/hotwire/issue137/hottopics137.htm>
- Carson, C. S. (2017). *Effective FMEAs - Reader's Website*. Recuperado el 28 de Sept de 2017, de [http://www.effectivefmeas.com/Home\\_Page.html](http://www.effectivefmeas.com/Home_Page.html)
- K'nex. (2017). Recuperado el 28 de Sept de 2017, de Where Creativity Clicks: <https://www.knex.com>
- López, B. S. (2016). *Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)*. Recuperado el 28 de Sept de 2017, de Ingeniería Industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- Mikulak, R. J. (2008). *The Basics of FMEA*. Productivity Press.
- Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox*. ASQ Quality Press.