



TOOLBOX
SESIÓN



Árbol de Fallas Simplificado Para Analizar la Causa Raíz de un Evento de Falla Menor

Julio Cesar Wagner CMRP / CSAM

Director – CMI Consultoría

Bogotá Colombia

www.cmiconsultoria.com / contacto@cmiconsultoria.com

Análisis de Causa Raíz de Fallas - RCFA

- Es una metodología de confiabilidad.
- Identifica factores causales de falla.
- Identifica actividades o acciones rentables que los eliminen o mitiguen el impacto.
- Asociado a fallas catastróficas o con alto impacto.
- Análisis liderado por profesionales de confiabilidad (Facilitador).
- Información asociada a niveles tácticos y estratégicos.

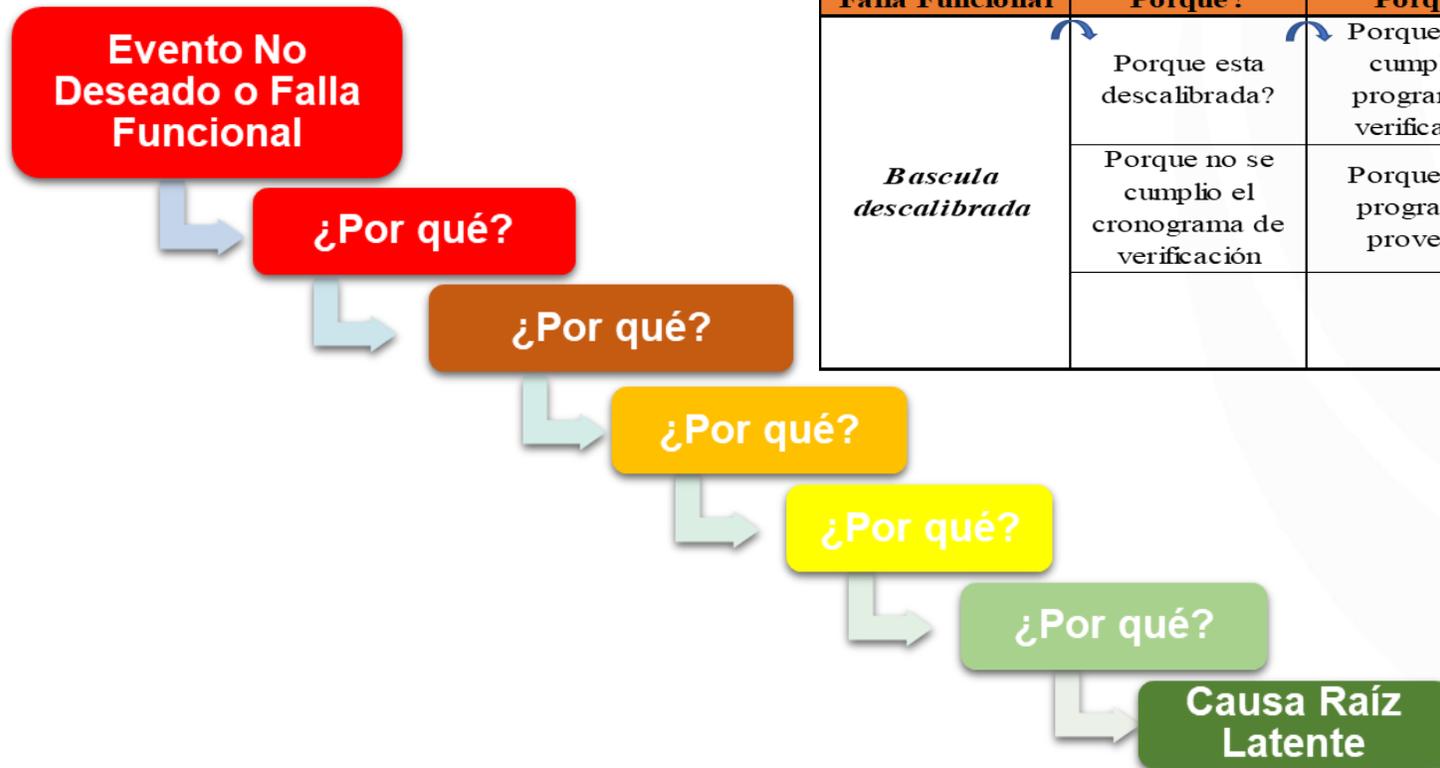
Tipos de Fallas

- ✓ **Fallas Crónicas:** Son aquellas fallas que ocurren con frecuencia, en ocasiones llegan a ser aceptadas como normales debido a que no se requiere mucho tiempo para ser corregidas, pero que a la larga impactan en el estado de resultados.
- ✓ **Fallas Catastróficas:** Una falla que causa la pérdida total de un ítem y que puede generar daños irreversibles al personal, medio ambiente y a la instalación.



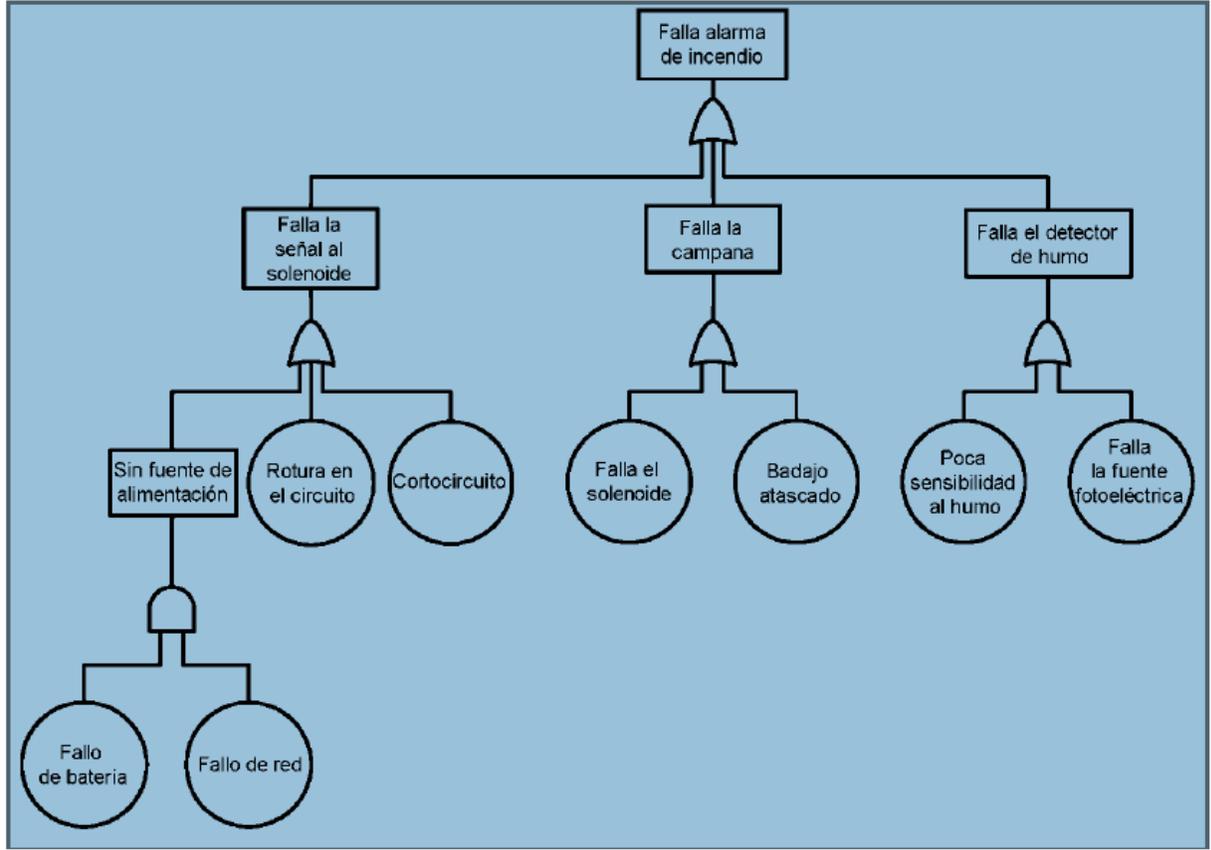
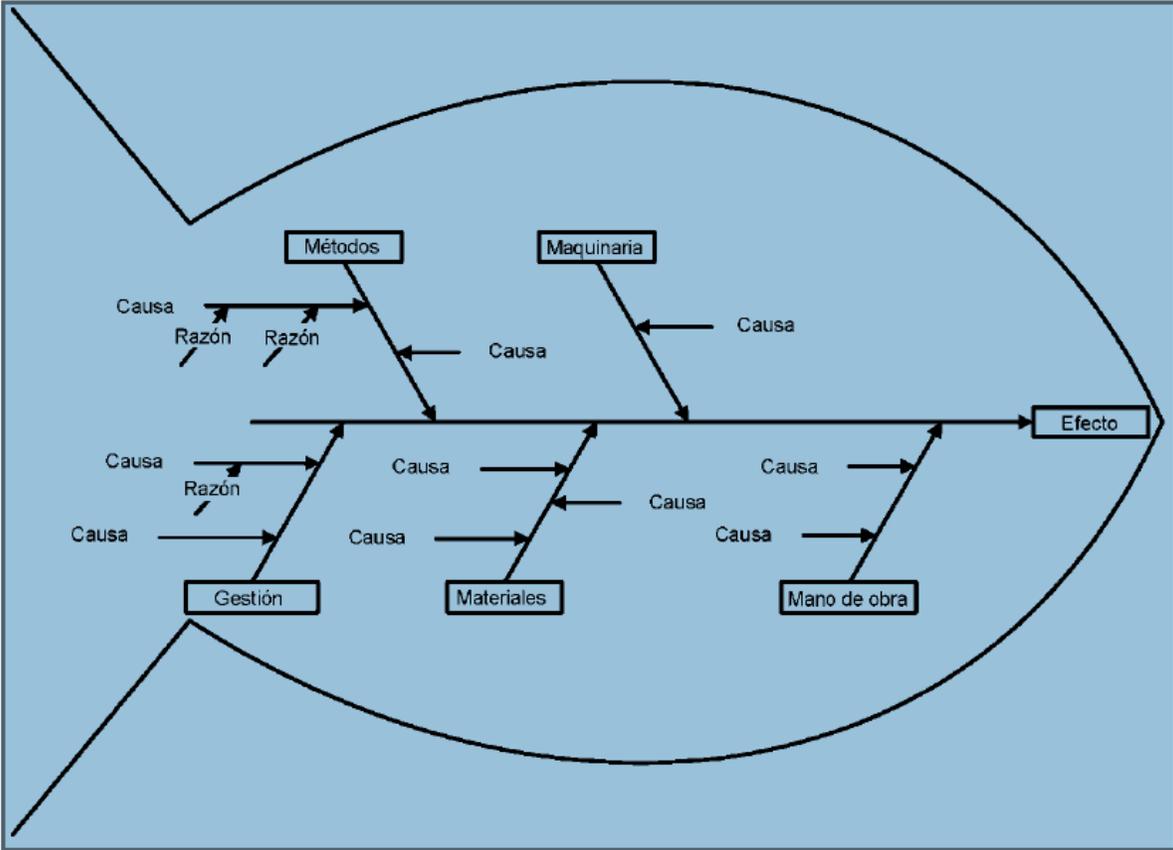
Tipos de Técnicas

| Falla Funcional | Porqué? | Porqué? | Porqué? | Porqué? | Porqué? |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|---|-------------------------------------|--|
| <i>Motor frenado</i> | Porque se agarroto el rodamiento | Porque no se lubricó | Porque el lubricador no realizo la rutina | Porque no tuvo tiempo de ejecutarla | Porque fue programado en otras tareas de mantenimiento |



| Falla Funcional | Porqué? | Porqué? | Porqué? | Porqué? | Porqué? |
|-----------------------------|--|---|---|--------------|---------|
| <i>Bascula descalibrada</i> | Porque esta descalibrada? | Porque no se cumplió el programa de verificación? | Porque no se programó al proveedor? | Porque....?? | |
| | Porque no se cumplio el cronograma de verificación | Porque no se programó al proveedor | Porque el Planeador de Mantenimeinto esta en vacaciones | ???? | |
| | | | | | |

Tipos de Técnicas – EN 62740:2015

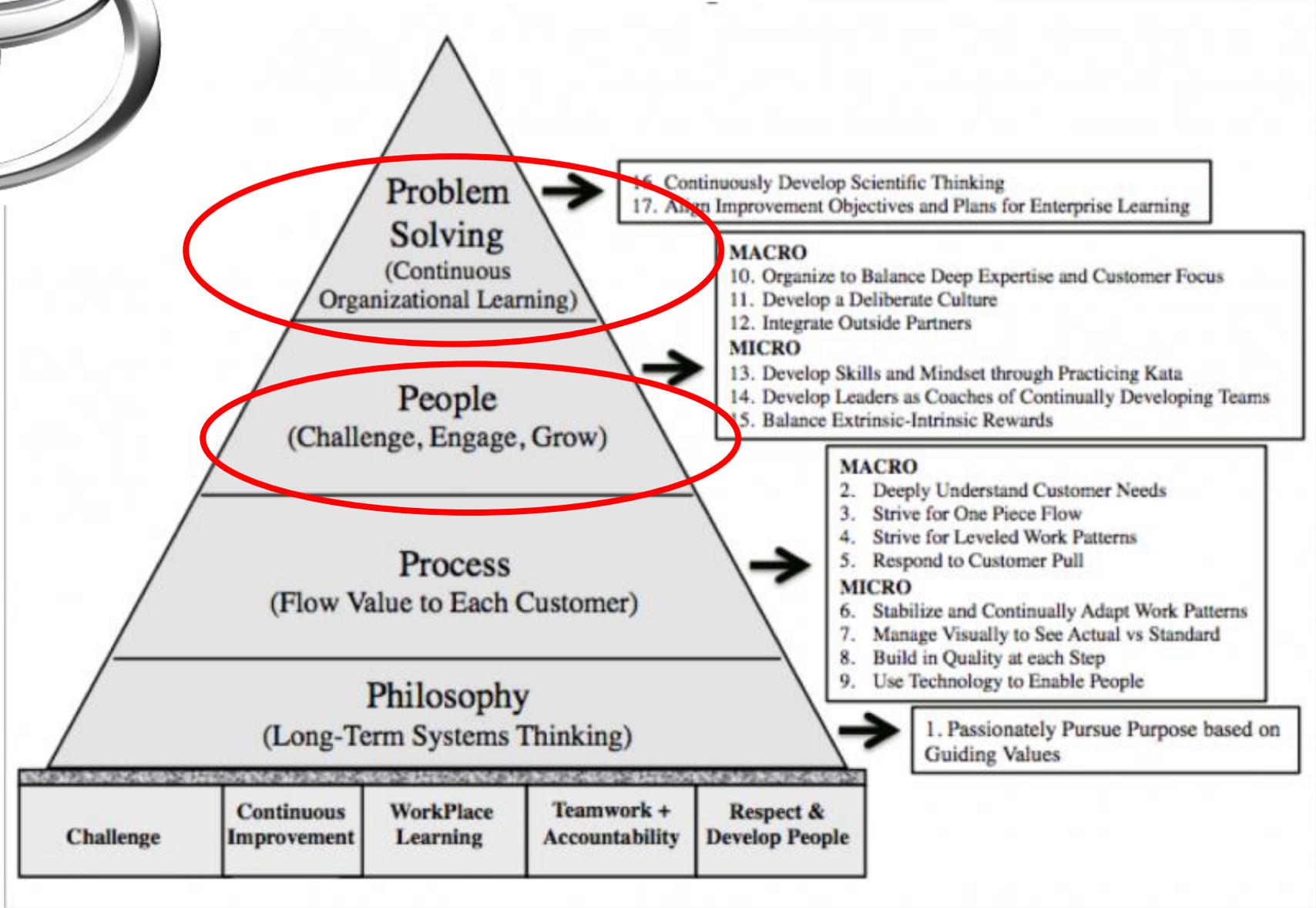


¿Para qué analizamos fallas?

- ✓ Para identificar la causa raíz
- ✓ Para definir qué debemos hacer para que no vuelva a suceder
- ✓ Para controlar consecuencias no deseadas y riesgos
- ✓ Para apoyar el cumplimiento de objetivos tácticos y estratégicos
- ✓ Para crear y mantener cultura de confiabilidad
- ✓ Para lograr mejora continua



Modelo TPS - TOYOTA



¿Qué necesitamos para implementar un proceso exitoso de análisis de fallas?

- ✓ Establecer una política y compromiso genuino con la solución efectiva de problemas (1P)
- ✓ Contar con las competencias y el conocimiento necesario para un proceso de análisis de fallas – RCFA (3P)
- ✓ Contar con un proceso (procedimiento) de análisis de fallas debidamente definido y divulgado (2P)
- ✓ Enlazar la eficacia de los planes de acción con KPI's de relevancia (4P)
- ✓ Seguimiento gerencial de los resultados (4P)

¿Qué deseamos de nuestro proceso de análisis de fallas?

- ✓ Que sea una política viva de compañía
- ✓ Que sea un proceso sistemático y sistémico
- ✓ Que exista conciencia sobre su valor en el proceso de mejora continua y compromiso con su ejecución
- ✓ Que tenga seguimiento y materialización efectiva
- ✓ Que no dependa de personal exclusivo
- ✓ Que los directamente involucrados puedan desarrollarlo

¿Qué información necesitamos para ejecutar un análisis de fallas exitoso?

- ✓ Identificar claramente el activo físico o proceso que ha fallado y su contexto operacional
- ✓ Entender y definir claramente la función y el estándar funcional
- ✓ Entender y definir claramente como ha fallado, que función o funciones se dejaron de cumplir
- ✓ Definir modos de falla razonablemente probables o históricos
- ✓ Definir y entender claramente que pudo haber causado esos modos de falla
- ✓ Definir acciones que bloqueen esos modos de falla

¿Qué necesitamos para que nuestro personal de base realice un RCFA?

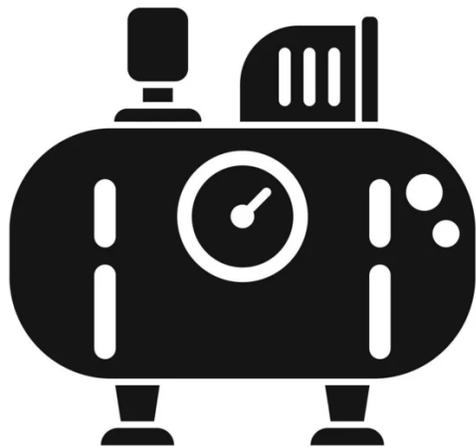
1. Tomar firmemente la decisión y ponerla en marcha - **Voluntad**
2. Definir y documentar el proceso y el alcance - **Estandarización**
3. Capacitar al personal base en las técnicas de análisis y en el proceso definido – **Formación**
4. Iniciar con casos piloto y hacer fuerte acompañamiento – **Puesta en marcha y seguimiento**
5. Convertir la práctica en una actividad sistemática – **Rutina**
6. Medir el impacto a través de KPI´s pertinentes - **Mejora**

¿Qué etapas debería tener un proceso RCFA para el personal de base?

1. Entender el Gatillo que explica porque debe hacerse el análisis de falla
2. Definir el contexto del activo o proceso en falla y entender la función y estándar funcional
3. Entender en qué condiciones se presentó la falla funcional, ¿cuándo? ¿como? ¿a quién? ¿en dónde?
4. Aplicar la técnica de análisis en la cual han sido entrenados
5. Resolver dudas durante el analisis y validar las conclusiones
6. Cumplir el compromiso de implementar las acciones propuestas, medir y divulgar su resultado

Contexto Operacional

- ✓ El contexto operativo se puede definir como las condiciones reales de proceso bajo las cuales opera un equipo, incluye todos los criterios y parámetros de desempeño establecidos por el usuario y cualquier otra variable externa o interna que pueda tener influencia en el nivel de desempeño. Influye fuertemente en los modos de falla (históricos y potenciales) que afectan el equipo.



Contexto Operacional

“El turbosoplante de aire de soplo es un equipo rotativo compuesto por una turbina de vapor de acción-reacción y un compresor centrífugo de alto caudal. La turbina requiere vapor de calderas de 30 BAR, 400° C y un caudal de 30 T/h. El soplante debe entregar aire comprimido al Alto Horno a un caudal de 900 m³/min a una presión de 4 BAR. Trabaja 24/7 y el equipo de respaldo solo aporta un 65% de la capacidad nominal requerida. Cuenta con sistema de monitoreo continuo de medición de vibraciones y temperatura, en turbina y compresor, con tres niveles de alarma para indicar falla potencial en cojinetes, por desplazamiento axial o desbalanceo de rotor, cuenta con sistema de lubricación y potencia hidráulica con respaldo, para aportar aceite de lubricación a 0,7 BAR y aceite para control a 4,5 BAR. Cada dos años está programada una inspección con equipo parado para determinar niveles de desgaste y/o corrosión en alabes de turbina y desgaste en alabes de compresor...”

Contexto Operacional - ¿Cómo hacerlo?

Norma SAE JA 1011

|  | | Contexto Operacional | | |
|---|-----------|----------------------|----------|-------------|
| Fecha: | Division: | Proceso: | Sistema: | Subsistema: |
| Proceso continuo o proceso por lotes | | | | |
| Estándares de calidad | | | | |
| Estándares de seguridad | | | | |
| Estándares ambientales | | | | |
| Lugar de las operaciones | | | | |
| Intensidad de las operaciones | | | | |
| Redundancias (si existen) | | | | |
| Repuestos (si aplica alguna decisión crítica) | | | | |
| Demanda de mercado/suministro de materia prima | | | | |

Función, Estándar de Desempeño y Falla

✓ **Función** – Lo que el equipo/sistema debe realizar, la razón de ser del equipo.

➤ bombear agua

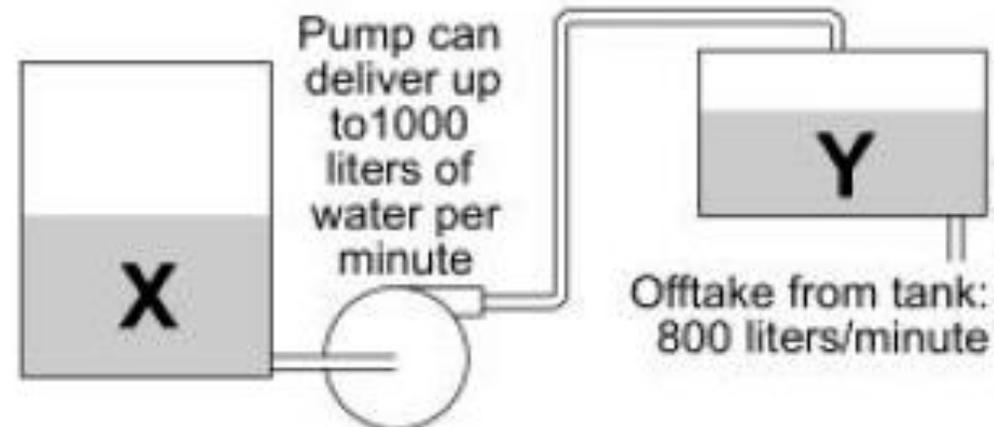
✓ **Estándar de Desempeño** – Cuantificación del desempeño requerido del equipo/sistema para que se considere que cumple con la función.

➤ bombear agua a un caudal mínimo de 800 l/m

Función, Estándar de Desempeño y Falla

✓ **Falla** – Incumplimiento de la función y/o del estándar funcional

➤ ***bombea por debajo de 800 l/m***



Información Fundamental del Evento de Falla

- ✓ **¿Qué Pasó?** – Descripción clara y concreta del evento
- ✓ **¿Como Pasó?** – Explicación del evento
- ✓ **¿Cuándo Paso?** – Información precisa de la fecha y hora
- ✓ **¿Dónde Pasó?** – Información precisa del lugar del evento
- ✓ **¿A Quién le Pasó?** – Identificación precisa de los protagonistas
- ✓ **¿Ya Había Pasado?** – Investigación precisa de antecedentes

¡40% o 50% de la solución efectiva!

¿Qué es un Árbol de Fallas? EN 61025:2011

✓ El Análisis de Árbol de Fallos (FTA) es un análisis deductivo, de arriba hacia abajo, en el cual una falla funcional o evento no deseado (primer nivel) es analizado por medio de sus modos de falla (segundo nivel) más probables o históricos y a su vez estos modos de falla se relacionan con hipótesis o posibles mecanismos de falla.

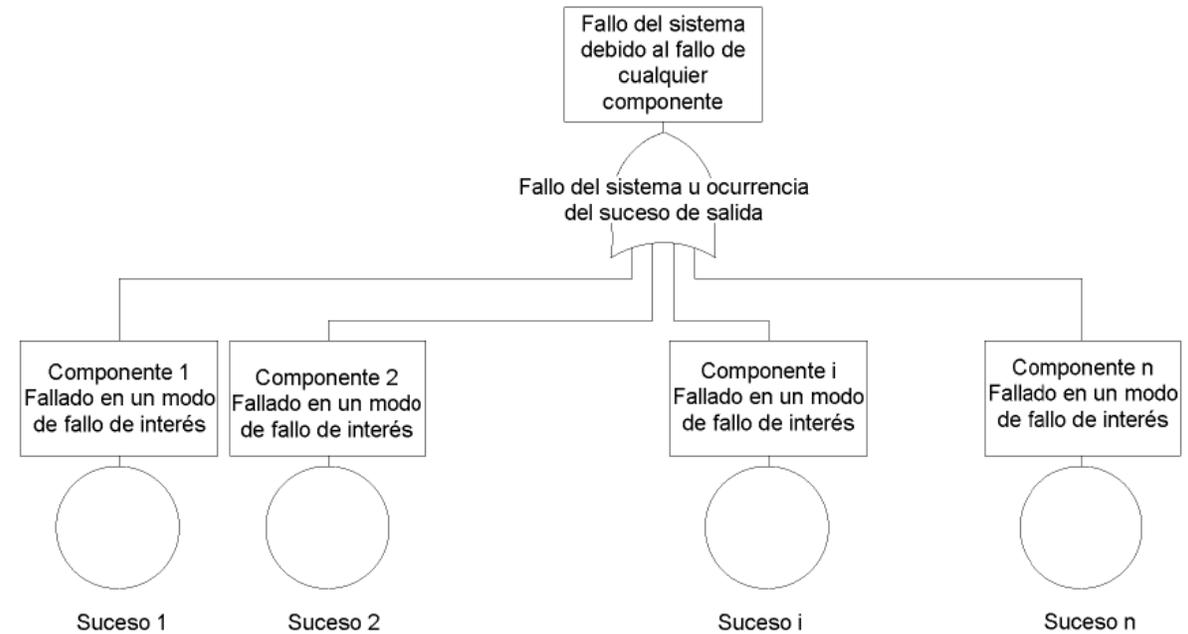


Figura 2 – Representación del árbol de fallo de una estructura serie

**Falla Funcional / Evento
No Deseado**

**Modo de
Falla # 1**

**Modo de
Falla # 2**

**Modo de
Falla N**

Hipótesis # 1

Hipótesis # 2

...N

Causa Raíz (CF, CL, CH)

Pasos Para Desarrollar un Árbol de Fallas Simplificado

- ✓ Escribir la falla funcional en la copa del Árbol de Fallas
- ✓ A la falla funcional le hacemos la pregunta:

¿Causado Por?

- ✓ La respuesta debería indicarnos los posibles modos de falla, y cada modo de falla le hacemos la pregunta:

¿Causado Por?

- ✓ La respuesta a esta pregunta debería darnos la(s) posible(s) hipótesis, y sobre cada hipótesis nos preguntamos:

¿Causado Por?

- ✓ La respuesta a esta pregunta debería darnos las posibles causas raíz y sobre estas se define la acción correctiva – **¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo?**

Revisemos un Caso Posible



Desde la válvula de admisión hasta la válvula de descarga

- ✓ Activo: Bomba de enfriamiento # 1 / bombeo de agua fría desde la torre de enfriamiento hacia línea de proceso n° 1 con una intensidad de operación de 24/7 sin stand by.
- ✓ Ubicación: Zona de servicios de fabrica
- ✓ Función: Bombear agua a 800 l/m @90 PSI a la línea de proceso # 1
- ✓ Falla Funcional: Bombea menos de 800 l/m
- ✓ Fecha de la falla funcional: Progresivo a partir del día 20 del mes pasado
- ✓ Consecuencias:
 - ✓ Impacto en HSE: ninguno
 - ✓ Afectación al presupuesto de mantenimiento: < 5%, aceptable
 - ✓ **Afectación operacional: Disminución del 15% del rendimiento de la línea principal de proceso por recalentamiento de materia prima**

Revisemos un Caso Posible



Desde la válvula de admisión hasta la válvula de descarga

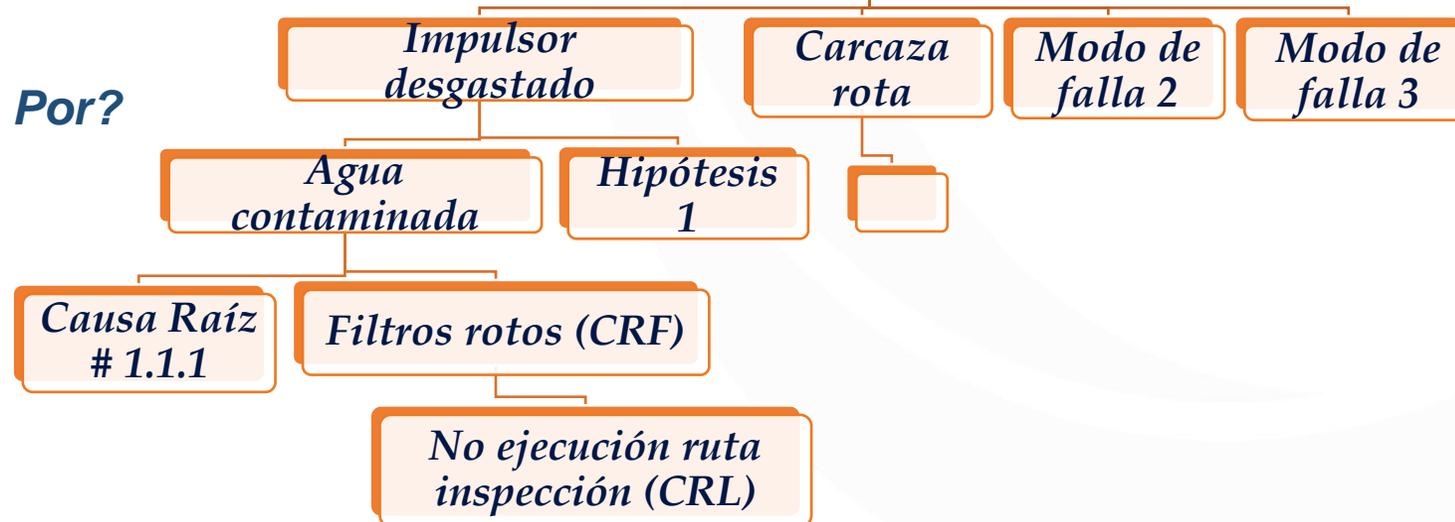
Bombea por debajo de 800 l/m

¿Causado Por?

¿Causado Por?

¿Causado Por?

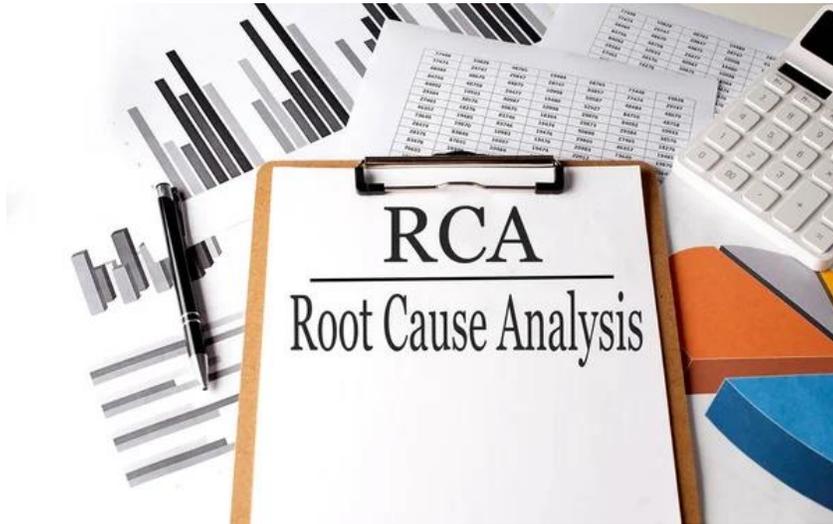
¿Causado Por?



Revisemos un Caso Posible – Plan de Acción

| Acción Definida - ¿Que hacer? y ¿Como hacerlo? | Recursos Requeridos | Es Posible Implementar Antes que se Repita la Falla? | ¿Es Menos Costosa la Solución que la Consecuencia de la Falla? | Responsable de Ejecución | Fecha de Cumplimiento |
|--|---------------------|--|--|--------------------------|-----------------------|
| | | | | | |

¿Cómo Facilitar el Proceso?



| | | | |
|--|---------------------|---------------|--|
| ORDEN DE TRABAJO | | N° | |
| PRIORIDAD: | | CUENTA N° | |
| REQUERIDO POR: | APROBADO POR: | FECHA: | |
| EQUIPO: | | | |
| DESCRIPCION DEL PROBLEMA: | | | |
| | | | |
| SUPERVISOR: | | SECCION: | FECHA: |
| MATERIAL Y HERRAMIENTAS ESPECIALES NECESARIAS: | | | |
| | | | |
| COORDINADO POR: | | DEPARTAMENTO: | |
| N° DE ORDEN DE IMPEDIMENTO DE LA OPERACION: | | TIEMPO: | FECHA: |
| REGRESO A OPERACION: FECHA | | HORA: | SUPERVISOR: |
| SERVICIO VERIFICADO: <input type="checkbox"/> | RESPONSABLE | | |
| SUMARIO DEL SERVICIO EJECUTADO: | | | |
| | | | |
| FECHA DE TERMINACION DEL SERVICIO: | | | HORA: |
| COMENTARIOS SOBRE EL PROBLEMA: | | | |
| | | | |
| Horas-hombre estimadas | Horas-hombre reales | Nombres | Comentarios relativos al consumo de Horas-hombre |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Influencia de la organización en el RCFA – EN 62740:2015

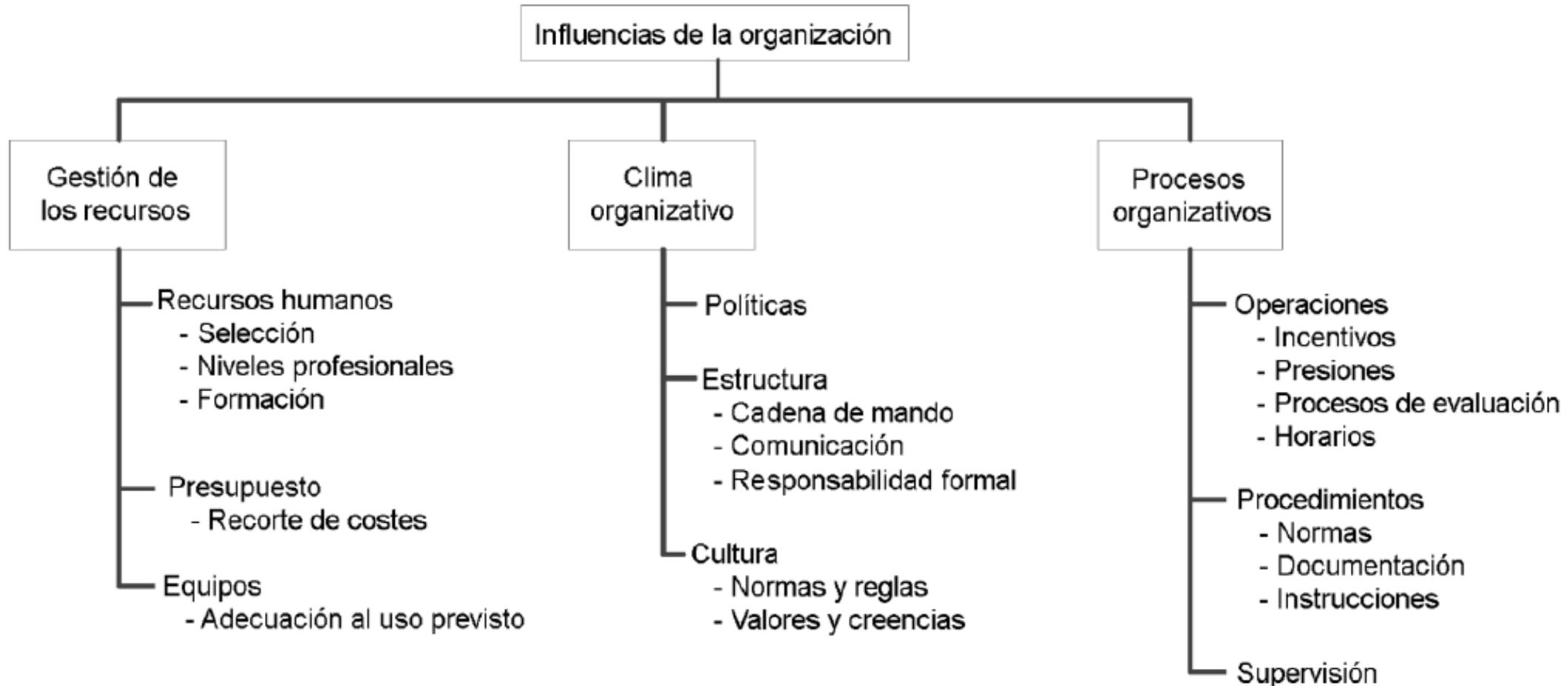


Figura E.6 – Nivel 4: Cuestiones organizativas

Resumen

- ✓ Después de tomar la decisión y establecer la directiva gerencial de implementar un proceso formal de Análisis de Causa Raíz – RCA, este debe ser documentado y formalizado bajo la estructura documental del sistema de gestión y posteriormente divulgado a todas las partes interesadas – Personal de piso de planta.
- ✓ Todo proceso RCA debe iniciar con la definición del contexto operacional y la recolección de información para tener una clara visión de: ¿qué paso? ¿dónde paso? ¿cuándo paso? ¿qué efecto y consecuencia genero?
- ✓ Debe ser seleccionada una técnica de análisis adecuada al tipo de falla o desviación presentada: Árbol de Fallo Simplificado para eventos menores de falla.
- ✓ Se debe clasificar la jerarquía de causas raíz identificadas según su nivel de riesgo ($R = C \times P$) para enfocar el recurso disponible a los riesgos más relevantes.
- ✓ Se deben plantear planes de acción técnicamente factibles y costos efectivos de forma que la solución propuesta tenga la mayor probabilidad de éxito en el menor tiempo posible.



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

16
EDICIÓN

iGRACIAS!

Julio Cesar Wagner

dirección@cmiconsultoria.com