

# CASO PRÁCTICO



**APLICAR LO APRENDIDO EN EL CURSO DE  
GESTION DE NO CONFORMIDADES,  
ACCIONES CORRECTIVAS Y MEJORA  
CONTINUA EN UN:**

**“TALLER DE MANTENCION DE  
MOTORES DE TRENES”**



# ESTRUCTURA DEL CASO PRACTICO



## Introducción

Presentaciones, expectativas y objetivos del curso



## Módulo 1

Fundamentos: NC, Corrección, Acción Correctiva y Mejora — ISO 9001



## Módulo 2

Tipos de NC, ciclo PHVA, seguimiento y cierre



## Módulo 3

Detección, redacción OIR, análisis de causa raíz y formulación de AC



## Talleres Prácticos

Aplicación y ejercicios grupales



## Cierre

Retroalimentación



◀ RETROALIMENTACIÓN — Satisfacción cliente / Indicadores proceso / NC detectadas / Auditorías ISO 9001

**Una NC no es un evento aislado: es una señal del sistema. Gestionarla bien cierra el ciclo de mejora continua.**



### Pensamiento lineal

"El técnico falló" en vez de analizar si el sistema de verificación de bobinados tiene puntos de control insuficientes.



### Trabajo en silos

El área de reparación no ve el impacto de sus NC en las pruebas finales ni en el reclamo posterior del operador ferroviario.



### Foco en resultados inmediatos

La presión de entregar la locomotora a FEPASA lleva a corregir el síntoma sin analizar la causa. La NC vuelve en semanas.



### Miedo al error

En culturas punitivas, registrar una NC se percibe como admitir un fallo personal. Los problemas se ocultan en vez de gestionarse.



### Inercia mental

"Siempre hemos reparado así los motores de tracción". Cuestionar el procedimiento se evita si el problema no es aún visible.



### Falta de comunicación transversal

Sin datos compartidos entre turnos o entre diagnóstico y reparación, nadie puede ver tendencias sistémicas.

# ¿POR QUÉ ESTE CURSO EN UNA EMPRESA DE MANTENCIÓN?



*Empresa Mantenación de Motores lleva más de 15 años certificada ISO 9001 reparando motores de tracción, generadores y equipos ferroviarios para Clientes FCAB, FEPASA y TRANSAP.*

*En este contexto, cada NC no gestionada tiene consecuencias directas:*



Locomotoras fuera de servicio: paradas no planificadas en operación ferroviaria crítica



Costos de retrabajo en reparación de motores de tracción y bobinados de alta potencia



Reclamos de clientes ferroviarios (FCAB, FEPASA, TRANSAP) y pérdida de confianza



Incumplimiento del Plan Maestro 2030 expansión regional requiere sistema de calidad robusto



Pérdida de oportunidades de mejora que limitan la proyección hacia países vecinos





### No Conformidad (NC)

Incumplimiento de un requisito. En Truck Energy: bobinado de motor de tracción fuera de especificación, resistencia de aislamiento bajo límite, proceso de prueba no ejecutado.

### Corrección

Acción INMEDIATA para eliminar la NC detectada. Ejemplo: rebobinar el estátor defectuoso, reemplazar el rodamiento de tracción fuera de tolerancia.

### Acción Correctiva (AC)

Acción para eliminar la CAUSA RAÍZ y evitar la recurrencia. Va más allá de la corrección: ataca el sistema, el procedimiento o el proceso que permitió la NC.

### Oportunidad de Mejora

Situación que, sin ser una NC, permite mejorar resultados. Ej: reducir tiempos de diagnóstico de motores de locomotora o digitalizar las órdenes de trabajo.



## Sistémico

RECOMENDADO

Considera interrelaciones. Detecta causas estructurales y previene recurrencias.

*Ej: Ver cómo una falla en el proceso de barnizado afecta la prueba final y el reclamo del operador ferroviario.*



## Crítico

RECOMENDADO

Cuestiona suposiciones y evalúa datos objetivamente. Detecta problemas ocultos.

*Ej: ¿Es el técnico la causa, o el procedimiento de selección de repuestos no define la especificación correcta?*



## Reactivo

LIMITADO

Resuelve después de que ocurre. Útil en emergencias pero no previene recurrencia.

*Ej: Reemplazar el motor de tracción dañado sin investigar por qué falló el control de temperatura.*



## Lineal

LIMITADO

Ve causa→efecto simple. Ignora dinámicas sistémicas y causas complejas.

*Ej: "La locomotora falla porque el técnico ensambló mal". Fin del análisis. NC recurrente.*

**NO CONFORMIDAD MAYOR**

*Afecta directamente la capacidad del sistema para cumplir requisitos. Requiere acción correctiva inmediata y seguimiento prioritario.*

**CRITERIOS**

- Ausencia total de un proceso o control requerido por ISO 9001
- Incumplimiento repetitivo de un requisito ya corregido anteriormente
- Producto/servicio que no cumple especificaciones del cliente
- Falla que pone en riesgo la confiabilidad del equipo ferroviario

**EJEMPLOS EMPRESA MANTENCIÓN DE MOTORES**

- No existe procedimiento de prueba eléctrica post-reparación de motor de tracción
- Motor de locomotora entregado sin prueba de aislamiento, tercera vez en 6 meses
- Resistencia de aislamiento 0,3 MΩ vs. mínimo 100 MΩ exigido por FEPASA

**NO CONFORMIDAD MENOR**

*No afecta gravemente el sistema pero puede convertirse en mayor si no se corrige. Requiere seguimiento dentro del plazo acordado.*

**CRITERIOS**

- Incumplimiento puntual y no sistemático de un requisito
- Registro incompleto en formato requerido (sin afectar resultado)
- Desvío de procedimiento sin impacto en calidad del equipo
- Evidencia objetiva aislada sin patrón de recurrencia

**EJEMPLOS EMPRESA MANTENCIÓN DE MOTORES**

- Orden de trabajo de locomotora sin firma de revisión en equipo de baja criticidad
- Fecha de calibración del instrumento no registrada en el formato correspondiente
- Motor de generador almacenado sin etiqueta de estado (pero identificado internamente)



**1** Reaccionar ante la NC: contenerla y corregirla de inmediato

**2** Evaluar la necesidad de acción para eliminar las causas raíz

**3** Implementar las acciones necesarias

**4** Revisar la eficacia de las acciones tomadas

**5** Actualizar riesgos y oportunidades si corresponde

**6** Hacer cambios al SGC si se requiere

**7** Conservar información documentada como evidencia



### NC de Producto / Servicio



Motor de tracción con aislamiento  $< 100 \text{ M}\Omega$  tras reparación (mínimo FEPASA)



Generador con vibración fuera de límite en prueba de banco de carga



Documentación de reparación de locomotora incompleta al momento de entrega

### NC de Proceso



Procedimiento de impregnación de bobinado no ejecutado según IT-TE-004



Torque de apriete de tapa de motor de tracción no registrado en OT



Prueba de vacío no realizada antes del cierre de la orden de trabajo ferroviaria

### NC de Sistema



Instrumento de medición de aislamiento sin calibración vigente



Técnico ejecutando reparación de equipo ferroviario sin certificación requerida



Auditoría interna ISO 9001 no realizada en el plazo programado del SGC



**P**

- ▶ Detectar / registrar la NC en el sistema
- ▶ Analizar causas raíz con ACR
- ▶ Definir acciones y responsables
- ▶ Establecer plazos de implementación

PLANIFICAR

**H**

- ▶ Implementar acciones correctivas
- ▶ Ejecutar correcciones inmediatas
- ▶ Capacitar al personal involucrado
- ▶ Documentar evidencias en el SGC

HACER

PHVA  
MEJORA  
CONT.

**V**

- ▶ Revisar eficacia de las acciones
- ▶ Confirmar que la NC no se repite
- ▶ Evaluar indicadores de resultado
- ▶ Auditar cumplimiento del plan AC

VERIFICAR

**A**

- ▶ Estandarizar si la AC fue eficaz
- ▶ Actualizar procedimientos e instructivos
- ▶ Revisar oportunidades de mejora
- ▶ Escalar a revisión por la dirección

ACTUAR



*Una NC no puede cerrarse sin evidencia de eficacia verificada. Cerrar por vencimiento de plazo sin verificación invalida la AC.*



### Inspección en Recepción

Locomotora ingresa con daño en arrollado de estátor no declarado por el cliente



### Reclamación del Cliente

Motor de TRANSAP devuelto: falla prematura de bobinado a los 2 meses de servicio



### Control de Proceso

Medición de resistencia de aislamiento fuera de rango en motor de tracción



### Auditoría Interna ISO 9001

Procedimiento de sellado de motor ferroviario no cumplido según registro de OT



### Inspección Final / Pruebas

Prueba en banco de carga muestra temperatura anormal en cojinete de generador



### Revisión por la Dirección

Tendencia de retrabajos en equipos FCAB superior al indicador meta del trimestre



## O — Objeto

*¿Qué elemento o proceso presenta la NC?*

"El motor de tracción DC 750V / 22 kW OT-2201..."

## I — Incumplimiento

*¿Cuál es la desviación observable y medible?*

"...presenta resistencia de aislamiento de 0,8 MΩ..."

## R — Requisito

*¿Qué requisito, norma o especificación incumple?*

"...siendo el mínimo requerido 100 MΩ según IT-EL-003 y contrato FEPASA."

**NC Completa:**

"El motor de tracción DC 750V OT-2201 presenta resistencia de aislamiento de 0,8 MΩ, siendo el mínimo requerido 100 MΩ según IT-EL-003 y especificación FEPASA."



*NO redactar: "El motor está mal." — Sin objeto específico, desviación medible ni requisito de referencia la NC no es accionable.*



1

### Definición del problema

¿Qué ocurrió? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Cómo?  
Documentar con evidencia objetiva y datos reales.

2

### Recopilación de datos

Reunir registros, entrevistar involucrados, revisar órdenes de trabajo y fichas técnicas del equipo.

3

### Identificación de causas

Distinguir causas inmediatas (síntomas visibles) de causas raíz (problema sistémico real).

4

### Análisis

Usar herramientas: 5 Por Qués, Ishikawa, Is/Is Not. Validar hipótesis con evidencia concreta.

5

### Desarrollo de acciones correctivas

Diseñar medidas que eliminen la causa raíz. Deben ser específicas, medibles, alcanzables y con plazo.

6

### Verificación de eficacia

Comprobar con evidencia que las acciones resolvieron el problema y previenen la repetición.

**5 Por Qué**

Preguntar '¿Por qué?' sucesivamente hasta llegar a la causa raíz.  
Simple y efectivo para NC repetitivas de reparación ferroviaria.

*Ej: Motor falla → lubricación insuficiente → frecuencia no respetada → no está en programa de mantención preventiva...*

**Diagrama Ishikawa  
(Causa-Efecto)**

Organiza causas en 6M: Mano de obra, Método, Máquina, Material, Medición, Medio ambiente.

*Ej: Útil para NC complejas donde intervienen múltiples factores: técnico + procedimiento + instrumento + material a la vez.*

**Análisis Is / Is Not  
(Análisis de Hallazgos)**

Delimita el problema por contraste: ¿Qué sí ocurre vs. qué no ocurre?  
Focaliza la búsqueda de causa.

*Ej: Solo falla en motores de tracción DC de cierta potencia, solo en turno tarde, solo con cierto lote de barniz de impregnación.*



### Pensamiento CRÍTICO

Cuestiona cada respuesta. Asegura que sean lógicas, objetivas y basadas en evidencia. Evita suposiciones.

*Ej: "¿Tenemos datos que confirman que el técnico no siguió el procedimiento, o solo lo suponemos?"*



Descompone el problema en partes. Conecta causas inmediatas con la raíz construyendo secuencia lógica.

*Ej: "Bobinado falla → selección incorrecta de barniz → sin control de viscosidad en proceso → procedimiento sin especificación."*



### Pensamiento CREATIVO

Identifica causas menos evidentes. Promueve soluciones innovadoras cuando las tradicionales no son suficientes.

*Ej: "¿Y si implementamos checklist digital que valide la especificación del barniz antes de iniciar impregnación?"*



### Pensamiento SISTÉMICO

Considera interrelaciones. Identifica cómo el problema afecta a otros procesos, personas y clientes ferroviarios.

*Ej: "Esta falla en el bobinado también afecta la garantía, el stock de insumos y el contrato con TRANSAP."*



**NC: Motor de tracción DC devuelto por FEPASA — falla en rodamiento de tracción a los 2 meses de operación en locomotora**

- |   |                                         |                                                                                                                                                 |
|---|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ¿Por qué falló el rodamiento?           | Porque tenía juego excesivo al momento del montaje en el eje de tracción                                                                        |
| 2 | ¿Por qué tenía juego excesivo?          | Porque el rodamiento instalado era de tolerancia estándar, no de ajuste para motor de tracción ferroviario                                      |
| 3 | ¿Por qué se instaló uno estándar?       | Porque el técnico tomó el rodamiento disponible en bodega sin verificar especificación técnica                                                  |
| 4 | ¿Por qué no verificó la especificación? | Porque la orden de trabajo no indicaba la especificación del rodamiento de tracción requerida                                                   |
| 5 | ¿Por qué la OT no lo indicaba?          | Porque el procedimiento de reparación de motores ferroviarios no incluye campo obligatorio de especificación de repuestos críticos → CAUSA RAÍZ |

AC resultante: Rediseñar formulario OT incorporando campo obligatorio de especificación de repuestos críticos para motores ferroviarios.



|   |            |                                                                                                                      |                                                                                                                           |
|---|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S | Específica | Apunta exactamente a la causa raíz. No acciones genéricas del tipo "mejorar el proceso".                             | Ej: "Incorporar campo obligatorio de especificación de rodamiento de tracción en OT de motores ferroviarios."             |
| M | Medible    | Indicador que confirme si la AC fue eficaz y en qué grado.                                                           | Ej: "0 NC por rodamiento incorrecto en los próximos 90 días desde la implementación del nuevo formulario OT."             |
| A | Alcanzable | Factible con los recursos disponibles de la Empresa de Mantenimiento de motores de trenes. Una AC inviable no sirve. | Ej: "Actualizar la plantilla de OT en el sistema" (al alcance del área de calidad y jefe de producción)."                 |
| R | Relevante  | Ataca la causa raíz, no el síntoma. Evita la recurrencia del mismo problema.                                         | Ej: "No solo reemplazar el rodamiento dañado, sino rediseñar el control de selección de repuestos críticos ferroviarios." |
| T | Con plazo  | Fecha límite clara. Sin plazo, la AC pierde urgencia y raramente se implementa.                                      | Ej: "Actualizar plantilla OT: responsable Jefe de Producción, plazo 20 días hábiles."                                     |



### ACCIÓN INMEDIATA (AI)

*Controla el síntoma*

**¿Cuándo? Al detectar la NC — de forma urgente**

Limitar los efectos del problema. NO elimina la causa raíz.

#### Ejemplos

- Separar y etiquetar el motor de tracción NC — En análisis
- Suspender entrega a Cliente hasta verificar prueba de aislamiento
- Detener proceso de bobinado hasta identificar lote de barniz defectuoso



### ACCIÓN CORRECTIVA (AC)

*Elimina la causa raíz*

**¿Cuándo? Después del análisis causal (ACR)**

Eliminar la causa raíz para que la NC no vuelva a ocurrir. Requiere evidencia de eficacia.

#### Ejemplos

- Rediseñar formulario OT con especificación obligatoria de repuestos críticos
- Implementar punto de control de prueba de aislamiento en proceso post-barnizado
- Capacitar técnicos en interpretación de tolerancias de rodamientos de tracción



### ACCIÓN PREVENTIVA (AP)

*Evita problemas potenciales*

**¿Cuándo? Proactivamente, ante riesgo identificado**

Eliminar causa de NC potencial antes de que ocurra. Nace del análisis de riesgos del SGC.

#### Ejemplos

- Revisar OT de motores ferroviarios críticos antes de entrega al Cliente sin NC existente
- Calificar nuevos proveedores de materiales de bobinado antes de cambio de proveedor
- Implementar checklist de recepción de equipos de alta potencia (>100 kW)



*Una OM no requiere que exista una NC. Surge de la observación, análisis de indicadores y pensamiento proactivo.*



### Mejora de Proceso

Reducir tiempo de diagnóstico de motores de locomotora mediante protocolo de medición secuencial eléctrico-mecánico.



### Mejora de Producto

Incorporar kit estándar de rodamientos de alta precisión para motores de tracción de clientes FCAB y FEPASA.



### Mejora de Sistema

Digitalizar las órdenes de trabajo para trazabilidad en tiempo real de cada motor ferroviario en reparación.



### Mejora Cultural

Programa de sugerencias de mejora con reconocimiento para técnicos: apoya el Plan Maestro 2030 de la Empresa.



## REGISTRO

## INFORMACIÓN DOCUMENTADA — FORMULARIO SAC/OM TRUCK ENERGY

| Campo                 | Descripción                                                                     | Obligatorio |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| N° SAC/OM             | Número correlativo único — ej: SAC-TE-2025-001                                  | Sí          |
| Fecha apertura        | Fecha de detección de la NC/OM en la Empresa                                    | Sí          |
| Tipo                  | NC Producto / NC Proceso / NC Sistema / OM                                      | Sí          |
| Fuente                | Inspección / Auditoría ISO 9001 / Reclamo cliente / Control proceso / Dirección | Sí          |
| Descripción (OIR)     | Objeto + Incumplimiento + Requisito — motor / proceso / documento afectado      | Sí          |
| Corrección inmediata  | Acción tomada de forma urgente para contener la NC                              | Si aplica   |
| Análisis causal       | Técnica utilizada (5 Por Qués / Ishikawa / Is-Is Not) + causa raíz identificada | Sí          |
| Acción correctiva     | Plan de acción: qué se hará, responsable y plazo                                | Sí          |
| Fecha verificación    | Plazo para revisar la eficacia de la AC                                         | Sí          |
| Evidencia de eficacia | Descripción del resultado obtenido y evidencia documentada                      | Sí          |
| Estado                | Abierta / En proceso / Cerrada                                                  | Sí          |
| Aprobado por          | Encargado de Calidad o Gerencia según criticidad del equipo ferroviario         | Sí          |



## ORIGEN DEL ANALISIS CAUSA RAIZ (ACR)

1940–50

Gestión de calidad e ingeniería: primeros métodos estructurados de resolución de problemas en manufactura.

1960–70

Industria aeroespacial y nuclear: herramientas de análisis de riesgos y fallos críticos (NASA, energía nuclear).

1980–90

Sistemas de calidad ISO: el ACR se incorpora formalmente como requisito en estándares de gestión.

1990 →

Pensamiento sistémico: enfoque holístico que considera interrelaciones dentro del sistema organizacional.

## BENEFICIOS PARA LA EMPRESA

**Elimina recurrencias**

Ataca la causa real, no el síntoma. El motor no vuelve a fallar por la misma razón.

**Protege contratos**

Cientes FEPASA, FCAB y TRANSAP exigen confiabilidad. El Análisis Cauda Raiz ACR resguarda la relación comercial.

**Fortalece el SGC**

Cada AC implementada mejora procedimientos e instructivos del sistema ISO 9001.

**Bajo costo**

Solo requiere tiempo, método y conocimiento del equipo técnico de taller.

**Apoya el Plan Maestro 2030**

Una empresa que aprende de sus NC puede expandirse regionalmente con calidad demostrada.



Las NC y AC se activan en la fase de Análisis del Desempeño → retroalimentan el diseño del proceso → cierran el ciclo de mejora del SGC de Truck Energy.



## 01 DETECCIÓN

¿QUÉ OCURRE?

Se identifica un incumplimiento con requisitos (norma, procedimiento, especificación del cliente ferroviario).

### ACCIONES CLAVE



Documentar inmediatamente la NC observada



Recopilar evidencia objetiva: fotos, registros, mediciones, OT

## 02 REGISTRO

¿QUÉ OCURRE?

Se formaliza el hallazgo en el formulario SAC/OM del SGC de Truck Energy.

### ACCIONES CLAVE



Describir: fecha, lugar, proceso/equipo afectado, evidencia objetiva del incumplimiento



Asegurar que la información sea precisa y completa (aplicar regla OIR)

## 03 ANÁLISIS

¿QUÉ OCURRE?

Se investiga la causa subyacente para evitar que vuelva a ocurrir en equipos ferroviarios.

### ACCIONES CLAVE



Reunir al equipo técnico para analizar desde distintas perspectivas



Distinguir causa inmediata (síntoma visible) de causa raíz (problema real del sistema)

## 04 ACCIÓN

¿QUÉ OCURRE?

Se diseñan e implementan las acciones que eliminan la causa raíz (criterios SMART).

### ACCIONES CLAVE



Definir responsables y plazos para cada acción



Actualizar procedimientos o instructivos si corresponde

## 05 VERIFICACIÓN

¿QUÉ OCURRE?

Se comprueba si las acciones resolvieron el problema y previnieron su repetición.

### ACCIONES CLAVE



Verificar con evidencia objetiva: medición, registro, re-auditoría



Solo si hay evidencia se procede al cierre formal de la NC



Al elegir una acción correctiva, las personas tomamos decisiones basadas en distintos criterios. Conocerlos ayuda a formular AC más efectivas y sostenibles.

|                     |                           |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                     |
|---------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lógica y análisis   | <div>✓</div> <div>✗</div> | <p>Decisiones objetivas y fundamentadas. Minimiza errores impulsivos.</p> <p>Puede ser lento y pasar por alto factores humanos.</p>                                                   | <p><i>Ej La Empresa: Evaluar costo-beneficio de actualizar el sistema de OT digital vs. manual.</i></p>                             |
| Experiencia previa  | <div>✓</div> <div>✗</div> | <p>Acelera decisiones usando conocimientos prácticos de reparación ferroviaria.</p> <p>Riesgo de sesgo: lo que funcionó antes puede no aplicar al contexto actual.</p>                | <p><i>Ej La Empresa: Usar plan de mantenimiento que funcionó para motores similares de Cliente FEPASA.</i></p>                      |
| Valores y ética     | <div>✓</div> <div>✗</div> | <p>Refuerza la integridad del Sistema Gestión de la Calidad y la reputación ante clientes como FCAB.</p> <p>Puede entrar en conflicto con presiones de plazo o costos operativos.</p> | <p><i>Ej La Empresa: Priorizar proveedores de materiales certificados aunque sean más costosos.</i></p>                             |
| Consenso del equipo | <div>✓</div> <div>✗</div> | <p>Promueve adhesión del equipo técnico a la AC implementada.</p> <p>Puede llevar al conformismo si no existe una cultura de mejora instalada.</p>                                    | <p><i>Ej La Empresa: Incluir técnicos de taller en la definición del nuevo procedimiento de bobinado.</i></p>                       |
| Emoción / intuición | <div>✓</div> <div>✗</div> | <p>Útil en decisiones urgentes: parada de locomotora, emergencia en faena.</p> <p>Puede ser subjetivo e ignorar evidencia objetiva del análisis causal.</p>                           | <p><i>Ej La Empresa: Seleccionar técnico comprometido para liderar análisis de No conformidad (NC) crítica con el Cliente .</i></p> |



## AC EFICAZ — Se puede cerrar ✓

La NC original no ha vuelto a ocurrir en el período de seguimiento definido.

El indicador asociado mejoró o se mantuvo dentro del rango objetivo.

El proceso o procedimiento fue actualizado y el equipo lo conoce y aplica.

Existe evidencia documentada: medición, registro, re-inspección o re-auditoría.

El cliente (FEPASA, FCAB, TRANSAP) no ha reportado recurrencia del problema.

## AC NO EFICAZ — No se puede cerrar ✗

La misma NC volvió a ocurrir durante o después del período de seguimiento.

El indicador no mejoró o empeoró tras implementar la acción.

La acción fue implementada parcialmente o en una sola OT y no se estandarizó.

Solo existe declaración verbal del responsable sin evidencia objetiva.

El proceso subyacente no cambió: solo se «habló» con el técnico involucrado.

# CASO PRÁCTICO

GESTIÓN DE  
NO CONFORMIDADES,  
ACCIONES CORRECTIVAS  
Y OPORTUNIDADES  
DE MEJORA

REALICE LOS TALLERES ASOCIADOS AL  
CASO PRÁCTICO

“EMPRESA DE MANTENCION DE  
MOTORES DE TRENES”

