

# Mantenimiento basado en confiabilidad y mantenimiento basado en riesgo aplicado a la industria del petróleo

# Inspección Basada en Riesgo (RBI)

Proceso de evaluación y gestión del riesgo en función de la potencial pérdida de contención del fluido en los procesos de transformación, almacenamiento o transferencia de los fluidos en los equipos e instalaciones empleadas para ello, para lo cual se gestiona el riesgo principalmente a través de planes de inspección.

El modo de falla evaluado se genera principalmente debido al deterioro de los materiales por incidencia de los mecanismos de degradación que se activan debido a la Interacción de los componentes de contención con los fluidos y sus condiciones operacionales.

# Objetivo de Inspección Basada en Riesgo (RBI)

- La Inspección Basada en Riesgo involucra el priorizar y administrar un Programa de Inspección, a fin de determinar el plan de inspección de los componentes o activos en función de su nivel de riesgo.

**“80% del riesgo se asocia normalmente al 20% de los equipos.”**

- Optimizar la utilización de los recursos de inspección sobre la base de asignar los recursos de inspección en los equipos que representa el riesgo más alto
- Optimización del alcance del trabajo para un Paro de Planta programado/reparación mayor programada

# Características del Proceso de RBI

## ➤ Proceso “Mejoramiento Continuo”

Adecua los planes de inspección conforme a las condiciones del equipo y a los requerimientos de mitigación de riesgo en función del contexto operacional y expectativas de deterioro del activo.

## ➤ Proceso Integrado

El flujo de trabajo del análisis RBI se integra rigurosamente con el Sistema de Administración de Inspección así como con los datos que provienen de los Sistemas de Mantenimiento e Históricos del Proceso

## ➤ Proceso Consistente

La Identificación de los Lazos de Corrosión proporcionan un dato de entrada valioso y sirve como el punto de inicio para el Proceso de Análisis de RBI que se realiza al Nivel de Componentes de RBI

# Etapas del Programa de RBI

- Fase Uno: Identificar los Modos de Falla Específicos o Mecanismos de Deterioro
- Fase Dos: Evaluación del Riesgo
- Fase Tres: Identificación de Alternativas de Mitigación
- Fase Cuatro: Desarrollo de Planes de Inspección y Acciones de Control de Riesgo

# Etapas del Programa de RBI

## **Fase Uno: Identificar los Modos de Falla Específicos o Mecanismos de Deterioro**

- Identificación de Modos de Degradación que aplican a un equipo de forma individual o a sus componentes
- Los mecanismos de degradación se definen como las diferentes formas de deterioro de tipo electroquímico, biológico, mecánico, físico o térmico que pueden deteriorar los componentes de contención del activo

## **Fase Dos: Evaluación del Riesgo**

- Se estima o mide la velocidad de deterioro y la tolerancia del equipo ante cada mecanismo de deterioro
- Esta evaluación da como resultado en un Factor de Daño para cada mecanismo de deterioro
- El Factor de Daño Acumulado se obtiene al sumar los Factores de Daño individuales.
- El Factor de Daño Acumulado al combinarse con la Consecuencia definen el nivel de riesgo.

# Etapas del Programa de RBI

## **Fase Tres: Identificación de Alternativas**

- Se examina el equipo de alto riesgo y se investigan las diferentes alternativas de mitigación del riesgo
- Estas alternativas pueden incluir un Plan de Inspección, un remplazo de Equipo, y una Reparación de Equipo más adecuada, o en algunos casos extremos un Cambio en Proceso

## **Fase Cuatro: Desarrollo de un Plan de Acción**

- Si hay múltiples alternativas para mitigar el riesgo, entonces se desarrolla un plan de acción después de realizar un Análisis Costo Beneficio

# Productos del Programa de RBI

**Lazos de Corrosión y  
Recolección de Datos**

**A**

## **Identificación de Lazos de Corrosión**

- Definición del Lazos de corrosión
- Mecanismos potenciales de degradación
- Definición de Ventanas Operativas

**Recolección y carga de datos de diseño y proceso**

**Evaluación de  
Riesgo y  
Generación de  
Planes de  
Inspección**

**B**

## **Evaluación del Riesgo**

- Identificación de Mecanismos de Degradación
- Evaluación de las Consecuencias
- Evaluación de Probabilidades
- Clasificación del Riesgo

## **Otros Datos Históricos**

- Historia de Mantenimiento
- Variación de Condiciones del Proceso

**C**

## **Desarrollo de Planes de Inspección**

- Generación de Recomendaciones RBI
- Consolidación de Recomendaciones de RBI
- Generación de Planes de Inspección

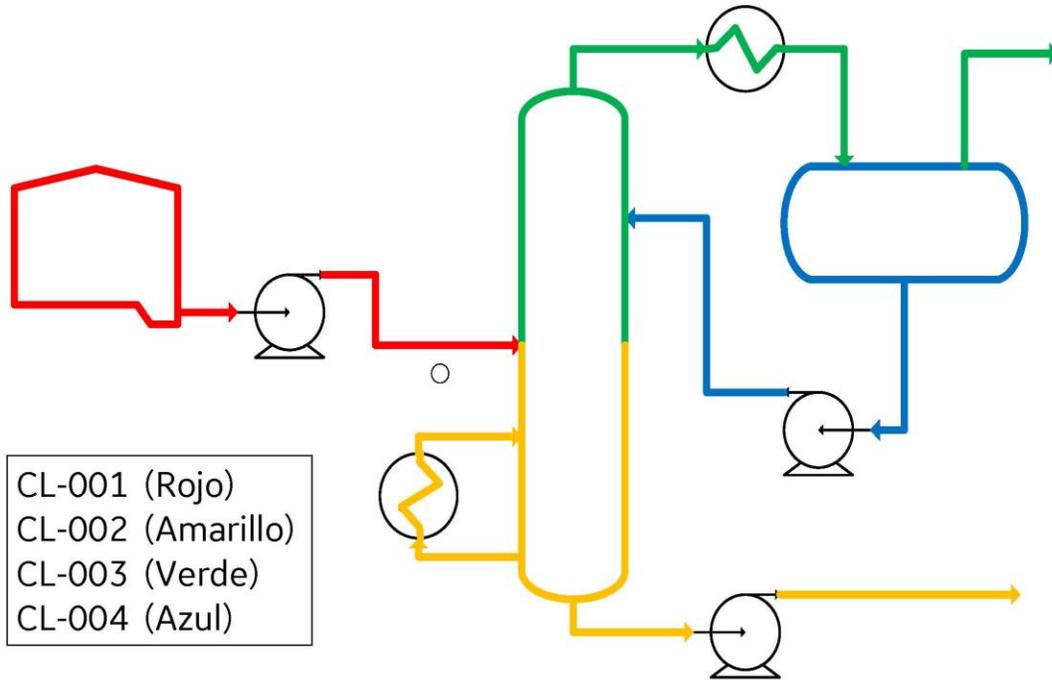
**D**

## **Ejecución de las Estrategias de Inspección**

- Documentación de Hallazgos y Condiciones
- Actualizaciones Planes de Inspección
- Generación y Seguimiento de Recomendaciones

# Definición de Lazos de Corrosión

## Definir los Circuitos de Corrosión

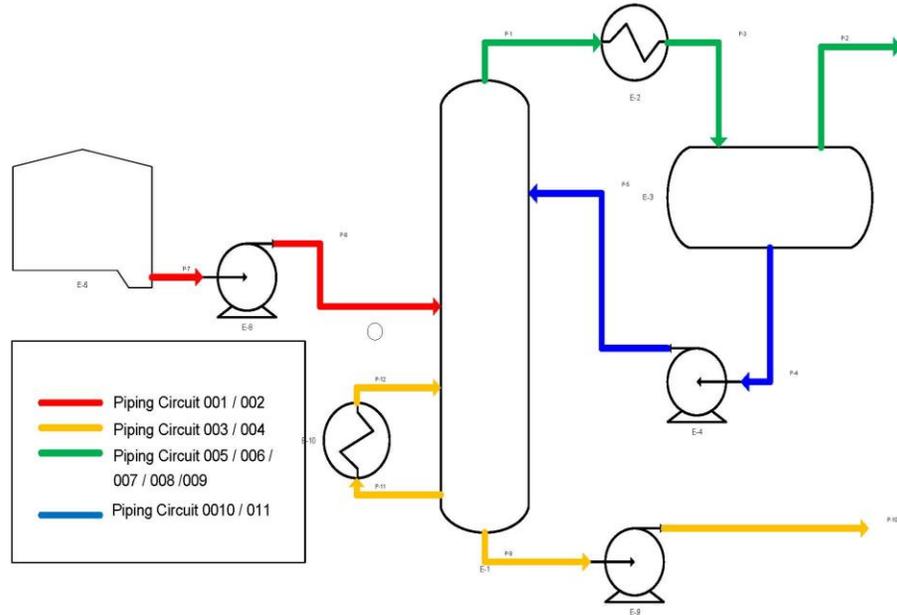


Los Lazos de Corrosión o Lazos de Integridad son una representación gráfica para la interconexión de Componentes RBI que presentan las siguientes características análogas en su recorrido:

- Potencialidad de Mecanismos de Degradación
- Fluido de Proceso
- Materiales de Construcción
- Puede tener asociado piezas de equipos y cañerías
- Límites de Parámetros operacionales

# Definición de Lazos de Corrosión

## Definir Grupos de Tuberías



**Circuitos de Tuberías:** consiste en una subdivisión de los sistemas de cañerías en función de crear grupos de tuberías interconectadas que presentes características comunes tales como:

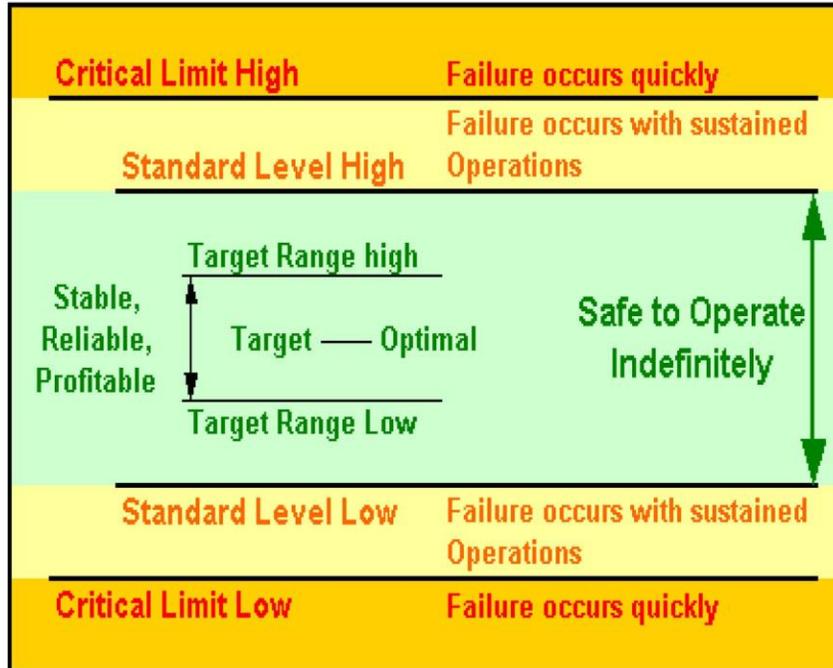
- Susceptibilidad a los Mecanismos de Deterioro
- Materiales de Construcción
- Fluido de Proceso Similar
- Rangos similares de Parámetros Operacionales
- Puede contener uno o mas Números de Líneas (Isométricos de Construcción)
- Normalmente son declarados como un Componente RBI independiente

# Definición de Lazos de Corrosión

## Definir las Ventanas Integrada de Operación (IOWs)



**Operating Window**



- *Identificación de Mecanismos de Deterioro por Lazo*
- *Determinar Factores Críticos Basados en Estándares (API 571, Nace, Experiencia o Estudios Reconocidos)*
- *Identificación de Variables de Proceso medibles y Controlables*
- *Establecimiento de IOW para Cada Variable (Límites de Control Operacional)*
- *Selección de Dispositivos de Medición de Campo, Análisis de Laboratorio y Medición Directa de Campo*
- *Determinar Plan de Monitoreo, Verificación y Validación*

# Clasificación de Componentes

## Definir Componentes RBI

Tipo de Equipo	Tipo de Componente	Familia de Componente RBI 580
Recipientes a Presion	Reactor, Filtro, Columna, Recipiente a Presión, Columna	RBI Cuerpo Cilíndrico
Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos	Envolvente	RBI Cuerpo Cilíndrico
	Fondo de Tanque	RBI Fondo de Tanque
Intercambiadores	Cabezales, Canal, Envolvente	RBI Cuerpo Cilíndrico
	Mazo de Tubos	RBI Haz Tubular
Aeroenfriadores	Cabezal	RBI Cabezal de Aero-enfriador
	Mazo de Tubos	RBI Tubos de Aero-enfriador
Hornos	Mazo de Tubos	RBI Tubos de Aero-enfriador
Calderas	Mazos de Tubos	RBI Tubos de Aero-enfriador
Cañerías	Tuberías de Cualquier Diámetro	RBI Tuberías
Válvulas de Seguridad	Válvulas de Seguridad	RBI PSV
Disco de Ruptura	Disco de Ruptura	RBI Disco de Ruptura

# Análisis de Riesgo

Calcular:

- La probabilidad de falla por cada mecanismo de degradación
- Consecuencias de la Falla



Nivel de Riesgo	Prioridad de inspección
Alto	1-5
Medio Alto	6-12
Medio	13-19
Bajo	20-25

Probabilidad de Falla (POF)	1	11	7	4	2	1
	2	16	13	8	6	3
	3	20	17	14	9	5
	4	23	21	18	15	10
	5	25	24	22	19	12
		E	D	C	B	A
		Consecuencias de Falla (COF)				

# Definir la Estrategia Especifica de Mitigación

Las reglas de la estrategia se basa en las recomendaciones de la actividades basadas en riesgo para mitigar la presencia y propagación de los mecanismos de degradación potenciales identificados durante el análisis de riesgo.

Las Estrategias Estándares de Inspección proponen el tipo de técnica de inspección recomendada a utilizar, porcentaje de área, frecuencia y nivel de calidad de la inspección



# Proceso de Trabajo Integridad – Roles

<b>Role</b>	<b>Responsabilidades Primarias</b>
Líder de Equipo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Organiza, administra, y lidera el equipo de Integridad Mecánica.</li></ul>
Especialistas en Inspección	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recopila datos del equipo</li><li>• Definen las estrategias de inspección</li><li>• Desarrolla y actualiza los Planes y Paquetes de Trabajo de inspección</li><li>• Realiza las actividades de monitoreo de condiciones y genera recomendaciones</li></ul>
Analista de Riesgo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realiza el análisis de riesgo y comunica los resultados del riesgo</li><li>• Modela los análisis de sensibilidad para evaluación de la mitigación de riesgo</li></ul>
Especialistas en Corrosión	<ul style="list-style-type: none"><li>• Define los Mecanismos Potenciales de Degradación, índices de degradación, y ubicaciones de degradación.</li><li>• Define las Ventanas Integridad de Operación (IOWs) y los Circuitos de Corrosión</li></ul>
Ingenieros de Proceso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Suministra y Valida la Información Referente a Fluidos y Fases Representativas, Elementos Contaminantes y Comportamiento del Proceso</li></ul>
Supervisor de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determina los Tiempos de Aislamiento del Inventario y los Tiempos de Detección de Fugas</li></ul>
Ingeniero de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Define los Tiempos de Restitución del Servicio en función de los requerimientos de reparación o reemplazo de componentes y equipos</li></ul>