



# Reporte Final de Estadía

## Monica Yurai Contreras Hernández

Modelo de Confiabilidad (Manual de  
implementación)



# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte que para obtener su título de  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa:

TYASA

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Rafael Muñoz Aguilar

Nombre del Asesor Académico:

Rene Aurelio González Sánchez

Cuitláhuac, Ver., a 20 de abril de 2018



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial  
Ing. Rafael Muñoz Aguilar

Nombre del Asesor Académico  
Rene Aurelio González Sánchez

Jefe de Carrera  
Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno  
Monica Yurai Contreras Hernández

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco la colaboración del Ing. Mecatrónico Marco A. Vázquez por sus conocimientos en el ramo de confiabilidad operacional al Ing. Mecánico Rafael Muñoz A. por el apoyo obtenido en relación con el área de mantenimiento mecánico y sus procesos al Ing. Eléctrico Rene A. González por las asesorías de control y revisión de proyecto. A mi madre y hermanos por su apoyo incondicional.

## **RESUMEN**

Por las necesidades de mejorar los procesos de mantenimiento dentro de nuestras instalaciones se optó por aplicar el Modelo de confiabilidad centrando nuestra atención en los procesos de mantenimiento aplicando la iniciativa del Modelo de Confiabilidad Aplicada a Equipos Mecánicos (MCAEM) dentro del departamento de mantenimiento mecánico que permitirá mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos e instalaciones. Elaboraremos un manual con el objetivo de Implementar el Modelo de Confiabilidad satisfactoriamente en los procesos de mantenimiento para mejorar y alcanzar niveles óptimos de confiabilidad operacional de los procesos de mantenimiento que nos permitan cumplir con las metas de la iniciativa del MCAEM, Enfocando acciones de las guías a los procesos de mantenimiento. Integrar la mantenibilidad de las instalaciones y equipos será conformada como una de las acciones para el proceso.

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Estado del Arte</i>	3
1.2 <i>Planteamiento del Problema</i>	3
1.3 <i>Objetivos</i>	3
1.4 <i>Definición de variables</i>	3
1.5 <i>Hipótesis</i>	3
1.6 <i>Justificación del Proyecto</i>	4
1.7 <i>Limitaciones y Alcances</i>	4
1.8 <i>La Empresa (Nombre de la empresa)</i>	4
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>	<b>7</b>
4.1 <i>Resultados</i>	7
4.2 <i>Trabajos Futuros</i>	7
4.3 <i>Recomendaciones</i>	7
<b>ANEXOS</b>	<b>8</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>9</b>

# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Estado del Arte

Este proyecto se basa a la implantación de MC (Modelo de Confiabilidad) como una iniciativa novedosa con el objetivo de mantener las Equipos e instalaciones eficientes, confiables y disponibles incrementando así la confiabilidad operacional evolucionando de acuerdo con la mejora continua y a los resultados obtenidos de su implantación. MC se centra en los pilares productivos y de mantenimiento fundamentales para el logro de “cero fallas” de manera coordinada y eficaz. Con resultados operativos que continúen reflejando beneficios tangibles. Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Autor: Adolfo Arata A, 2009 : La ingeniería de confiabilidad , También llamada la ingeniería de mantenimiento, asume un rol cada vez más relevante en el proceso de cambio de cómo se debe hacer el mantenimiento los mantenedores, de cómo debe concebir los ingeniero el proyecto de seguridad operacional de los sistemas y de cómo deben entender la gestión y el mantenimiento de los activos los managers de la empresa...La confiabilidad permite determinar, las soluciones de nivel de Proyecto a través del enfoque LCC, los planes de mantenimiento productivo y las mejoras continuas que optimizan la gestión y el mantenimiento de activos favoreciendo los resultados del negocio. Ingeniería de Confiabilidad Autor: Jorge Acuña, 2003: Dice que la aplicación de la confiabilidad en la ingeniería de producto y proceso ha demostrado excelentes resultados como medio de anticipar fallas de operación. El desarrollo de pruebas de campo acompañados de análisis de fallas y sus componentes ofrecen una excelente alternativa para desarrollar productos robustos y procesos capaces de fabricarlos. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento: autores: Dairo h. mesa Grajales, yesid Ortiz Sánchez, Manuel pinzón, 2006. Describen La mantenibilidad como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos. La confiabilidad puede ser definida como la “confianza “que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidades; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas. manual del sistema de confiabilidad operacional versión 2 noviembre, 2009 autor: pemex exploración y producción: Dice que la confiabilidad Operacional es la capacidad de un sistema productivo para cumplirá su función sin fallas, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional establecido, obteniendo productos de calidad, cantidad y oportunidad requeridas.

## 1.2 Planteamiento del Problema

Centraremos nuestra atención en los procesos de mantenimiento aplicando un manual de implementación con la iniciativa del MC (Modelo de Confiabilidad) / Modelo de Confiabilidad Aplicada a Equipos Mecánicos (MCAEM) dentro del departamento de mantenimiento mecánico que permitirá mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos e instalaciones para alcanzar altos estándares de desempeño y optimizar los recursos disponibles para que de forma segura se alcance la máxima sustentabilidad, efectividad de ciclo de vida útil, utilización y productibilidad.

## 1.3 Objetivos

- Elaboración de un manual que nos permita la implantación del modelo de confiabilidad.
- Crear paso que nos permitan Implementar el Modelo de Confiabilidad (MC) satisfactoriamente en los procesos de mantenimiento para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos e instalaciones.
- Encontrar y definir áreas de oportunidad para la aplicación del modelo de confiabilidad.

## 1.4 Definición de variables

Definiremos 5 variables que nos permitirán medir nuestro avance de evolución basadas en el ciclo Deming de mejora continua en la aplicación del Modelo de confiabilidad.

### 1. Planeación

Descripción: Planear (Desarrollar / Establecer)  
Guías y Procedimientos.

### 2. Implantación

Descripción: Hacer (Implantar)  
Aplicar guías y procedimientos.

### 3. Verificación

Descripción: Verificar (Evaluar)  
Establecer plan de mejora.  
Establecer metas de la mejora.

#### 4. Ajustes

Descripción: Actuar (Ajustar / Actualizar)  
Ajustar Plan de Mejora (PM).  
Actualizar Guías y procedimientos.  
Ajustar metas de implementación.

#### 5. Estandarización

Descripción: Actuar (Establecer)  
Establecer nuevas metas de mantenimiento  
Establecer nuevo plan de mejora(PM) y se requiere.



Imagen 1. Fases de Evolución MC

### 1.5 Hipótesis

Con este manual de implementación mejoraremos la eficiencia en los procesos asegurando un mantenimiento confiable para que los equipos operen sin fallas durante un tiempo determinado, mediante la aplicación de metodologías de la confiabilidad y a las buenas prácticas de mantenimiento. Proporcionando la secuencia de actividades necesarias para integrar y mantener los equipos de trabajo que faciliten la implantación y funcionamiento del modelo de confiabilidad.



## 1.6 Justificación del Proyecto

Se necesita una iniciativa que permitiera mejorar un 80% la confiabilidad y disponibilidad en de los equipos e instalaciones para una mejor mantenibilidad (Se refiere a la facilidad para acceder a los equipos y componentes para realizar las labores de mantenimiento de manera fácil y segura), desempeño y optimización los recursos disponibles. Por lo siguiente para su realización elaboraremos un manual de confiabilidad que nos permita aplicar de manera efectiva y eficaz el proceso de implementación.

## 1.7 Limitaciones y Alcances

### ALCANCES:

- ✓ El manual nos permitirá estandarizar procesos de mantenimiento futuros de acuerdo con el modelo de confiabilidad.
- ✓ Esta iniciativa tiene con alcance mejorar el proceso de mantenimiento establecido con el modelo de confiabilidad.
- ✓ El modelo de confiabilidad pretende establecer una mejora en nuestro proceso aplicando directamente al tiempo de paros no programados, la disminución de fallas, mejorando la vida útil de los equipos y mejorando la aplicación del mantenimiento para futuras intervenciones.

### LIMITACIONES:

- Limitaciones que obstaculizan el proceso de la iniciativa es el tiempo requerido para su implantación.
- El personal no capacitado en base a un modelo de confiabilidad.
- Equipo de trabajo con tiempo insuficiente para los bloques y reuniones de introducción a mejora.

## 1.8 La Empresa (TYASA)

### a) HISTORIA

Fundada en 1985, TYASA hoy en día es considerada la Siderúrgica con mayor crecimiento a nivel nacional, su liderazgo en la fabricación y comercialización de Acero en la Región, no tiene precedente. Contamos con una experiencia de más de 30 años enfocados en el sector de la Construcción, ofreciéndole al mercado acero de calidad y excelencia en el servicio. Somos una empresa dinámica, en la actualidad nos enfrentamos a nuevos retos, que nos llevan a diversificar nuestro catálogo de productos y servicios, incursionando en diversos nichos de mercado; brindándole a nuestros clientes una opción competitiva, caracterizada por involucrar en nuestros procesos productivos tecnología vanguardista y sustentable. Actualmente nuestros esfuerzos se encuentran enfocados en trasladar nuestras fortalezas como empresa al mercado de los Aceros Planos.

### PLANTA ACERIA II



### **La siderúrgica mexicana fue la primera en emplear el nuevo sistema EAF Quantum de Siemens**

Siemens VAI Metals Technologies ha recibido un pedido de Talleres y Aceros SA de CV (Tyasa), una siderúrgica mexicana, para suministrar una nueva planta de fabricación de acero compacta con una capacidad de 1,2 millones de toneladas de acero por año para su sitio Ixtaczoquitlán. El valor de este orden se encuentra en el rango medio de dos dígitos del millón de euros. El corazón de la planta es un horno de arco eléctrico siemens EAF Quantum. Este nuevo diseño de horno reduce el costo de conversión específico para la producción eléctrica de acero en alrededor

del 20 por ciento. El proyecto también involucra el suministro de instalaciones secundarias de fabricación de acero y una combinación de máquinas de colada continua. Está programado para completarse a mediados de 2013.

"Esperamos convertirnos en la primera siderúrgica del mundo en poder operar un horno de arco eléctrico Quantum. Sin duda, este hecho nos posicionará como una empresa de referencia para otras empresas en el mundo y también nos consolidará en el mercado internacional, especialmente en América Latina. La solución completa que ofrece Siemens para la planta de fabricación de acero compacta nos ha convencido, y esperamos obtener importantes ventajas en los costos operativos, especialmente en el nuevo horno de arco eléctrico".

Para la nueva planta de fabricación de acero compacta de Tyasa en Ixtaczoquitlán, en el estado mexicano de Veracruz, Siemens suministrará un horno de arco eléctrico Quantum con un peso de 100 toneladas, además de instalaciones siderúrgicas secundarias. Estos incluyen un horno de cuchara doble de 100 toneladas y una planta de desgasificación al vacío doble de 100 toneladas. La planta tendrá una capacidad de alrededor de 1,2 millones de toneladas de acero muerto, bajo, medio y alto en carbono por año. El acero que produce se moldeará en una combinación continua de seis hilos en palanquillas con secciones transversales que van desde 130 x 130 milímetros a 200 x 200 milímetros, así como perfiles ásperos con dimensiones de 300x200x80 milímetros. La nueva planta permitirá a Tyasa no solo aumentar sustancialmente su capacidad de producción, sino también ampliar su gama de productos.

El componente clave de la planta de fabricación de acero compacta es el horno de arco eléctrico Simetal EAF Quantum, recientemente desarrollado por Siemens. Esto combina elementos de tecnología probada de horno de cuba con un nuevo proceso de carga de chatarra, un sistema de precalentamiento eficiente, un nuevo concepto de inclinación para la carcasa inferior y un sistema de roscado optimizado. Esto permite lograr tiempos de tap-to-tap de 36 minutos. El consumo de electricidad, a solo 280 kilovatios hora por tonelada, es considerablemente menor que el de un horno de arco eléctrico convencional. Esto, junto con el menor consumo de electrodos y oxígeno, ofrece una ventaja total en el costo de conversión específico de alrededor del 20 por ciento. Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> también se pueden reducir hasta en un 30 por ciento por tonelada de acero bruto en comparación con los hornos de arco eléctrico convencionales.

Se instalará un sistema de desempolvado en seco con enfriador de evaporación, una torre de enfriamiento rápido, una casa de filtros automatizada de tipo impulsión por chorro de impulsos y un ventilador de tiro inducido para minimizar las emisiones de las plantas de acero. El sistema de desempolvado limpiará los gases de escape de los hornos de arco eléctrico y cuchara, así como del sistema de manejo de materiales. El sistema de desempolvado tendrá una capacidad de limpieza de alrededor de un millón de metros cúbicos por hora y reducirá el contenido de polvo de los gases de salida a menos de diez miligramos por metro cúbico.

El proyecto también incluye un sistema de refrigeración por agua de doble circuito para el horno de arco eléctrico, las instalaciones secundarias de fabricación de acero y la planta de fundición. También se instalarán circuitos para beber, procesar y extinguir el agua. También se planea construir una planta de tratamiento de agua con etapas mecánicas y químicas. Esto permitirá optimizar los requisitos totales de agua de las acerías.

El alcance del suministro de Siemens se completa con los sistemas y componentes eléctricos y de automatización. Estos incluyen la distribución de energía, la automatización básica y de procesos, así como los modelos de proceso para las acerías y la máquina de colada continua.

Fuente: siemens.com

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_3J5bsqilVE](https://www.youtube.com/watch?v=_3J5bsqilVE)

## **b) MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS**

### **Misión**

Potencializar el crecimiento de la empresa y sus clientes, aplicando la más alta tecnología, el uso eficiente de los recursos, el desarrollo y valor de nuestra gente, así como la mejora continua de nuestros procesos.

### **Visión**

Ser una empresa siderúrgica líder por su tecnología, servicio, diversidad de productos, responsabilidad social y compromiso con el medio ambiente.

## Objetivo

Ofrecer al mercado Acero de la más alta Calidad; que cumpla con las Normas Mexicanas de la Construcción. Satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes.

### c) PROCESOS QUE SE REALIZAN

Procesos Siderúrgicos

### d) MERCADO DE IMPACTO DE LOS PRODUCTOS O SERVICIOS BRINDADOS POR LA EMPRESA

Siderúrgica 100% mexicana, nos especializamos en la fabricación de Acero para la Construcción: Varilla, Malla de Ingeniería, Alambión y sus Derivados.

## Productos

### Varilla Corrugada

TYASA produce **varilla corrugada** marca TA42 con tecnología de punta en la ciudad de Orizaba, Veracruz. El proceso inicia desde la acería hasta el producto final, lo que nos permite control total sobre los factores que intervienen en la producción, con lo cual garantizamos el cumplimiento de la norma internacional ASTM-A-615-G-60 y la norma mexicana NMX-B-506-CANACERO-2011 exigida en los reglamentos de construcción del país.

#### Proveemos al mercado con los calibres:

- 3/8"
- 1/2"
- 5/8"
- 3/4"
- 1 1/4"
- 1 1/2"
- 1 1/8"



### Alambión

Producto laminado en caliente de sección redonda, cumple con la norma mexicana NMX-B-365-CANACERO-2008 y ASTM-A-510 exigida en los reglamentos de construcción del país.

El alambión TA se produce en nuestra planta, equipada con la tecnología europea más moderna, en Orizaba, Veracruz. Mediante un proceso térmico controlado se logran propiedades mecánicas específicas y uniformes que garantizan un producto de alta calidad. Ideal para usarse en conjunto con la varilla corrugada como

refuerzo de concreto en la construcción o como materia prima en procesos de laminación y trefilado (fabricación de clavos, remaches, grapas y alambres de todo tipo).

Producimos alambroón con los siguientes diámetros:

5.0, 6.35, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0, 9.5, 10.0, 10.5, 11.0, 11.5, 12.0, 12.5, 13.0, 13.5, 14.0, 14.5, 15.0, 15.5, 16.0, 17.5, 18.0

En grados de carbono: bajo, medio y alto.

En rollos de 1.6 ton aproximadamente.

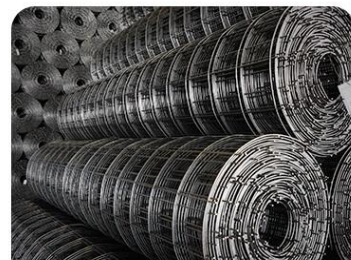


### **Malla Electrosoldada**

Se fabrica a través de un proceso de laminado y corrugado en frío, usando como materia prima alambroón TA; posteriormente se solda eléctricamente utilizando la más avanzada tecnología. Cumple con las normas NMX-B-253, y NMX-B-290. Se comercializa en rollo y hoja; puede usarse en: Pisos, muros, losas de cimentación, losas, pavimentos, banquetas, canales, etc.

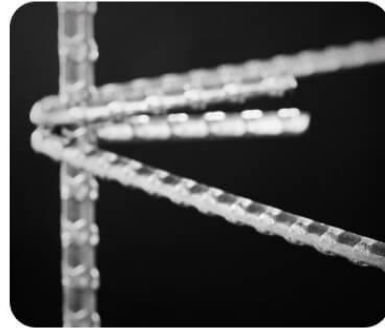
Facilita los procesos productivos:

- Reduce el tiempo de instalación.
- Evita el desplazamiento de materiales.
- Favorece la adherencia del concreto.
- Contribuye a disminuir la cantidad de acero usado en la obra.



## Castillo

El castillo TA cumple con las normas NMX-B-253, NMX-B-456. Se distribuye en hoja, en presentaciones comerciales o en medidas especiales según los requerimientos del cliente. Se usa como refuerzo de elementos de concreto permitiendo ahorro contra los armados tradicionales de varilla y alambazón.



## Clavo Estándar

El diseño de su cabeza grande permite un agarre más firme pues reparte las fuerzas en una superficie más amplia. Cumple con la norma NMX-B-505. Se presenta en cajas de 25 kg libres de rebaba y basura.

Las aplicaciones principales son:  
Industria de la construcción.  
Carpintería.



## Alambre Recocido

Se fabrica a partir de Alambazón TA; es recocido en un horno tipo campana con control automático de la temperatura siguiendo una curva de calentamiento que garantiza un producto homogéneo y con alta ductilidad que facilita el doblado manual.

- Las aplicaciones principales son:
- Amarre de varilla en la industria de la construcción.
  - Amarre de aceros estructurales.
  - Amarre de cimbra.
  - Traslapes de mallas y electrosoldados, etc.



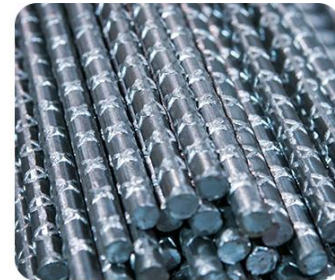
## Varilla Grado 6000

La varilla grado 6000 TA cumple con la norma NOM-B-72 (Varilla corrugada de acero, laminada en frío, para refuerzo de concreto).

Se puede fabricar a longitud según los requerimientos del cliente.

Las aplicaciones principales son:

- - Castillos.
  - Castillos ahogados.
  - Postes de concreto.
  - Refuerzo horizontal (tipo escalerilla)
  - Tubería para concreto.



## Perfiles Redondos

Productos laminados en caliente y fabricados en grados de acero al carbón, cumpliendo con las normas de calidad comercial como las ASTM-A.36 y AISI-1045. Se suministra en tramos de 6.10 m.

Aplicaciones principales:

- Productos forjados.
- Herrería en general.
- Estructuras, etc.



## Perfiles Cuadrados

Productos laminados en caliente y fabricados en grados de acero al carbón, cumpliendo con las normas de calidad comercial como las ASTM-A.36 y AISI-1045. Se suministra en tramos de 6.10 m.

Aplicaciones principales:

- Productos forjados.
- Herrería en general.
- Estructuras, etc.





## Palanquilla

También conocido como *billet*, es un producto semi-terminado de acero, cuya sección transversal es de hasta 140 x 140 milímetros y longitud predeterminada por los clientes.

Se obtiene al hacer pasar acero líquido por el área de colada continua este producto se utiliza principalmente para fabricar varilla, alambρόn y barras.

Se fabrica en diferentes grados de acero acorde a las necesidades de los clientes o del producto siguiente a producir.

Fabricamos palanquilla de hasta 200 ml x 200 ml.



## Lámina en rollo



### LÁMINA CALIENTE

Es utilizada para elaborar material estructural o bien aplicaciones, cumpliendo con todas las Normas que se exigen para este producto.

### LÁMINA FRÍA

Es utilizada para elaborar diversos empaques metálicos, muebles metálicos, cumpliendo con la Normatividad específica para los mismos.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES (APLICABLES PARA LÁMINA CALIENTE Y LÁMINA FRÍA)

Se fabrica en anchos de 4 o 5 pies. La infraestructura con la que contamos nos permite fabricar rollos desde 5 hasta 30 toneladas, dependiendo del ancho y del espesor del producto, para poder satisfacer cualquiera de los requerimientos solicitados por el cliente cada rollo es identificado con toda la información del producto, permitiendo una trazabilidad exacta, el empaque se compone básicamente de 3 flejes radiales y 1 circunferencial, todos con protecciones para evitar daños al producto, además de contar con un empaque plástico para cada rollo, protegiéndolo de la corrosión por un largo periodo de tiempo. Cumple con las tolerancias dimensionales especificadas en la Norma **ASTM A-568**

## Malla de Ingeniería

Es un armado electrosoldado de acero grado 60, prefabricado para el refuerzo de concreto, sin límites en la combinación de diámetros, separaciones, geometría, huecos y puntas, logrando una gama de posibilidades sin patrones repetitivos de acuerdo con sus necesidades.

**La Malla de Ingeniería CAHA** es un producto único en México, que se fabrica con varilla corrugada en diámetros de 6mm hasta 16mm, reduciendo el costo de obra y tiempo de ejecución, sin desperdicio de material y sustituyendo al armado tradicional de varilla Grado 42 que se habilita en obra.

Usos y Aplicaciones:

- Bóvedas
- Canales
- Dovelas
- Silos
- Tubos
- Túneles
- Losas de cimentación
- Losas de entrepiso
- 1. Pavimentos
- Pisos industriales
- Terraplenes armados
- Muros de contención
- Muros milan
- Muros Tilt-up
- Puentes
- Vigas presforzadas
- Zapatas



## Plantas y centros de Distribución

### PLANTA MATRIZ



ORIZABA: Carretera Federal México-Veracruz Km. 321, s/n, interior 2,  
Ixtaczoquitlán, Veracruz, C.P. 94450 Tel. 01 (272) 72 4 47 00 Ventas: Ext. 306

*CENTRO DE DISTRIBUCIÓN Y PLANTA DERIVADOS*

MÉRIDA: Carretera Federal Mérida- Umán Km. 8.3, s/n, Colonia Ampliación Ciudad  
Industrial, Umán, Yucatán, C.P. 97390. Tel. 01 (999) 91 9 25 01 Ventas: Ext. 101

ARRIAGA: Carretera Arriaga-Tapanatepec Km. 28.5, No. 250, Colonia Emiliano  
Zapata, Arriaga, Chiapas, C.P. 30462.Tel. (045) 96 61 13 56 88 Ventas: (045) 96 66  
64 02 82

SILAO: Carretera Silao-León Km. 157, s/n, Colonia Bustamante, Silao, Guanajuato,  
C.P. 36100.  
Tel. 01 (472) 72 3 94 32 / 01 (472) 72 3 94 35 Ventas: Ext. 107

*OFICINA VENTAS*

Ciudad de México Edificio Omega, Campos Elíseos No. 345, Col. Chapultepec  
Polanco, Del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México, C.P. 11360.Tel. 01 (55) 5280 2134

**e) Impacto en el área de Mantenimiento Industrial**

Mantenimiento industrial está presente dentro de esta industria y el impacto de esta área es de suma importancia. Ya que mantenimiento se encarga de mantener los equipos e instalaciones disponibles para los procesos de producción

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### METODOLOGÍAS DE LA CONFIABILIDAD

#### Objetivo:

Proporciona una secuencia lógica para la selección de metodologías de confiabilidad a aplicar, para que los procesos de producción sean confiables y seguros, cumpliendo con los requerimientos técnicos, normativos, que aseguren el riesgo tolerable y la rentabilidad de los equipos e instalaciones.

#### Estructura:

A efecto de asegurar la implantación ordenada y optimizar el uso de los recursos, se ha establecido la aplicación prioritaria de las cuatro siguientes metodologías, complementarias entre sí, como base para mejorar la confiabilidad y aplazar la aplicación de otras metodologías hasta que se tenga control los eventos de falla y se cuente con la información estadística suficiente para su aplicación.

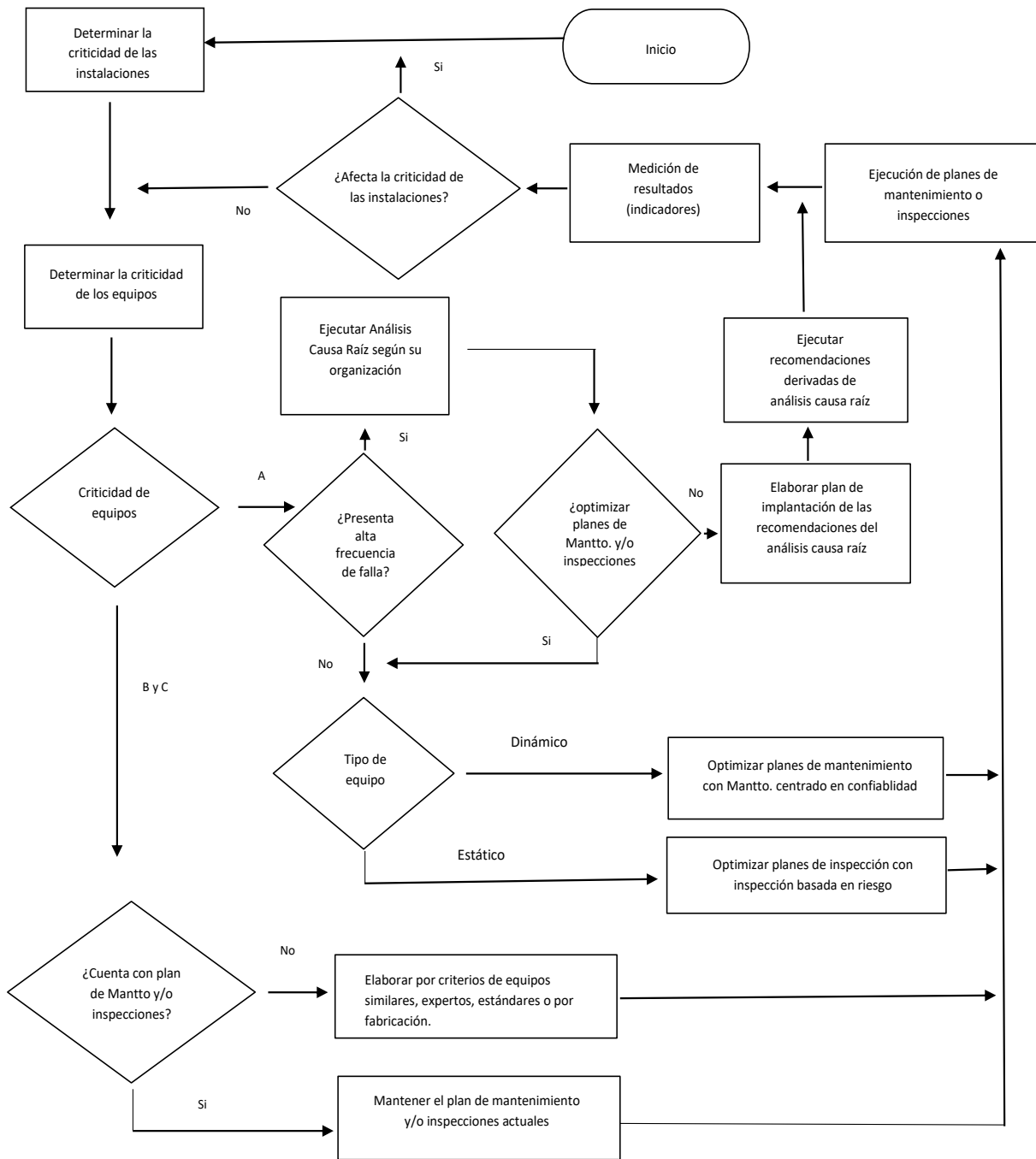
Estas son las cuatro metodologías:

1. Análisis de criticidad
2. Análisis Causa Raíz
3. Mantenimiento centrado en confiabilidad
4. Inspección basada en riesgo

Su aplicación debe considerar los siguientes factores:

- Tipos de equipos que presentan las fallas
- Modos en los que se presentan las fallas
- Cantidad de equipos que presentan las fallas
- Frecuencia o probabilidad en que se presentaban las fallas
- Consecuencias de las fallas
- Impacto de las fallas en el negocio
- El nivel de riesgo de las instalaciones y equipos

Se mostrará diagrama para seleccionar la metodología de confiabilidad que se debe aplicar para la mejora de instalaciones. La aplicación de cualquier metodología de confiabilidad debe considerar prioritariamente a los equipos principales.



**Imagen 2.** Diagrama para aplicación de selección.

## PASOS PARA LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS

- A. Conformación de equipo
- B. Elaborar el análisis de criticidad de equipos: La Metodología que se debe aplicar en primera instancia es análisis de criticidad para determinar la criticidad de los equipos e instalaciones, para establecer los niveles de organización que faciliten la toma de decisión para centralizar los esfuerzos a las áreas de mayor importancia. La criticidad de los equipos debe ser actualizada cada vez que ocurra algún cambio importante en la probabilidad o la secuencia de fallas. Por ejemplo:
- Cambios en temperatura, presión, modificaciones, rehabilitaciones etc.
  - Reparaciones o cambios mayores de equipos.
  - Modificaciones relacionadas a seguridad para la disminución de riesgo.
  - Aplicación de metodologías de confiabilidad.
- C. Definir los sucesos recurrentes de fallas en el equipo: Ya identificando los equipos de mayor criticidad es obligatorio emprender acciones para disminuir su nivel de criticidad, determinando los sucesos de fallas recurrentes mediante la recopilación de los diferentes modos de falla y sus impactos para obtener un Pareto de Frecuencia x Consecuencia.
- D. Identificar nivel de riesgo del equipo: Ya identificadas las áreas con niveles de riesgo bajo, se deben realizar acciones para disminuir el riesgo por lo que se debe aplicar medidas para minimizar la probabilidad de recurrencia de falla o consecuencias.
- E. Análisis causa raíz una vez determinada la criticidad se debe determinar el 20% de modos de fallas que representen el 80% del riesgo de Pareto de la instalación con el fin de realizar el análisis causa raíz de estas fallas, aplicando la metodología de análisis de causa raíz. La metodología deberá identificarse las causas raíces de falla, las cuales solo podrán erradicarse mediante la atención de las recomendaciones.
- F. Mantenimiento centrado en confiabilidad: los planes de mantenimiento de los equipos considerados de mayor criticidad deberán ser realizados mediante la aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad. En los equipos que presenten fallas recurrentes o de alto impacto, previo a la aplicación de esta metodología, deberá realizarse un análisis causa raíz, ya que con este se pueden detectar los problemas relacionados con el diseño o

prácticas inadecuadas de mantenimiento o operación que no necesariamente serán corregidos con el nuevo plan de mantenimiento centrado en confiabilidad.

- G. Inspección basada en riesgo: Equipos con mayor criticidad deberán aplicar la metodología de inspección basada en riesgo, en equipos que presenten fallas recurrentes o de alto impacto, previo a aplicación de esta metodología deberá efectuarse un estudio de análisis causa raíz, ya que con esto se puede detectar problemas relacionados con el diseño o con prácticas inadecuadas de mantenimiento u operación, que no necesariamente serán corregidos con el nuevo plan de inspección y mantenimiento surgido de la inspección basada en riesgo.
- H. Otras metodologías de confiabilidad: alguna de estas son estimación de inventarios, mediante la estimación de análisis de ciclo de vida útil, análisis de confiabilidad y mantenibilidad, optimización de costo-riesgo de inventarios, sistemas de confiabilidad operacional, etc.
- I. Análisis de costo de ciclo de vida útil: esta es la metodología es la gestión óptima de activos en la cual se maneja el adecuado del costo que puede ayudar y alcanzar niveles altos de competitividad. Estimar el comportamiento del costo anual equivalente al ciclo de vida útil de un activo, permite seleccionar la mejor aproximación costo-efectividad de una serie alterna, basado en el costo mínimo a largo plazo del activo. El análisis del costo de ciclo de vida es importante en eventos derivados del nivel de confiabilidad de los sistemas y procesos incluyendo los impactos de probables eventos no deseados tales como fallas, pérdidas de producción y accidentes del activo. Este punto se basa en estimar o pronosticar todos los posibles flujos que pueda ocurrir durante la vida útil de un activo. Este punto se recomienda cuando se compra un equipo nuevo o para nuevos proyectos.
- J. Nivel de integridad de seguridad de los sistemas instrumentados de seguridad: El nivel de seguridad identifica los requisitos mínimos de disponibilidad y confiabilidad para alcanzar un desempeño aceptable dando un nivel específico de riesgo de proceso. El propósito de un sistema instrumentado de seguridad es el reducir el riesgo del ese proceso a un nivel de riesgo tolerable. Esta metodología recomienda utilizar cuando en la instalación no se tenga determinado el sistema, cuando derivado de un

protocolo de resolución de dirección así se requiera, para proyectos de actualización del sistema o de nuevo proyectos.

- K. Análisis de confiabilidad disponibilidad y mantenibilidad: Esta metodología permite pronosticar para un periodo determinado de tiempo la disponibilidad y el factor de producción con respecto de un proceso, en su configuración en la confiabilidad, en la filosofía de operación y mantenimiento, con base en información. Este análisis permite realizar percepciones entre la capacidad instalada y la requerida, modificaciones a planes de mantenimiento, lo que permite detener minar diferencias con respecto a una condición, planear opciones de redimensionamiento o generar planes de acción que permitan cumplir con los compromisos de producción y seguridad.
- L. Equipos de media y baja criticidad: Los equipos que resulten de criticidad media o baja y por tanto suponen un bajo riesgo, partiendo de las premisas de que ya cuenta con planes de mantenimiento o inspecciones que han soportado su confiabilidad, deliberan seguir aplicándose estos mismos planes. En caso de que o cuenten con planes establecidos de mantenimiento, estos deberán ser generados a través de planes genéricos, recomendaciones de fabricante o experiencia del personal responsables por el mantenimiento.



### CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

El MC (Modelo de Confiabilidad) es un sistema de gestión de calidad que se fundamenta su implantación utilizando la organización actual, documentando sus actividades, aplicando nuevas metodologías de confiabilidad y otras herramientas, priorizando el trabajo en unión. Las áreas responsables son operación y mantenimiento, para aplicarlo con un enfoque de mejora continua. Estas diseñado para fortalecer y sistematizar la interrelación entre operación y mantenimiento.

*El Modelo de Confiabilidad permite mejorar la confiabilidad y disponibilidad de las instalaciones y equipos para alcanzar altos estándares de desempeño, para que de forma segura se alcance la sustentabilidad, efectividad de ciclo de vida, utilización y productividad. Sustentable con la mejora continua y óptimos costos de ciclo de vida. A continuación, se presentarán forma prevé los elementos que conforman el Modelo de Confiabilidad MC en ámbitos generales y después nos centraremos en los procesos de mantenimiento con el que llamaremos Modelo de confiabilidad Aplicado a Equipos Mecánicos (MCAEM).*

#### 1.1 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL MODELO DE CONFIABILIDAD (MC)

El Modelo de Confiabilidad se centra en cuatro partes importantes para su aplicación:

Confiabilidad dirigida a personal, confiabilidad dirigida procesos, confiabilidad dirigida a equipos e instalaciones, confiabilidad dirigida diseño.



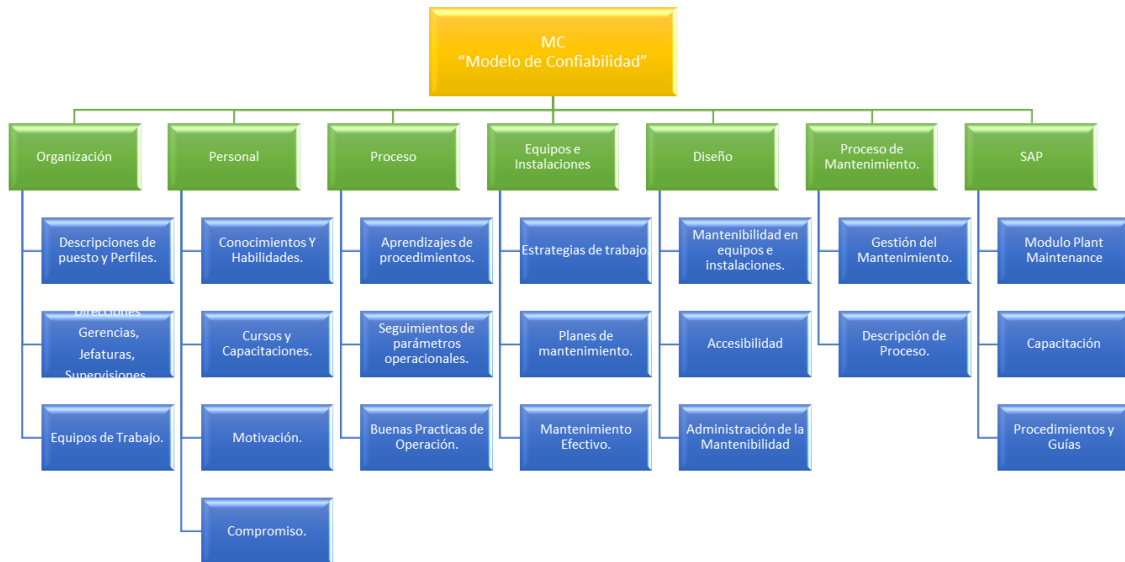
Figura 1. Modelo de Confiabilidad

## ASPECTOS MEJORADOS

- ✓ **Confiabilidad mejorada dirigida a personal:** Motivando al personal, Capacitándolo, proporcionando los recursos necesarios para generar su crecimiento personal y fomentado el trabajo en unión para un mejor desempeño de sus funciones.
  
- ✓ **Confiabilidad mejorada dirigida Procesos:** Operando los equipos de acuerdo con el contexto operacional y apego a la disciplina operativa (Manuales, Planes de procedimientos, etc.).
  
- ✓ **Confiabilidad mejorada dirigida Equipos e instalaciones:** Controlando la documentación de procesos, optimizando planes de mantenimiento e inspección, eliminando sistemáticamente las causas raíz de las fallas y administrando la gestión de operación y mantenimiento.
  
- ✓ **Confiabilidad mejorada dirigida Diseño:** Mejorando las instalaciones para que permitan el mantenimiento integral de sus componentes. Verificar que los diseños incorporen condiciones y espacios adecuados para el acceso del personal, equipos, herramientas y maquinaria necesarios para efectuar actividades de mantenimiento.

El objetivo de lograr niveles óptimos de confiabilidad operacional es que permitan cumplir con las metas de mejoramiento de Personal, Proceso, Equipo e Instalaciones y Diseño. Para obtener los mejores resultados dentro del proceso.

El Modelo de confiabilidad (MC) Está sustentada en elementos principales y sub-elementos. Como lo muestra la figura 2.



**Figura 2.** Elementos y sub-elementos MC

## DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS Y SUB-ELEMENTOS

**ORGANIZACIÓN:** Su función es analizar y clasificar las disposiciones de las autoridades superiores y en caso se establecen políticas a los procesos de operación y mantenimiento que permitan alcanzar niveles de confiabilidad operacional en los sistemas productivos y logara metas de producción. Sustenta la implantación del MC se basa en la definición cumplimiento de las funciones, roles y responsabilidades que demandan los procesos de operación y mantenimiento, establecimiento de políticas, cultura del trabajo en unión y lograr el liderazgo.

- **Descripciones de puestos y perfiles:** Se establecen las disposiciones específicas para determinar y adecuar las funciones, responsabilidades y competencias asignadas a los puestos de trabajo, para que estén alineadas a los procesos de operación y mantenimiento de los centros de trabajos.
- **Equipos de Trabajo:** Define las características para que las áreas de operación y mantenimiento gestionen sus actividades, priorizando el trabajo en colaboración.

**PERSONAL:** Crea condiciones para que el personal de operación y mantenimiento obtenga los conocimientos, desestresas, recursos, liderazgo, compromiso y motivaciones que mejoren su competencia laboral.

- **Conocimiento Y Habilidades:** Los conocimiento y habilidades en que el personal de operación y mantenimiento requiere capacitarse y adiestrarse para mejorar sus competencias respecto a su puesto de trabajo y las necesidades de los procesos.
- **Cursos y capacitaciones:** Determina los conocimientos del personal y así poder integrarlos para realizar preparaciones específicas para los puestos en que se desenvuelven, cantidad, calidad y oportunidad para desempeñar las funciones críticas de los puestos de trabajo de operación y mantenimiento.
- **Motivación:** Mejora el desempeño del personal en su puesto de trabajo, al motivarlo para que mantenga una actitud positiva y enfocada al logro de los objetivos del SCO.
- **Compromiso:** El compromiso debe ser un factor importante del SCO ya que el personal motivado, Alcanza un alto grado de compromiso para realizar su trabajo y su desarrollo labora.

**PROCESO:** Asegura una operación confiable de los procesos físicos dentro de sus parámetros de diseño y actividades operativas definidas, aplicando la disciplina operativa y buenas prácticas para cumplir con los objetivos de la planta.

- **Aprendizaje de procedimientos:** Describe los pasos para elaborar mapas o diagramas de los procesos principales de operación identificando insumos (entradas), productos (salidas) y las relaciones con otros procesos (internos o externos), para detectar las áreas de oportunidad y transformarlas en acciones de mejora.
- **Seguimientos de parámetros operacionales:** Asegura que la operación y el mantenimiento de los equipos e instalaciones se ejecuten cumpliendo los parámetros operativos e instrucciones de trabajo de acuerdo con lo establecido en el proceso de disciplina, incluyendo la mejor practica de trabajo.
- **Buenas Prácticas de operación:** Se documenta y difunde los resultados de los beneficios de las buenas prácticas de operación aplicadas para la mejora de confiabilidad en equipos e instalaciones.

**EQUIPOS E INSTALACIONES:** Asegura que los equipos e instalaciones operen sin fallas durante un tiempo determinado, mediante la aplicación de herramientas de análisis, metodologías de confiabilidad y buenas prácticas de mantenimiento.

- **Estrategia de trabajo:** Incrementan la confiabilidad de los equipos e instalaciones mediante la aplicación de metodologías: Análisis de Criticidad, Análisis Causa raíz, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, inspección basa en riesgo, etc.
- **Planes de mantenimiento:** Refuerza aplicando metodologías y análisis apropiados para establecer los requisitos y etapas de los procesos que deben cumplir, desarrollando un plan que contenga las acciones específicas y su programación, para evaluar su estado y disminuir el nivel de riesgo incrementando su confiabilidad.
- **Buenas Prácticas de mantenimiento (Mantto. Efectivo):** Documentar y difundir los resultados de las buenas prácticas de mantenimiento, aplicadas para mejorar la confiabilidad en equipos e instalaciones.

**DISEÑO:** Establece la aplicación de criterios y procedimientos para que los equipos e instalaciones seas diseñadas, construidas o rediseñadas con accesibilidad, modularidad, simplicidad y ergonomía que faciliten el mantenimiento de sus componentes para reducir los tiempos de ejecución o fuera de operación.

- **Mantenibilidad de los equipos e instalaciones:** Asegura que se incluyan criterios de mantenibilidad en los proyectos de infraestructura nueva de equipo e instalaciones que faciliten la operación y mantenimiento en sus sistemas y componentes. Mejora la mantenibilidad en las instalaciones y equipos existentes aplicando criterios que corrijan errores u omisiones en el diseño original.
- **Accesibilidad:** Se refiere a la facilidad de acceder a los equipos y componentes para realizar labores de operación y mantenimiento de manera fácil y segura. Debe verificar cuales son la condiciones fáciles y espacios disponibles y requerimiento para permitir el acceso del personal necesario para efectuar el mantenimiento u operación.
- **Administración de la mantenibilidad:** Documenta los criterios de mantenibilidad en los equipos e instalaciones de acuerdo con el rediseño que faciliten el mantenimiento y así permita evaluar el avance de la mantenibilidad en la etapa de diseño o rediseño, permitiendo que las instalaciones y equipos sean diseñado, construidos, probados y operados, con accesibilidad, ergonomía simplicidad y estandarización.

**PROCESO DE MANTENIMIENTO:** Mejora la efectividad del mantenimiento, documentando su gestión a través de gestión de mantenimiento y descripción de procesos. Entrada-Proceso-Salida, analizándolo y mejorando sistemáticamente.

- **Gestión del mantenimiento:** Describe los procesos principales de gestión de mantenimiento, presentado un diagrama, identificando insumos(entradas), Productos (Salidas), y sus relaciones con otros procesos, ya sean internos o externos.
- **Descripción de proceso (Diagramas):** Establece los pasos y criterios para elaborar los diagramas de los procesos de operación y mantenimiento actuales en los centros de trabajo, equipos e instalaciones que muestre la relación entre subprocesos en relación con otros para identificar las áreas de oportunidad y mejora en la gestión, describiendo con detalle los procesos, subprocesos, elementos y actividades. Se establecen pasos y criterios que el personal de operación y mantenimiento deben realizar para describir, identificar, seleccionar y mejorar sus actividades / Funciones con un enfoque de mejora a sus procesos.

**SAP:** Soporta la gestión de la planta a través de la administración de la información confiable, generada en los procesos.

- **Módulos Plant Maintenance:** Modulo de la SAP para el control del mantenimiento en el procesamiento de datos para administrar los recursos de la planta que se incluye en el módulo del SAP (Plant Maintenance).
- **Capacitación:** Provee las guías necesarias para asegurar que todo usuario este debidamente capacitado para utilizar el sistema del SAP de acuerdo con las funciones de su puesto de trabajo.
- **Procedimiento y Guías:** Establece los documentos normativos (procedimientos, guías e instructivos etc.) necesarios para la adecuada utilización del sistema SAP generando una cultura de manejo del dato que asegure información confiable.

*A continuación, se presentarán las fases de evolución del Modelo de confiabilidad (Generalizado)de acuerdo con los elementos y subelementos del sistema. Para logara la implantación de manera estructurada y consistente, se aplican políticas, guías y procedimiento que apoyan el MC.*



**Imagen 1.** Fases de Evolución MC

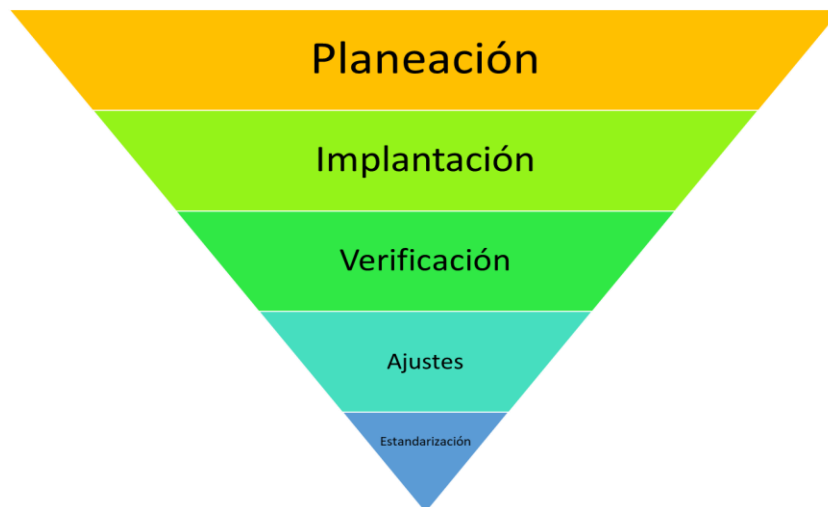
## FASES DE EVOLUCIÓN MC

### Descripción de fases:

1. **Fase de Planeación:** Esta fase gerentes de operación y mantenimiento elaboran y difunden el manual del MC, guías, políticas, lineamientos y procedimientos aplicables, así mismo definen los mecanismos e indicadores para medir la implantación y evaluar los avances de cada elemento y los resultados operativos de la planta.
2. **Fase de Implantación:** En esta fase se establecen las metas de implantación de MC. El cumplimiento de las metas de implantación se mide con los indicadores determinados en las guías de cada elemento. Una vez definidas las metas de implantación, se inicia la aplicación de las políticas, lineamientos, guías y procedimientos para asegurar su cumplimiento del avance de implantación, Se debe registrar periódicamente los avances en el sistema de control y seguimiento de la implantación para que inicie la fase de verificación efectúan revisiones que muestren los beneficios del MC reflejados en los resultados.
3. **Fase de Verificación:** Todo equipo o instalación que haya alcanzado el 100% de esta fase de implantación en unos o varios elementos y sub-elementos del MC será verificada con el objetivo de corroborar que la implantación refleje mejoras

en los resultado operativos. En esta fase también se verificará que el desempeño operativo actual de los equipos e instalaciones no presente desviaciones. Cuando los resultados operativos sean inferiores a las metas establecidas, se deben identificar las causas de ello y en su caso omitir recomendaciones para corregirlas, así como las mejoras en lineamientos, guías y procedimientos i se requiere. Se dará seguimiento al cumplimiento de los programas establecidos para realizar actividades del plan de mejora.

4. **Fase de Ajuste:** Si los resultados operativos cumplen con las metas establecidas en el trabajo de confiabilidad de equipos e instalaciones deben actualizar el plan con las metas operativas con mayor desempeño, en caso de que sea posible basado en un análisis técnico. En caso de lo contrario, cuando no se logren las metas operativas se deben definir recomendaciones, ya sean para ajustar el plan, políticas, guías y procedimientos o ajustar metas de implantación según lo necesite.
5. **Fase de Estandarización:** Se define como estandarización al estado en que esta un proceso cuando es capaz de cumplir las metas en cada una de sus fases (Planeación, Implantación, Verificación y Ajuste) realizando las actividades de manera continua y en secuencia que sean consistentes para lograr los objetivos de la planta, en esta fase se verifica el ciclo de mejora continua que se desarrolle de forma continua y consistente y que se obtengan los resultados esperados para cumplir satisfactoriamente el ciclo de mejora continua.



**Figura 3.** Pirámide de fases de evolución MC



## PROCESOS DE MANTENIMIENTO

### *IMPLANTACIÓN DE MC EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECANICO*

Por las necesidades de mejorar los procesos de mantenimiento mecánico dentro de Acería II se optó por aplicar el Modelo de confiabilidad (MC) centrando nuestra atención en los procesos de mantenimiento aplicado a las áreas aplicando la iniciativa del Modelo de Confiabilidad Aplicada a Equipos Mecánicos derivada del MC dentro del departamento de mantenimiento mecánico que permitirá mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos e instalaciones.

Con el objetivo de Implementar el Modelo de confiabilidad (MCAEM) satisfactoriamente en los procesos de mantenimiento mecánico para mejorar y alcanzar niveles óptimos de confiabilidad operacional de los procesos que nos permitan cumplir con las metas de la iniciativa del MCAEM, Enfocando acciones de las guías a los procesos de mantenimiento (EAF-LF-SM-VD-CK-EE-WTP). Integrar la mantenibilidad de las instalaciones y equipos será conformada como una de las acciones para el proceso.

*A continuación, mostraremos algunos ejemplos para la implantación a procesos de mantenimiento.*

#### OBJETIVOS

- ✓ El manual nos permitirá estandarizar procesos futuros de acuerdo con el modelo de confiabilidad.
- ✓ Esta iniciativa tiene con alcance mejorar el proceso de mantenimiento establecido con el modelo de confiabilidad.
- ✓ El modelo de confiabilidad pretende establecer una mejora en nuestro proceso aplicando directamente al tiempo de paros no programados, la disminución de fallas, mejorando la vida útil de los equipos y mejorando la aplicación del mantenimiento para futuras intervenciones.

PARÁMETROS PARA MEDIR EL AVANCE DE LA IMPLEMENTACIÓN SOLO DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECANICO.

**1 Planeación**

Descripción: Planear  
(Desarrollar/ Establecer)

- Guías y Procedimientos.

**2 Implantación**

Descripción: Hacer (Implantar)

- Aplicar guías y procedimientos.

**3 Verificación**

Descripción: Verificar (Evaluar)

- Establecer plan de mejora por equipos principales.
- Establecer áreas de oportunidad.

**4 Ajustes**

Descripción: Actuar (Ajustar / Actualizar)

- Analizar áreas de oportunidad.
- Actualizar posibles rediseños.
- Ajustar la mantenibilidad.

**5 Estandarización**

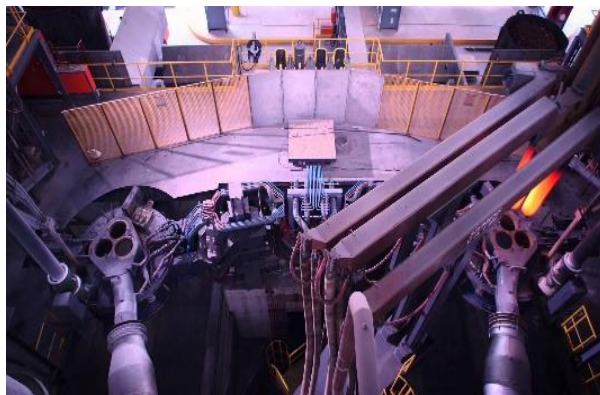
Descripción: Actuar  
(Establecer)

- Establecer resultados de rediseño derivado de la mantenibilidad.
- Establecer plan de mejora con resultados de las mejoras.

METAS (Ejemplos):

- Definir fases del MCAEM para los procesos de mantenimiento mecánico A2.
- Elaboración de diagramas que guíen la implantación.
- Definir y analizar las áreas de oportunidad

## ÁREAS DE ACERIA II



## Diagrama de flujo para determinar los pasos para selección de metodología de confiabilidad

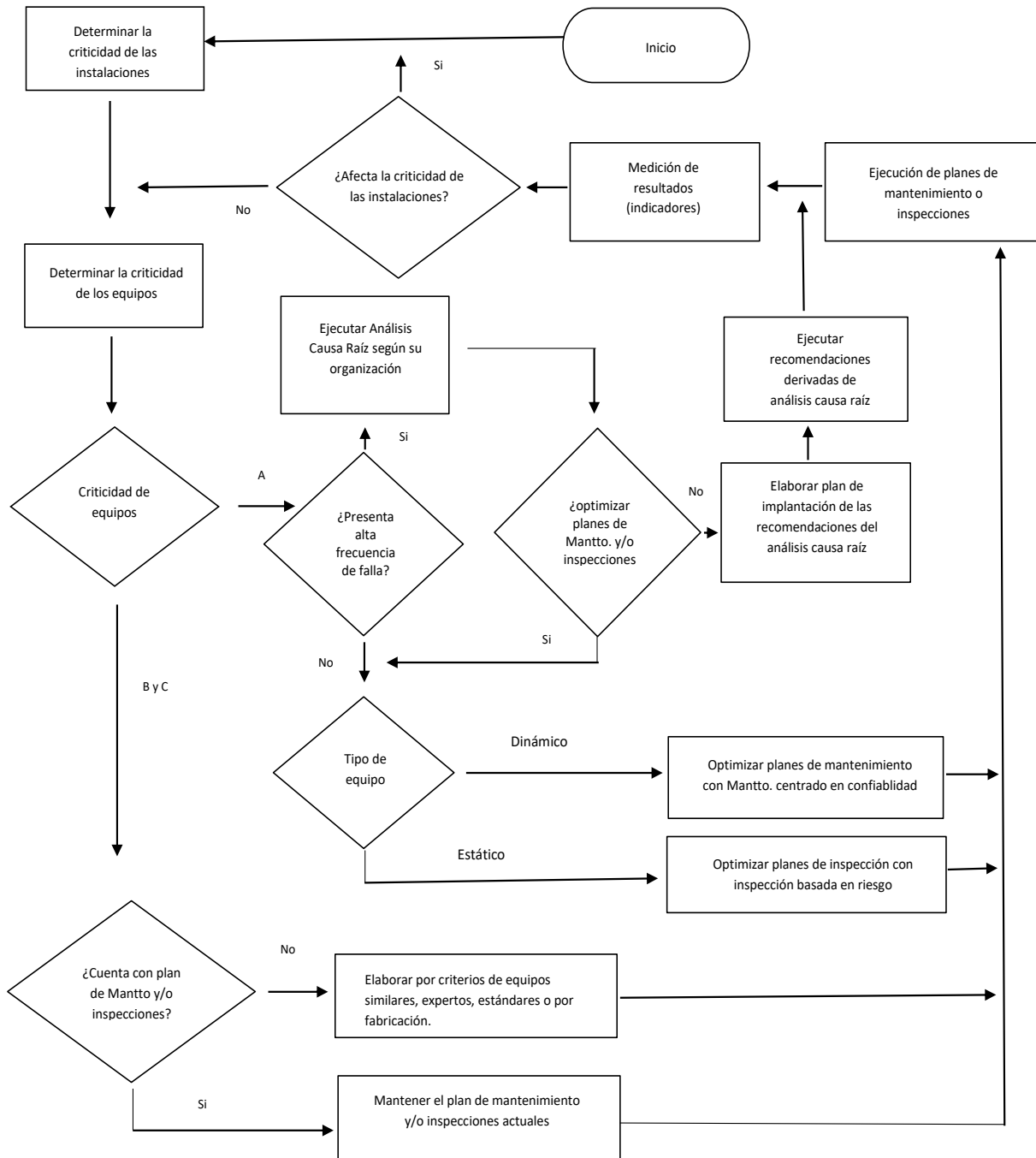


Imagen 2. Diagrama para aplicación de selección

## **FASE DE PLANEACIÓN:**

### **GUIA DE PROCESO DE GESTIÓN DEL MATENIEMIENTO**

#### **1. FORMAR EQUIPOS DE TRABAJO:**

Debe ser elaborado por un equipo de trabajo conformado por el personal a cargo de un centro de trabajo o un centro de proceso los cuales realizan actividades de mantenimiento. Para seleccionar al personal, establecer funcionamiento, las reglas de operación y desarrollo de las actividades de este.

Objetivo: Proporcionar la secuencia de actividades necesarias para integrar y operar equipos de trabajo que faciliten la implantación y funcionamiento del modelo de confiabilidad.

La formación y operación de los equipos de trabajo debe ser realizada en cualquier actividad que así lo requiera y su formación no debe limitarse a la implantación de las subelementos.

#### **2. IDENTIFICAR LOS SUBPROCESOS QUE COMPONEN EL PROCESO:**

El equipo de trabajo debe determinar los subprocesos que componen el proceso de mantenimiento para un equipo o instalación tomado en cuenta lo complejo de un factor importante de un subproceso a identificar para esto se deben usar criterios y establecer grados de importancia y aporte de resultados.

#### **3. IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES DE MANTENIEMINTO:**

Después de haber identificado los subprocesos del proceso del mantenimiento, se deberá realizar una lista con las actividades que actualmente realiza el personal de mantenimiento ya sea hidráulico, mecánico, lubricador o mecánico de grúas involucrados en el proceso, así como los insumos disponibles que se requieren para llevar acabo sus actividades de mantenimiento. Las actividades deberán definirse a nivel practico (técnico).

#### **4. ESTABLESER SECUENCIA DE ACTIVIDADES:**

En este paso se deberá establecer secuencias lógicas de las listas de actividades de manera gráfica, anexando insumos y los productos correspondientes e identificando su relación con otros procesos.

## 5. ADECUACIÓN O MEJORA DEL PROCESO:

Después de haber identificado los subprocesos se debe realizar un análisis para identificar las oportunidades de mejora tales como: Actividades repetidas, publicadas, productos o actividades que no estén relacionadas con el subproceso o que generen un retrabajo etc. Estas oportunidades de mejora deberán incorporarse y una vez documentado se deberán tomarse acciones necesarias para que el personal maneje el proceso en base a las acciones mejoradas. El proceso de planeación programación de los trabajos de mantenimiento considerando que los equipos de cuyo manejo confiable sea fundamental para el cumplimiento de las metas en materia del rendimiento, eficiencia y productividad. Los pasos que se deberán ejecutar para la mejor practica son los siguientes:

- a) 1.- Identificación de requerimientos de trabajo de mantenimiento.
- b) 2.-Preparación del plan anual de mantenimiento.
- c) 3.-Crear planes de mantenimiento preventivo, documentación de planificación de mantenimiento y Mantenimiento correctivo.
- d) 4.- Verificación del plan y de programas.
- e) 5.-Definir y establecer las actividades pendientes de trabajo.
- f) 6.-Definir un programa de trabajo semanal.
- g) 7.- Reunión diaria de programación de trabajos.
- h) 8.- Dar prioridad a los trabajos urgentes o de emergencia.
- i) 9.-Ejecución y seguimiento.

## 6. ACCESIBILIDAD:

Se refiere a la facilidad de acceder a los equipos para realizar labores de mantenimiento de manera fácil y segura. Se debe verificar que el diseño esté en condiciones y con espacios adecuados para el acceso de personal, equipos y herramientas y maquinarias necesaria para efectuar actividades de mantenimiento. Esto para el fin de verificar cuales son las condiciones, las facilidades y los espacios disponibles para permitir el acceso del personal necesario para realizar el mantenimiento y cumplir con normas de seguridad establecidas de la planta.

## 7. SISMPLICIDAD Y ESTANDARIZACIÓN:

Este paso re refiere a que los equipos estén contruidos con la menor cantidad posible de piezas y con mayor cantidad de componentes para realizar su mantenimiento. L simplicidad considera puntos como. Número de piezas, cantidad y configuración de elementos o accesorios del equipo con tornillos de anclaje, tapas, conectores, que esto sea complejo para las actividades de mantenimiento como desarmar, ensamblar, realizar

alineaciones o reemplazos, etc. Cuanto más simple el diseño, mejor es la mantenibilidad ya que con esto asegura que el proceso mejore en los tiempos de reparación con lo cual minimice los impactos a la producción asociadas a las intervenciones de mantenimiento. Se debe buscar la estandarización de equipo del mismo tiempo o marca para optimizar los tiempos, así como el intercambio en forma sencilla y rápida.

**8. CONFORMACIÓN DE EQUIPOS:**

El equipo de trabajo debe ser multidisciplinario y estar integrado por el personal especialista específico al tipo de las áreas, con el objetivo principal de establecer los requisitos y lineamientos específicos de la mantenibilidad del usuario a la ingeniería a detalle asegurando que cumplan los criterios de mantenibilidad.

**9. REPOPILACIÓN DE INFORMACIÓN:**

Se debe recopilar toda la información disponible de la iniciativa como objetivo, alcance, ubicación, tipo de servicio, listas y clases de equipos, etc.

**10. ESTABLECER LOS REQUISITOS Y CRITERIOS DE MANTENIBILIDAD:**

Debe incluir en bases de usuario de toda la infraestructura, debe de cumplir con la mantenibilidad para su aplicación basándose en un análisis de la siguiente forma: Mecanismos de falla, modos de fallas, tiempos de reparación, Tareas y actividades preventivas, costo del mantenimiento, Listas herramienta, costos de refaccionamiento, tiempo de pruebas, capacitación, costos durante su tiempo de vida útil, Programas de mantenimiento, Manuales, Procedimiento de mantenimiento.

**11. ADMINISTRACIÓN Y SEGUIMIENTOS DE LA MANTENIBILIDAD:**

Documentar la administración y seguimiento de la mantenibilidad se refiere a las acciones que se deben implementar para solucionar problemas de acceso, ergonomía, simplicidad y estandarización identificados antes de instalar.

## PROCESOS DE MANTENIMIENTO

- I. Proceso de ingeniería de mantenimiento: Debe identificar y establecer filosofías de mantenimiento mediante el desarrollo de la ingeniería de confiabilidad, aplicación de inspecciones predictivas y uso de tecnologías para alcanzar una mejor rentabilidad de los equipos e instalaciones.
- II. Gestión y desempeño: Se refiere a identificar y priorizar oportunidades de desempeño, así como definir las aplicaciones de actualizaciones requeridas y reparaciones mayores para los equipos, mediante el análisis de tendencias predictivas e indicadores de gestión, desempeño de equipos y costo.
  - Identificar tendencias de los resultados del mantenimiento predictivo. Para la detección de oportunidades mediante el análisis de tendencia de los resultados de Mantto.
  - Detección de oportunidades mediante el análisis de los indicadores de desempeño y costo del equipo incluyendo operadores.
  - Analizar y Priorizar oportunidades de control estadístico y análisis de incertidumbre. Priorizar mediante informes técnicos con las recomendaciones producto del análisis de tendencia de predictivo y los indicadores de desempeño de equipos y costos.
  - Diseñar aplicaciones de actualizaciones, el informa de resultados, recomendaciones, seguimientos para alcances de actualizaciones, cual será insumo para el proceso de planeación de mantenimiento.
  - Elaboración de hojas de rutina del plan de mantenimiento preventivo y predictivo, incluyendo resultados de la aplicación de las metodologías de confiabilidad.
- III. Coordinar la aplicación de metodologías de confiabilidad: se refiere a aplicar las metodologías de mantenimiento centrado en confiabilidad, inspección basada en riesgo para definir las estrategias, así como las actividades de mantenimiento predictivo y preventivo requeridas por los equipos de igual forma aplicando el análisis causa raíz para el análisis y solución de problemas.
- IV. Procesos de planeación del mantenimiento: La planeación de mantenimiento debe describir las políticas, los planes a corto y mediano plazo, costos, estrategias, de contratación, planes de procura y recursos adecuados para asegurar los costos óptimos y la integridad de las instalaciones y equipos.



V. Determinar requerimientos de mantenimiento: Se refiere a identificar y organizar los requerimientos de las solicitudes de hallazgos o anomalías, desviaciones, reportes de auditorías, sustituciones, mejoras, planes preventivos y predictivos, para obtener los planes anuales alineados.

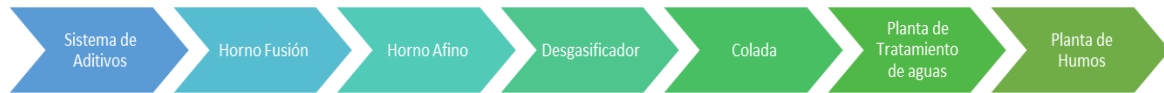
VI.

## FASE DE IMPLANTACIÓN:

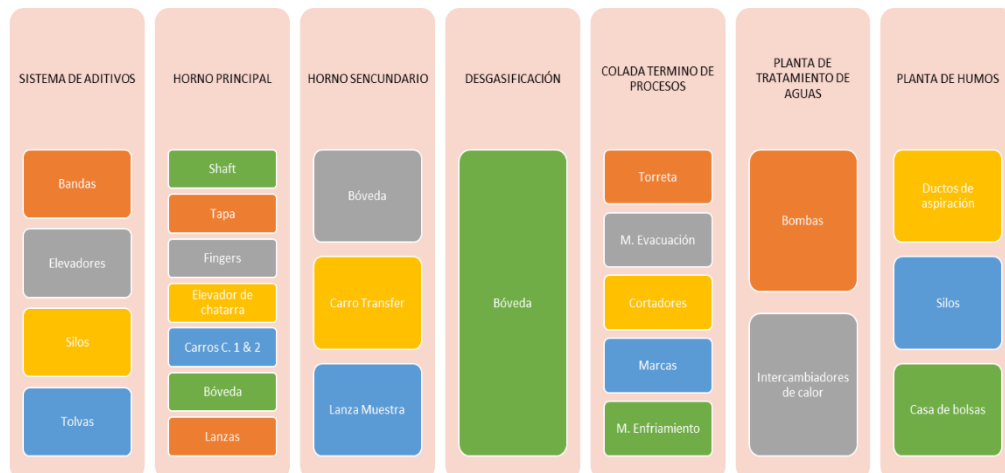
### 1.FORMACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO:

- GERENTE DE MANTENIMIENTO MECANICO
- JEFE DE MANTENIMIENTO MECANICO
- COORDINADOR MECANICO
- SUPERVISORES MECANICOS

### IDENTIFICAR LOS SUBPROCESOS QUE COMPONEN EL PROCESO:



### IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:



*IDENTIFICAR LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (ejemplo):*

## **SISTEMA DE ADITIVOS**

### **Bandas:**

- *Verificar que las bandas no tengan rupturas o daños.*
- *Revisar que los caminos de rodillos no presenten ruidos extraños.*
- *Revisar el estado de las chumaceras de los rodillos principales*
- *Revisar la Lubricación de las chumaceras.*

### **Elevadores:**

- *Revisar rupturas o daños en la banda.*
- *Revisar los daños en los canjilones laterales.*
- *Verificar la alineación de la banda*
- *Revisar el estado de los rodillos guías*
- *Revisión de los rodillos lado libre*
- *Revisar las chumaceras lado motriz y lado libre*
- *Revisar la línea de lubricación*
- *Revisar los dispensadores de grasas de las chumaceras principales*

### **Silos:**

- *Revisión de los cordones de soldadura.*
- *Revisar la posición de los micros*

### **Tolvas:**

- *Revisión de los cordones de soldadura de la tolva*
- *Revisar que el sistema de pesaje esté funcionando*
- *Revisar la posición de los micros*

## **HORNO PRINCIPAL**

### **Shaft**

- *Revisión de posibles fugas*
- *Revisión de fugas en panes enfriados*
- *Revisión de obstrucciones (chatarra atorada)*

- *Revisar apertura y cierre.*
- *Revisión de micros*

### **Tapa**

- *Revisión de apertura de la tapa*
- *Revisión de los seguros*
- *Verificación de la posición de los micros*

### **Fingers**

- *Inspección de fugas de finger*
- *Revisión de mangueras hidráulicas*
- *Revisión de tubería de enfriamiento*
- *Revisión en mangueras de enfriamiento*
- *Revisión de daños en marcos*

### **Elevador de chatarra**

- *Inspección el refuerzo de elevador*
- *Revisión de desgastes o deformaciones*
- *Revisión de mangueras Hidráulicas*
- *Inspección de Central hidráulica*
- *Revisión de cable del malacate*
- *Revisión de daños em cable*
- *Inspección de movimientos del elevador*
- *Inspección de daños a la cadena retráctil*
- *Revisar la alineación de la cadena*
- *Revisión de estado de separadores*
- *Revisión de laterales*
- *Revisión en estado de topes*

### **Carros 1 & 2**

- *Inspección de apertura y cierre*
- *Revisar el estado el cable de seguridad*
- *Revisar el desgaste en rudas*
- *Revisar la posición de los micros*
- *inspección de central hidráulica*
- *inspección de deformaciones o daños en tolva*
- *Revisión de sistema de lubricación*
- *Revisión de líneas de lubricación*
- *Revisión de temperatura*

- *Revisión del estado de los topes físicos*

### **Bóveda**

- *Inspección de fugas en bóveda*
- *inspección de fugas en delta*
- *inspección de daños y deformaciones*

### **Lanzas**

- *inspección de fugas*
- *Revisión de cadenas*
- *Revisión en sistema de lubricación*
- *Revisión de lubricación en rodajas*

### **HORNO SECUNDARIO**

#### **Bóveda:**

- *Inspección de fugas en bóveda*
- *inspección de fugas en delta*
- *inspección de daños y deformaciones*

### **Carro Transfer**

- *Revisión de movimientos*
- *Revisión de sistema motriz*
- *inspección de daños y deformaciones de estructura*
- *Revisión del estado de las ruedas*

### **Lanza Muestra**

- *inspección de fugas*
- *Revisión de cadenas*
- *Revisión en sistema de lubricación*
- *Revisión de lubricación en rodajas*
- *Calibración de temperaturas*

### **DESGASIFICADOR**

## **Bóveda:**

- *Inspección de fugas en bóveda*
- *inspección de fugas en la tapa de enfriamiento*
- *inspección de daños y deformaciones*
- *Revisión de protecciones de mangueras de enfriamiento*
- *Revisión del refractario*
- *Inspección de atmosferas*
- *Revisión de deformaciones de contenedor*
- *Revisión de alimentaciones*
- *inspección de muestreos*
- *Revisión del estado del sello*
- *Revisión de daños en bases centrales*

## **COLADA**

### **Torre**

- *inspección de movimientos en brazos*
- *inspección de giro*
- *inspección de central hidráulica*
- *Revisión de central de lubricación*
- *Revisión de una buena lubricación*
- *Revisar líneas de lubricación*
- *Revisar daños o deformaciones en guardas*
- *Revisión de fugas en mangueras hidráulicas*
- *Revisión de fugas en tubería de enfriamiento*
- *Revisión de micros de posición*
- *Revisión del estado de los cilindros hidráulicos*

### **M. Evacuación**

- *Revisión del desgaste en rodillos*
- *Revisión del estado de los sprocket*
- *Revisión de líneas de lubricación*
- *inspección de los movimientos*
- *inspección de movimientos en rodillos motrices*
- *Revisión de micros de posición*
- *Revisión de la central hidráulica*

- *Revisión de central de lubricación*

### **Cortadores**

- *Revisión del estado de sopletes*
- *inspección de líneas de gas*
- *inspección de ruedas*
- *Revisión de lubricación de chumaceras*
- *Revisión de alineación de los rieles*

### **Marcas**

- *Revisión del estado de los sellos*
- *inspección de movimientos*
- *Inspección de Profundidad de marcas*
- *Revisión de sistema de lubricación*
- *Inspección de ruedas*
- *Revisión de alineación de los rieles*

### **M. Enfriamiento**

- *inspección de Central hidráulica*
- *inspección de central de lubricación*
- *Revisión de la posición de los micros*
- *Revisión de fugas en los cilindros hidráulicos*
- *Revisión de sellos*
- *Revisión de dientes de mesa*

## **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS**

### **Bombas**

- *Revisión de temperaturas*
- *Revisión de hilo grafitado*
- *Revisión de fugas de aceite*
- *Revisión de nivel de aceite*
- *Revisión de tuberías*
- *Revisión de filtros*
- *Revisión de daños o deformaciones en estructura*
- *inspección de líneas de retorno*
- *Revisión de temperaturas del agua*
- *Revisión del estado de los manómetros*

## **Intercambiadores**

- *Revisión en temperaturas anormales*
- *Revisión de los filtros*
- *inspección de señales*
- *Inspección de señales de emergencia*
- *Verificación de parámetros*

## **PLANTA DE HUMOS**

### **Ductos de aspiración**

- *inspección de succión de humos*
- *inspección de succión de polvos*
- *Revisión de micros de temperatura*
- *Revisión de nivel de aspiración*
- *Revisiones de vibraciones anormales*
- *Revisión de líneas de alimentación de inertes*
- *Revisión de paneles enfriados*
- *Estado de dampers*

### **Silos**

- *inspección de niveles de polvo*
- *Revisión de temperaturas*
- *Revisión de los sistemas de inertización*
- *Revisión de tolvas*
- *Revisión de flujómetros*
- *Revisión de vibraciones anormales*

### **Casa de bolsas**

- *inspección de niveles de polvo*
- *Revisión de temperaturas en silos*
- *Revisión de los sistemas de inertización*
- *Revisión de tolvas*
- *Revisión de flujómetros*
- *Revisión en temperaturas de silos de descarga*
- *inspección de estado de bolsas*

- *Revisión de temperaturas en bolsas*
- *Revisar los sistemas de emergencia de los silos*
- *Revisión de los transportadores helicoidales*
- *Revisar la temperatura de los FAN*
- *Revisar las vibraciones de los FAN*

<b>PLAN DE MEJORA</b>			
<b>EQUIPO</b>	<b>FALLA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>Banda de elevadores 1</b>	<b>Desalineación de banda</b>	<b>No tiene suficientes guías</b>	<b>Colocar secciones de guías continuas</b>
<b>Banda de elevadores 1</b>	<b>Fractura de baleros</b>	<b>Lubricación insuficiente derivado de los escasos de acceso para realizar lubricación</b>	<b>Planificar rutas para líneas de lubricación</b>
<b>Banda 102</b>	<b>Ruptura de banda por material atorado</b>	<b>Limpiador no puedo quitar el exceso de material</b>	<b>Colocar limpiadores laterales</b>
<b>Fugas en shaft</b>	<b>Fugas</b>	<b>Fugas por golpes de chatarra</b>	<b>Colocar protecciones a paneles enfriados</b>
<b>Flap</b>	<b>Fugas en mangueras hidráulicas</b>	<b>Fugas por golpes de chatarra</b>	<b>Diseñar Guardas móviles</b>
<b>Fingers</b>	<b>Fugas</b>	<b>Derivada de dimensiones excesivas de chatarra</b>	<b>Establecer medidas entre peso y altura</b>
<b>M. Evacuación</b>	<b>Daño en sprokts</b>	<b>Daño por golpe de palanquilla</b>	<b>Diseñar topes intermedios que nos ayuden a reducir la velocidad y fuerza de la salida de las</b>



			<b>palanquillas</b>
<b>Cadena retráctil</b>	<b>Desalineación</b>	<b>Por movimiento a diferente velocidad del carro</b>	<b>Diseñar unas guías para los laterales del riel y modificar los separadores de la cadena</b>
<b>Elevador chatarra</b>	<b>Fuga en manguera</b>	<b>Fuga por desalineación de cadena</b> <b>Fuga en manguera hidráulica por chatarra incrustada entre el separador y la protección</b>	<b>Diseñar unas protecciones para la cadena</b> <b>Diseñar un paso hombre para realizar revisiones a la central del carro para poder cerrar en caso de fugas</b>
<b>Banda 103</b>	<b>Se quema banda</b>	<b>Se pierde la posición de los micros y banda se queda dentro de cañón lo que provocó que se quemara</b>	<b>Diseñar un pasillo hombre para llegar más rápido a los micros y así poder ejecutar su mantenimiento</b>
<b>Lanzas OX</b>	<b>Lubricación</b>	<b>Falta de lubricación</b>	<b>difícil para acceso a lubricar lanzas de oxígeno</b>
<b>Fingers</b>	<b>Sobrepresión</b>	<b>Se encontró sobrepresión en el sistema, generando un riesgo para el personal que ejecutaría su mantenimiento</b>	<b>Válvulas de desfogue en los fingers</b>
<b>Lanza Manual</b>	<b>Sobrepresión</b>	<b>sobrepresión en el sistema de insuflación</b>	<b>Se opta por colocar válvulas</b>

<b>EAF</b>			<b>de alivio en los sistemas de insuflación de grafito</b>
<b>Banda de elevadores 2</b>	<b>Se presentan ruidos extraños</b>	<b>Falta de lubricación a chumaceras</b>	<b>Se requiere una alternativa para facilitar la lubricación del sistema</b>
<b>Cadena retráctil</b>	<b>Desalineación</b>	<b>Falta de guía en estructura de paso de cadena</b>	<b>Diseñar accesorios que nos ayuden a guiar el paso de la cadena</b>
<b>Ducto Humos</b>	<b>Disminución de aspiración y altas temperaturas</b>	<b>Se presenta disminución es aspiración de humos y temperaturas fuera de lo normal en el sistema de enfriamiento de ducto</b>	<b>En paro tarifarios se inspecciona a detalle sensores, fugas en enfriamiento, se abre la única mirilla del ducto y se encuentra que el ducto tiene medio metro de polvo acumulado en todo el ducto. Mantenimiento mecánico y operación humos analiza y dan alternativas para atacar el problema. Como resultado se generan modificaciones en ducto para realizar trabajos de limpieza y</b>

			<p><b>mantenimiento se habilitan ventanas hombre para inspeccionar y realizar limpieza en ductos.</b></p>
--	--	--	---

## Áreas de Oportunidad (Encontradas en el PM)



### SISTEMA DE ADITIVOS

- Banda de elevadores 1
- Banda 102
- Banda 103
- Banda de elevadores 2



### Horno Fusión

- Shaft
- Flap
- Fingers
- Cadena retráctil
- Elevador de Chatarra
- Lanza de oxígeno



### COLADA

- M. Evacuación



### PLANTA DE HUMOS

- Ductos de humos

### Análisis de las áreas de oportunidad

En los resultados del PM encontramos áreas de oportunidad basadas todas ellas a disposiciones específicas en relación con la mantenibilidad. La mantenibilidad pertenece a equipos e instalaciones, su diseño debe ser accesible para poder efectuar actividades de mantenimiento o reparación con mayor facilidad.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como resultado de una investigación se opta por el método de confiabilidad con el objetivo de reducir las fallas presentadas permitiendo mejorar un 80% la confiabilidad y disponibilidad en de los equipos e instalaciones estableciendo metas e identificando áreas de oportunidad con herramientas y metodologías que nos facilitaran su implantación. Centrándose en los procesos de mantenimiento y mantenibilidad de los equipos. Con los objetivos de: Elaboración de un manual que nos permita la implantación del modelo de confiabilidad, Crear pasos que nos permitan Implementar el Modelo de Confiabilidad (MC) satisfactoriamente en los procesos de mantenimiento para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos e instalaciones, Encontrar y definir áreas de oportunidad para la aplicación del modelo de confiabilidad.

### 4.1 Resultados

¿Como mejoramos la confiabilidad de nuestros equipos? Esta fue la pregunta que nos hicimos. Derivada de una reunión en donde se expusieron los problemas que han surgido con el paso del tiempo. Esta pregunta surgió por fallas frecuentes derivadas de nuestros procesos de producción a los cuales se le sumaron problemas de diseño y áreas de riesgo, que como resultado creaban paros no programados que afectaban directamente la producción. Así, que se buscaron alternativas derivadas de investigaciones y gracias a esto, como resultado de una investigación de racionada a la gestión de la calidad surgió un método que incluía partes fundamentales para aplicar dentro de nuestros procesos “Método de confiabilidad” este método nos permitiría mejorar nuestros procesos de mantenimiento con un resultado del 80% de confiabilidad obtenida. Así que se iniciaron los trabajos para desarrollar la serie de pasos que ayudaran a su implementación. “Modelo de confiabilidad”.

En este proyecto tuvimos como resultado algunos de los pasos para lograr la implantación, así como la descripción de cada elemento que lo conforma. Y como contribuyen con el cambio en ruta a la mejora continua.

## 4.2 Trabajos Futuros

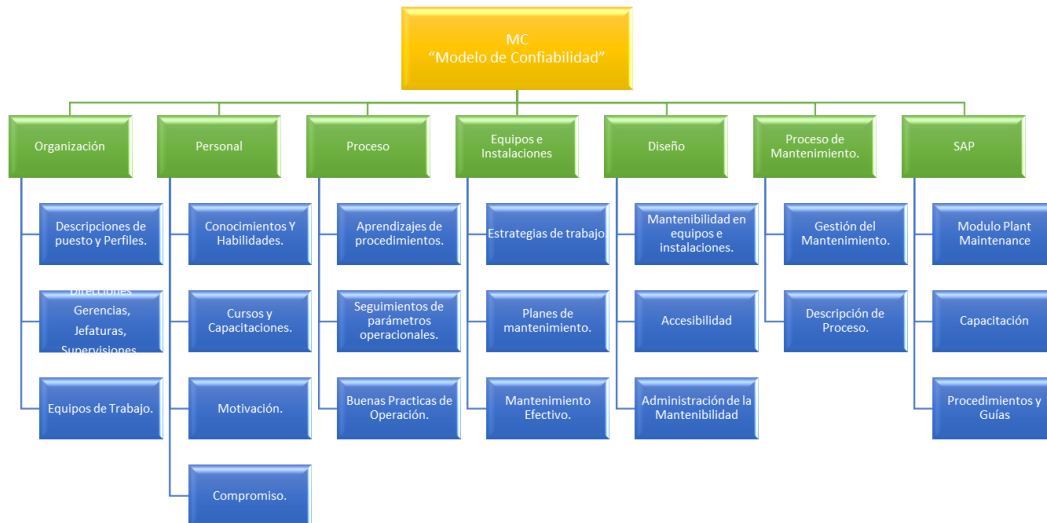
En este proyecto se sugiere su continuación ya que requiere de suficiente tiempo para generar estudios más complejos, y sobre todo por el desarrollo de la actividad de mejora continua. Este documento redactó de forma prevé los pasos o procesos para su implantación.

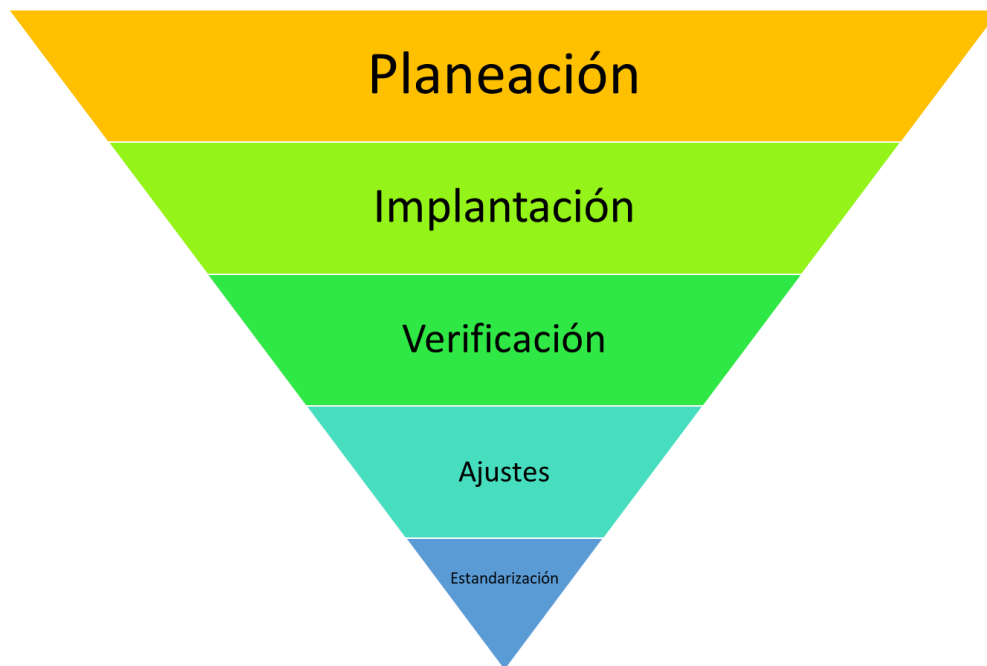
## 4.3 Recomendaciones

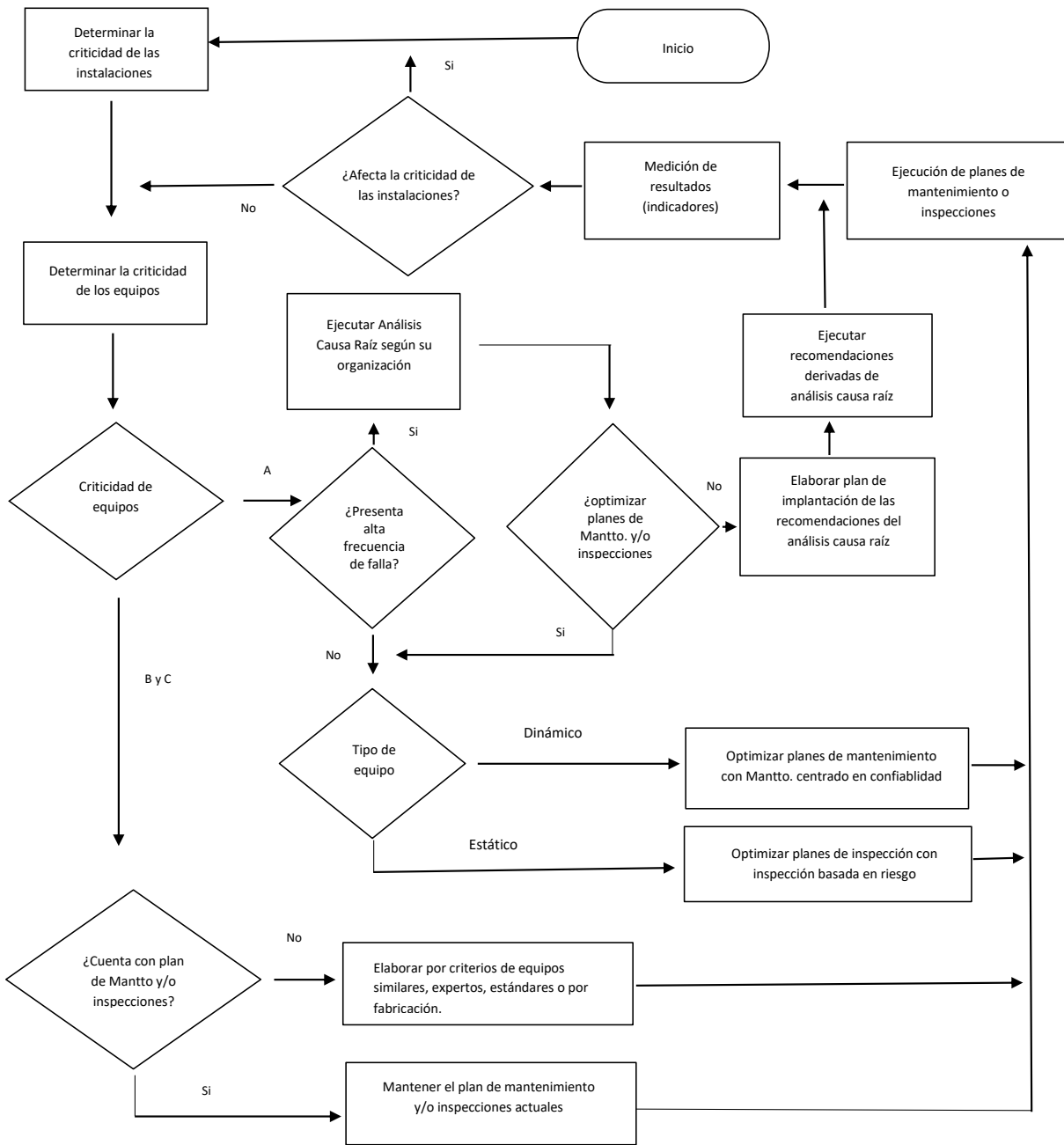
- Mejorar las descripciones de cada elemento del modelo.
- Hacer estudios más amplios.
- Desarrollar estudios sobre más herramientas de mejora continua.

## ANEXOS

Contiene los datos usados en el desarrollo del proyecto que sirvieron como referencia, tales como:









## **BIBLIOGRAFÍA**

Adolfo Arata (2009). **Ingeniería y Gestión de la Confiabilidad Operacional en Plantas Industriales**. RIL Editores

Acuña Acuña Jorge (2003) **Ingeniería de Confiabilidad**. Costa Rica. Cartago, C. R.

Pemex exploración y producción (2009) **manual del sistema de confiabilidad operacional versión 2**. México

Mesa Grajales, Dairo h.; Ortiz Sánchez, Yesid; Pinzón, Manuel. (2006). **La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento**. Colombia. Scientia Et Technica,