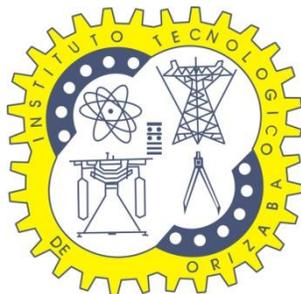


**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA**



**NOMBRE DEL ARTÍCULO:**

**“INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD”**

**PRESENTA:**

**ISRAEL DE JESUS CRUZ MENDOZA**

**PROFESOR:**

**FERNANDO AGUIRRE Y HERNÁNDEZ**

---

**V.o. B.o.**

**ORIZABA VERACRUZ A 26 DE FEBRERO DE 2015**

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
1. EVOLUCIÓN EN EL MANTENIMIENTO .....	4
2. DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO .....	5
2.1 Mantenimiento Correctivo (120,000 a.C – 1,780) .....	5
2.2 Mantenimiento Preventivo (1914-1926) .....	5
2.3 Mantenimiento Productivo (1927-1949) .....	5
2.4 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (1950-1959) .....	6
2.5 Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (1960-1969).....	6
2.6 Mantenimiento Productivo Total (1970-1971) .....	7
2.7 Las 5 ‘s .....	7
2.8 Ingeniería de Confiabilidad (Actualmente) .....	8
2.8.1 Ingeniería.....	8
2.8.2 Confiabilidad.....	8
2.8.3 Ingeniería de Confiabilidad.....	9
3. Conceptualización de elementos dentro de la Ingeniería de Confiabilidad .....	9
3.1 Falla.....	9
3.2 Confiabilidad.....	10
3.3 Mantenibilidad .....	10
3.4 Disponibilidad .....	10
3.5 Distribución de probabilidad .....	10
3.6 Incertidumbre .....	11
3.7 Probabilidad de Falla.....	11
3.8 Tiempo Promedio Entre Fallas.....	11
4. DIVISIÓN DE LA INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD .....	11
5. DESARROLLO DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD .....	12
5.1 Diagnóstico.....	12
5.2 Confiabilidad.....	13
5.2 Mantenibilidad .....	13
5.3 Disponibilidad .....	14
CONCLUSIONES.....	15
PROPUESTA DE TESIS.....	15
Bibliografía.....	16

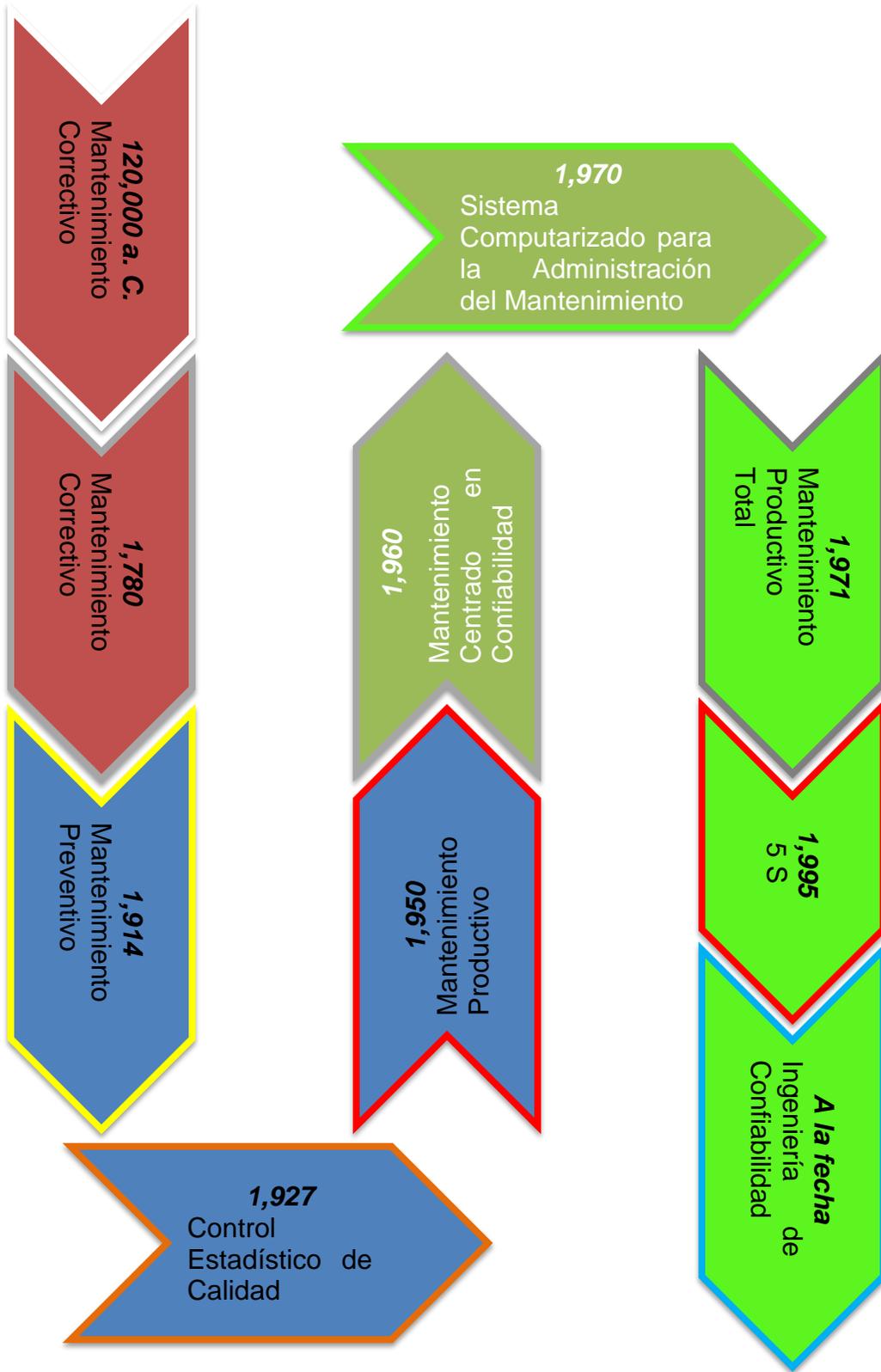
## INTRODUCCIÓN

Nos encontramos inmersos en una cultura donde nos vemos perjudicados por nuestra falta de interés en programar sucesos que pueden evitar que algún proceso salga defectuoso, es decir, no programamos una serie de actividades para prevenir que existan paros no programados.

Estos sucesos en una empresa son muy peligrosos, pues si una maquina se daña por falta de mantenimiento, o por sobrecarga de trabajo, y se descompone, el paro de producción ocasionaría retrasos en los pedidos y por ende insatisfacción de los clientes, por lo que habría que crear y calcular los índices de rendimiento de un ítem. Esto con el objetivo de saber durante qué tiempo el ítem puede trabajar sin forzarse, el tiempo en que algunas piezas deben ser sustituidas y demás actividades que nos ayuden a prevenir todo tipo de retrasos laborales, que influyan directamente en las metas de producción y ganancias.

Es por estas situaciones que procederemos a estudiar la Ingeniería de Confiabilidad, que marca la pauta para que estos y algunos escenarios más, no se presenten dentro de una organización.

# 1. EVOLUCIÓN EN EL MANTENIMIENTO



## **2. DEFINICIONES DEL MANTENIMIENTO**

### **2.1 Mantenimiento Correctivo (120,000 a.C – 1,780)**

En épocas antiguas, el *Homo Sapiens*, solo utilizaba el Mantenimiento Correctivo en sus utensilios y herramientas, ya que, era hasta que terminaba la vida útil del producto en que debían reemplazar sus componentes.

Posteriormente hasta 1780 en las fábricas no se tenía un plan de mantenimiento para realizar cambios para el correcto funcionamiento de las máquinas, sino que, se aplicaba mantenimiento correctivo a las máquinas y herramientas, era hasta que las maquinas causaban un paro, que el personal debía correr para componer la máquina y que la producción no se detuviera tanto tiempo.

### **2.2 Mantenimiento Preventivo (1914-1926)**

Es aquel destinado a la conservación de equipos (ítems) mediante la revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, en contraparte al mantenimiento correctivo que repara y pone en condiciones de funcionamiento aquellos ítems que dejaron de funcionar o se encuentran dañados. (Villanueva, 2006)

### **2.3 Mantenimiento Productivo (1927-1949)**

Esta etapa es concebida por la necesidad que existía de progresar en calidad y el desarrollo de técnicas y herramientas para el control y aseguramiento de la calidad. Es aquí donde se produce un gran desarrollo tecnológico en los sistemas de producción, impulsado por la necesidad de diseñar equipos que puedan producir bienes de la calidad exigida por el mercado. Este concepto define

que el objetivo del Mantenimiento no es solo mantener los equipos funcionales, sino mejorar la calidad mediante modificaciones en el diseño que mejoren la fiabilidad y la mantenibilidad de los equipos. De esta manera el Mantenimiento Productivo (PM) conjunta el Mantenimiento Correctivo, Preventivo y la gestión de la calidad. (Villanueva, 2006)

## **2.4 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (1950-1959)**

Es una técnica para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación.

RCM se basa en analizar los fallos potenciales que puede tener una instalación, sus consecuencias y la forma de evitarlos. Desde 1978 el RCM ha sido usado para diseñar el mantenimiento y la gestión de activos en todo tipo de actividad industrial. (Garrido, 2010)

## **2.5 Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (1960-1969)**

Un SCAM es un sistema de información adaptado al servicio de mantenimiento, que ayuda mediante el proceso de recopilación de datos, pronósticos, planeación, programación y control de actividades de mantenimiento. Un SCAM ayuda en la toma de decisiones para la mejora de la calidad de mantenimiento de una empresa por medio de informes eficaces. (Duffua, Raouf, Dixon, 2007)

## **2.6 Mantenimiento Productivo Total (1970-1971)**

Surge en Japón como un sistema destinado a lograr la eliminación de las llamadas <Seis Grandes Pérdidas> del proceso productivo y con el objetivo de facilitar la implantación de la forma de trabajo *Just In Time* (Justo A Tiempo).

El TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción de vidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

El TPM implica cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos achacables a un mal estado de los equipos y sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debido a los estados de los equipos. (Garrido, 2010).

## **2.7 Las 5 's**

El objetivo de las 5's es establecer un sistema de trabajo que permita obtener la organización, el orden, la limpieza de los recursos en cualquier área de trabajo de la empresa y que el personal de ésta adquiera la disciplina necesaria para no abandonar dicho sistema. Los cinco pilares de esta filosofía son las siguientes:

Seiri (Organización): Tener en mi lugar de trabajo solo lo estrictamente necesario para trabajar cada día sin interrupciones.

Seito (Orden): Significa que todas mis herramientas, materiales, instrucciones del día, etc.; estén en el lugar y forma más adecuados para hacer mi trabajo.

Seiso (Limpieza): Significa que todos los lugares e ítems que uso o atiendo estén limpios y en buenas condiciones de trabajo.

Seiketsu (Preservación): Significa que el estado que he conseguido con la organización, el orden y la limpieza, aplicada a mi área de trabajo lo resguarde día con día.

Shitsuke (Disciplina): Significa que debo crear en mi interior el necesario interés y fuerza de voluntad con el fin de mantener mi curso de acción con las 5's a pesar de los problemas que se me presenten. (Villanueva, 2006)

## **2.8 Ingeniería de Confiabilidad (Actualmente)**

Para poder hablar de ingeniería de confiabilidad debemos definir lo que el concepto engloba en cada una de sus palabras, por lo que procederemos a definir las para juntar conceptos y construir la definición.

### **2.8.1 Ingeniería**

Hablar de ingeniería, es referirse a aquella disciplina que proporciona métodos, técnicas y herramientas para dar solución a los problemas reales que se presentan en la cotidianidad en cualquier tipo de organizaciones. (Garreta, 2003)

### **2.8.2 Confiabilidad**

Confiabilidad es la "capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas". Habremos logrado la Confiabilidad requerida cuando el "ítem" hace lo que queremos que haga.

Al decir "ítem" podemos referirnos a una máquina, a una planta industrial, a un proceso, a un rodado, a un sistema y también a una persona. La Confiabilidad impacta directamente sobre los Resultados de la Empresa, debiendo aplicarse no sólo a máquinas o equipos aislados sino a la totalidad de los procesos que integran la cadena de valor de la Organización. (Moubray, 1997)

### **2.8.3 Ingeniería de Confiabilidad**

Al hablar de confiabilidad, nos referimos a la probabilidad de que una maquinaria, producto o proceso funcione adecuadamente, siguiendo sus especificaciones dentro de un periodo de tiempo establecido, siempre considerando las condiciones especificadas desde el principio.

La Ingeniería de Confiabilidad se concentra en procesos de eliminación de fallas a través del uso de diversas herramientas analíticas que permitan mejorar procesos, actividades, recursos, diseños, etc.

El objetivo primordial es elevar la confiabilidad de los activos aumentando así también su disponibilidad, siempre y cuando las mejoras se fundamenten con la rentabilidad del negocio (Ingeniería).

## **3. Conceptualización de elementos dentro de la Ingeniería de Confiabilidad**

Empezaremos a conceptualizar elementos del tema de Ingeniería de Confiabilidad para posteriormente desarrollar en el tema. Antes que nada necesitaremos comprender algunas definiciones basándonos en este concepto de I.C.: “es una rama de la ingeniería que estudia las características físicas y aleatorias del fenómeno conocido como falla”.

### **3.1 Falla**

Es a partir de este concepto que entra la confiabilidad, puesto que ésta se encarga de detectar las fuentes de falla para establecer controles sobre ella (Nuñez, 2012). Una definición simple pero clara y concisa sería la siguiente: “Falla es el efecto que se origina cuando un componente, equipo, sistema o proceso deja de cumplir con la función que se espera que realice. (Virtual)

## **3.2 Confiabilidad**

La confiabilidad de una unidad productiva es la probabilidad o garantía de que ésta producirá el producto requerido por los clientes. La confiabilidad se caracteriza por el tiempo promedio entre fallas.

## **3.3 Mantenibilidad**

Es la probabilidad que un equipo que falló pueda ser reparado dentro de un período dado de tiempo, se caracteriza por el Tiempo Promedio para Reparar (MTTR, Mean Time To Repair)

## **3.4 Disponibilidad**

La disponibilidad es una función de las dos anteriores, esta se refiere, a medir con qué frecuencia un equipo fallara y que tanto tiempo tomara para que este equipo vuelva a sus condiciones normales de operación, en otras palabras, una medida del grado por el cual un ítem está en un estado operable y confiable.

## **3.5 Distribución de probabilidad**

Son modelos gráficos que relacionan los probables valores que pueden tomar una variable aleatoria, con la frecuencia de ocurrencia de cada uno de ellos.

Las Distribuciones de Probabilidad se clasifican en dos familias:

- ❖ Distribuciones Paramétricas (Binomial, Geométrica, Binomial Negativa, Poisson)
- ❖ Distribuciones No Paramétricas (t-student, F-Fisher, Kruskal Wallis, Wilcoxon, Normal, etc.)

### 3.6 Incertidumbre

Es un nivel de diferencia entre lo que conocemos del proceso y el estado de certidumbre Total.

### 3.7 Probabilidad de Falla

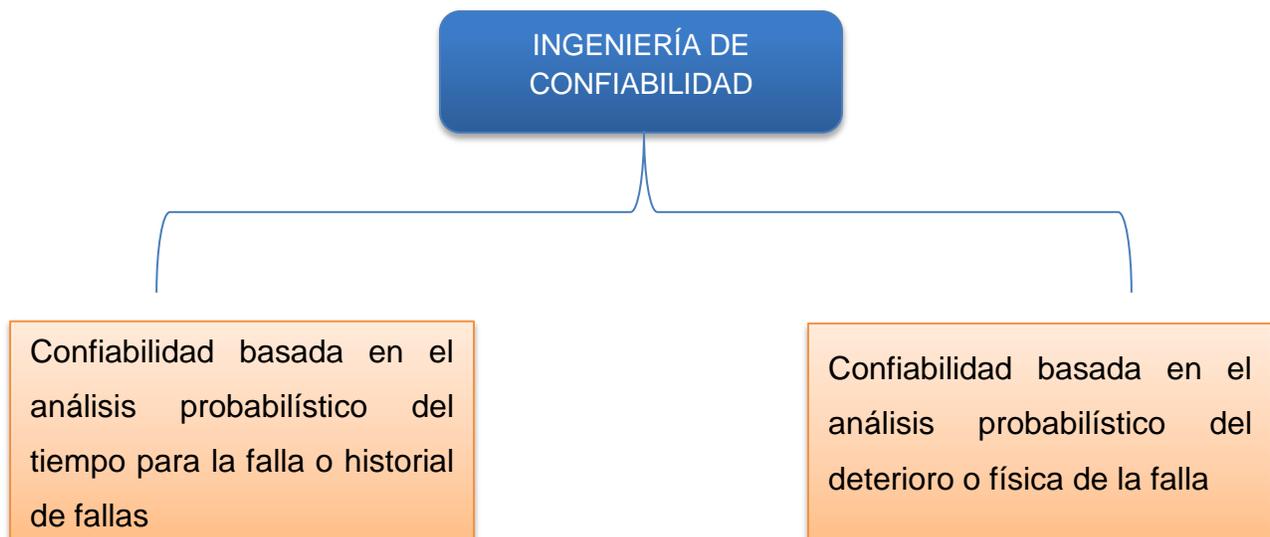
Es la posibilidad de que un sistema, componente o proceso falle o deje de realizar la función necesaria en un momento dado.

### 3.8 Tiempo Promedio Entre Fallas

Este término se refiere al tiempo promedio de falla y su pronta reparación. Viene dado por la expresión:

$$TPEF = TPPF + TPPR$$

## 4. DIVISIÓN DE LA INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD



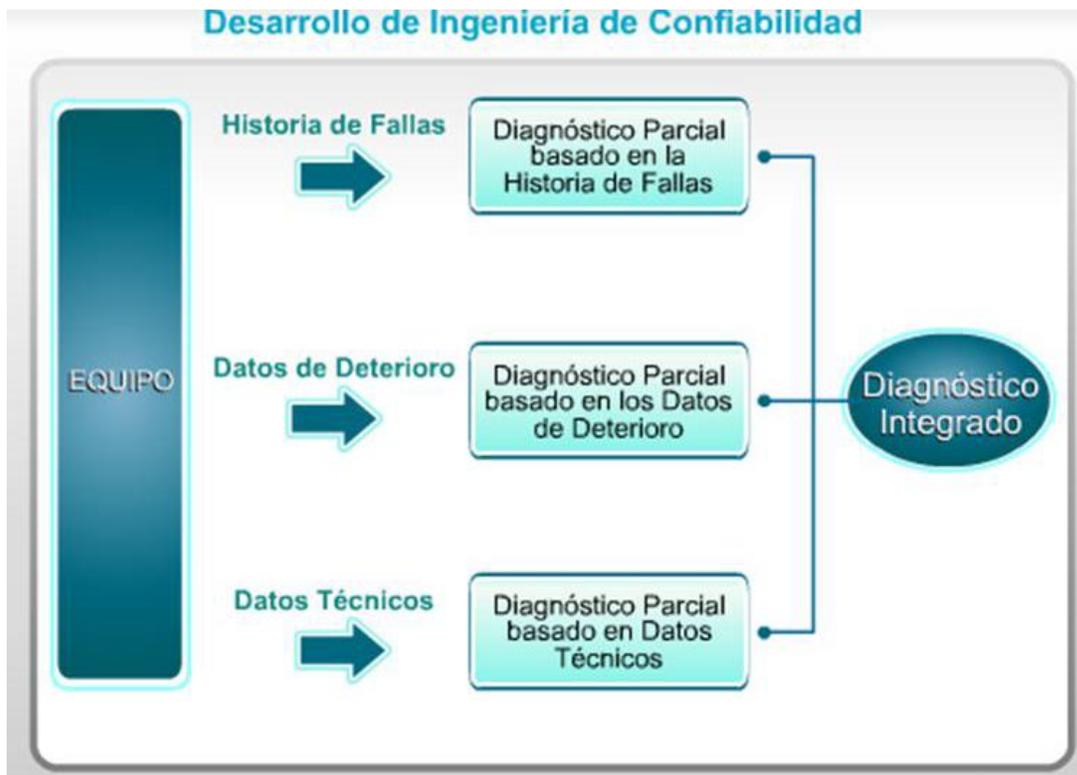
Ambos enfoques tienen un mismo objetivo común: “Caracterizar probabilísticamente la falla para hacer pronósticos y establecer acciones proactivas dirigidas a evitar o mitigar su efecto”.

La diferencia entre ambos enfoques se relaciona con la forma de analizar la falla: la primera propone predecirla estudiando la frecuencia histórica de ocurrencia o tasa de fallas, mientras que la segunda considera que una falla es la última fase de un proceso de deterioro y se concentra en predecirla a través del entendimiento de “como ocurre la falla”, es decir, estudiando la “física del proceso de deterioro”. (Virtual)

## 5. DESARROLLO DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

### 5.1 Diagnóstico

Este proceso nos permite caracterizar el estado actual de los equipos, los procesos o los sistemas y poder predecir su comportamiento en el futuro por medio de un análisis integrado del historial de fallas, los datos del deterioro y los datos técnicos.



## 5.2 Confiabilidad

La **Confiabilidad basada en el análisis probabilístico del tiempo para la falla o historial de fallas** es la rama de la confiabilidad que estudia la variable aleatoria “tiempo para la falla” (Virtual). En esta rama de la confiabilidad, el insumo básico para el análisis son bases de datos donde se almacenen las historias de fallas de equipos.

La **Confiabilidad Basado en el Deterioro o física de la Falla** es aquella que considera que una falla es la última fase del proceso de deterioro y se enfoca en tratar de entender como ocurre la falla.

Como ya lo hemos mencionado antes la confiabilidad es la probabilidad de que un componente, equipo o sistema opere sin fallar, en un periodo específico o tiempo misión.

La confiabilidad puede ser representada en forma simple por la siguiente ecuación:

$$C(t) = e^{-\lambda * t} = e^{-\frac{1}{TPPF} * t}$$

Dónde:

t= Tiempo de la misión (horas, semanas, días, meses, años, etc.

$\lambda$ = Tasa de Falla

**Esta ecuación es válida para tiempos para la falla que siga la distribución exponencial.**

## 5.2 Mantenibilidad

La Mantenibilidad explica la duración de paros por fallas y paros por mantenimiento o contabilizar el tiempo que toma (facilidad y velocidad) restituir el estado del equipo a su condición operativa después de una parada por falla o para realizar una actividad planificada.

Las características de Mantenibilidad suelen estar determinadas por el diseño del equipo, el cual especifica los procedimientos de mantenimiento y determina la duración de tiempos de la reparación.

La figura clave de mérito para la Mantenibilidad suele ser el tiempo promedio para reparar (TPPR). Cualitativamente se refiere a la facilidad con que el equipo se restaura a un estado funcionando.

Cuantitativamente se define como la probabilidad de restaurar la condición operativa del equipo o tiempo misión. (Virtual)

Se expresa como:

$$M(t) = e^{-\mu * t} = e_{TPPR}^{*1}$$

Donde  $\mu$  = Tasa de Reparación.

### **5.3 Disponibilidad**

La disponibilidad es una figura de mérito o indicador que permite el porcentaje de tiempo total posible de un equipo para cumplir su función.

La disponibilidad de un elemento, un equipo o componente no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentre en condiciones de funcionar. La disponibilidad es un término probabilístico exclusivo de los “equipos reparables”.

Para estimar la disponibilidad se requieren analizar estadísticamente los tiempos operando o uptimes y los fuera de servicio o down-times. (Virtual)

## **CONCLUSIONES**

Podemos concluir que la ingeniería de confiabilidad es una herramienta de análisis y acción extremadamente útil. Es una herramienta necesaria que debe ser implementada en todas las organizaciones.

El hecho de dejar de generar ganancias en una organización a causa de ítems que se encuentran fuera de un plan de mantenimiento productivo total, puede resultar catastrófico para los índices de producción y productividad. Hemos estudiado lo importante que es, que las fábricas estén en constante funcionamiento, y no dejen de producir los bienes con los cuales se mantienen a flote.

Es mucho más conveniente gastar en realizar un estudio de ingeniería de confiabilidad, que arriesgarse a que las fallas en los equipos produzcan una avería grave, y por ende, un paro de producción.

Por esta situación es recomendable para todas las industrias tener acceso a esta información para poder tomar decisiones en base a las necesidades que se hayan presentado.

## **PROPUESTA DE TESIS**

Implementación de un plan de ingeniería de confiabilidad a la máquina de imprenta del periódico “Noticias de Peso” en la Ciudad de Orizaba.

Objetivo: Realizar un plan de mantenimiento en la imprenta, para evitar el paro de producción de periódico.

## Bibliografía

- Duffua, Raouf, Dixon. (2007). *Sistemas de Mantenimiento (Planeación y Control)*. New York: Limusa Wiley.
- Garreta, J. S. (2003). *Ingeniería de Proyectos Informáticos: actividades y procedimientos*. Francia: Universitat Jaume.
- Garrido, S. G. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial*. Díaz de Santos.
- Ingeniería, S. (s.f.). *SPM Ingeniería en Mantenimiento*. Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de <http://spm-ing.com/ingenieria-de-confiabilidad.php>
- Moubray, J. (1997). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. New York: Industrial Press Inc.
- Nuñez, K. I. (29 de Marzo de 2012). *GestioPolis*. Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/ingenieria-de-confiabilidad.htm>
- Villanueva, E. D. (2006). *Mantenimiento Industrial*. Monterrey: CECSA.
- Virtual, A. (s.f.). *Aprendizaje Virtual Pemex*. Recuperado el 26 de Marzo de 2015, de [http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/guia\\_sco\\_ingenieria\\_confiabilidad.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/guia_sco_ingenieria_confiabilidad.pdf)