

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

*“60 Años de Excelencia en Educación Tecnológica”*

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA

## MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

### “INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD”

**PRESENTA:**

*Juan José Pacheco Tehuintle*

**PROFESOR:**

*Dr. Fernando Aguirre Y Hernandez*

ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO.

23 OCTUBRE 2017



Avenida Oriente 9 Núm. 852, Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320 Orizaba, Veracruz, México  
Teléfonos: (272) 7 24 40 96, (272) 7 24 40 16, (272) 7 24 45 79 Fax: (272) 7 25 17 28

e-mail: [orizaba@itorizaba.edu.mx](mailto:orizaba@itorizaba.edu.mx)

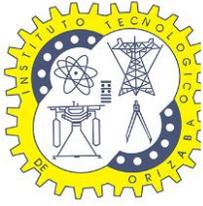
[www.itorizaba.edu.mx](http://www.itorizaba.edu.mx)



---

## INDICE.

Introducción .....	2
Antecedentes .....	2
Definición.....	4
¿Cómo evaluar la confiabilidad?.....	5
Modelos de confiabilidad.....	5
Pruebas de confiabilidad. ....	6
Representación gráfica de los tiempos.....	6
Confiabilidad operacional .....	7
Conclusión .....	8
Agradecimientos .....	9
Referencias.....	9



## MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA.



Artículo

Ingeniería de confiabilidad

Juan José Pacheco Tehuintle.

---

*Palabras clave:*

Ingeniería de  
confiabilidad,  
calidad, satisfacción  
del cliente,  
preventivo.

### **RESUMEN.**

El presente artículo desarrolla la temática de Ingeniería de confiabilidad a través de un enfoque preventivo más que correctivo. La confiabilidad aplicada a las industrias es una herramienta de análisis de fallas en los diversos sistemas que contiene la organización, así mismo permite corregir y prevenir futuros incidentes que incluso podrían cobrar vidas humanas. La ingeniería de confiabilidad no sólo beneficia a la organización o clientes internos, si no que los clientes externos reciben directa o indirectamente dichos resultados, hecho que permite la mejora en su satisfacción y fidelización.

### **ABSTRACT**

The present article develops the theme of reliability engineering through a preventive rather than a corrective approach. Reliability applied to industries is a tool to analyze failures in the various systems contained in the organization; it also allows correcting and preventing future incidents that could even take human lives. Reliability engineering not only benefits the organization or internal customers, but also those external customers directly or indirectly receive these results, which allows improvement in their satisfaction and loyalty.

*Key words:*

Engineering  
reliability, quality,  
customer satisfaction,  
preventive.

## Introducción

Los retos globales de competitividad empresarial, exigen niveles de funcionamiento organizacional en todos los ámbitos de la empresa que permitan mantenerla en el lugar indicado, es decir en el cumplimiento de sus metas y rentabilidad en sus operaciones.

La competitividad es la destreza que una empresa tiene para satisfacer, producir y vender al cliente su producto, adaptándose de manera sustentable en el tiempo a través de ventajas competitivas que permitan la eficiencia, eficacia e innovación diferenciada que maximice el valor económico de la empresa reflejado en sus utilidades y eficacia de gestión, todo ello sin causar perjuicios medioambientales, sociales, o demeritar la atención al cliente pues es este, finalmente, quien al adquirir lo que la organización produce la mantiene en un constante intercambio de intereses, principalmente de carácter lucrativo, como es el fin de las sociedades.

En este sentido, existen diversidad de herramientas que contribuyen al aseguramiento de satisfacción del cliente, teorías y técnicas, entre ellas está la ingeniería de confiabilidad, la confiabilidad se entiende como la probabilidad de que un sistema realice satisfactoriamente su función específica para la cual fue diseñado, durante un periodo de tiempo determinado y bajo un conjunto dado de condiciones técnicas, operativas, de seguridad y ambientales previamente definidas.

La confiabilidad es una función del diseño del sistema o equipo; del proceso de fabricación, de la operación y el mantenimiento que se realice al equipo o sistema; y de otras consideraciones inherentes al proceso, dicha temática; ingeniería de confiabilidad será desarrollada a lo largo de la presente investigación, al abordar dicha temática, se enfocará de primera instancia en definirla para comprender qué es y qué implica, se desarrollará el tema aportando las generalidades de su cálculo y finalmente se tocarán algunos temas relacionados.

## Antecedentes

El origen de la confiabilidad procede desde los 70's, siendo los pioneros para el Depto. de Defensa de los EU con la temática del desempeño de las aerolíneas unidas (American Airlines), en 1980 Moubroy implementa el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en múltiples industrias alrededor del mundo y en 1990 aplica los nuevos desarrollos del RCM2 a la industria de la aviación. La década de los ochenta y los noventa se caracterizó por las amplias investigaciones desarrolladas en ese ámbito.

La primera generación inicia desde la segunda guerra mundial, época caracterizada por tener una industria muy artesanal, de poca mecanización, donde los tiempos muertos no eran importantes, lo cual significaba que la prevención a la falla de un equipo y/o sistema tampoco tenía prioridad para los administradores de ese momento.

Los diseños de los equipos eran simples y normalmente con factores de seguridad altos (sobredimensionados), y cuando uno de ellos fallaba se reparaba fácilmente o simplemente se le reemplazaba por otro nuevo, por esta razón, no era necesaria la implementación de un mantenimiento sistemático y sofisticado. La técnica característica utilizada en mantenimiento era la de reparar en caso de avería. Después de la segunda guerra mundial se incrementó considerablemente la demanda de bienes y servicios de todo tipo, dando oportunidad a la introducción de nuevos desarrollos en ciencia y tecnología en todos los sectores de la economía, lo que implicó una mayor mecanización y una menor utilización de mano de obra en todos los procesos productivos. Hacia los años 50 el incremento en la maquinaria diseñada y construida cada vez más compleja y diversa hizo que la industria comenzara a depender de ellas hasta tal punto que los tiempos de paro debidos a fallas se hicieron tan críticos que obligó a desarrollar nuevas estrategias para contrarrestar esta situación, conduciendo a desarrollar la idea de que las fallas del equipo podrían evitarse, originando el concepto de mantenimiento preventivo. A partir de los años 60 este mantenimiento consistía principalmente de overhalls (mantenimiento general completo y detallado) que se programaban con una frecuencia fija previamente establecida, que trajo como consecuencia un incremento considerable en los costos de mantenimiento en comparación con otros costos operativos dando origen a una mayor planeación, programación y control de

los sistemas y técnicas de mantenimiento. La información inicialmente se llevó en forma manual, ya que por esta época se estaban desarrollando los primeros computadores robustos y de procesamiento lento. Otra característica de la época fue la cantidad de lucro cesante acompañado de un fuerte incremento en el costo del capital lo que obligó a proyectar nuevas técnicas y estrategias para maximizar la vida de las instalaciones y equipos. A mediados de los años setenta el proceso de industrialización tuvo un crecimiento tan acelerado que fue necesario la proyección de nuevas expectativas fundamentadas en investigaciones e innovaciones que posibilitaron desarrollos más avanzados con grados más elevados de tecnificación, y como consecuencia una mayor exigencia en la gerencia de sus procesos. Los años noventa, se caracterizaban por un aumento considerable en la mecanización y la automatización de los procesos y las máquinas integrados con los desarrollos en software y hardware; grupos de trabajo multidisciplinarios; diseños más seguros y menos nocivos para el medio ambiente; tecnología más costosa, más eficiente, más productiva, entre otros aspectos, que se reflejan en niveles de calidad y alta competitividad mundial, lo cual exigió de una mayor confiabilidad y disponibilidad de los equipos como de las plantas productivas con un mayor énfasis en los sectores de la salud, el procesamiento de datos, las comunicaciones y la administración de edificios. El nuevo paradigma a resolver es que "a mayor nivel de automatización mayor es la

probabilidad de que las fallas afecten los estándares de calidad", y como consecuencia de esto se ha elevado el nivel de conocimiento y experiencia de los operarios e ingenieros de las plantas. Las técnicas de mantenimiento desarrolladas durante esta época se han enfocado en planes basados en la condición (predicción del mantenimiento), el análisis de riesgo, los análisis de los modos y efectos de las fallas (FMEA), y los proyectos enfocados en la confiabilidad. Según Reliability Center & the Woodhouse Partnership LTD, Inc (Sojo, 2003), el último avance en confiabilidad surge en el siglo XXI, justamente cuando todas las empresas a nivel global enfrentan un ambiente altamente competitivo, con un elevado desarrollo en la tecnología del software y hardware interconectados en línea con los equipos y plantas productivas de todo el mundo, con un alto grado de automatización, autodiagnóstico, con óptimos diseños que satisfacen los patrones de falla más avanzados. Estas empresas se encuentran rodeados de diferentes filosofías productivas de mejora continua enfocadas a gastar menos dinero logrando una mayor producción con menos recursos a costos totales (operación, mantenimiento, calidad, entre otros) mínimos, lo que implica mayor rentabilidad, mayor productividad con óptima eficiencia, efectividad y calidad. Mayor eficiencia global de las plantas que implica una mayor confiabilidad, disponibilidad y menores tiempos de paro improductivos. Óptima mantenibilidad para una mayor vida útil (mejor desempeño) con la mayor "seguridad

integral' (seguridad humana, ambiental e industrial) estadísticamente posible.

Básicamente, La ingeniería de confiabilidad está relacionada con los productos y a menudo se aplica en el ámbito industrial el propósito de la ingeniería de confiabilidad es tratar de eliminar fallas en los productos y generar por el contrario confianza en la funcionalidad de los mismos.

La confiabilidad hace a una empresa más competitiva, existen diferentes niveles de confianza; un ejemplo de Industria con alta confiabilidad es la industria japonesa.

### **Definición**

La Confiabilidad de un equipo, sistema, instalación o producto se define como su capacidad para funcionar en la forma y el momento en que se requiere. La Confiabilidad es un término colectivo utilizado para describir globalmente la Disponibilidad de un elemento o activo y sus características operativas: Fiabilidad, Mantenibilidad y Logística del Mantenimiento (norma UNE-EN 62347).

De esta forma la Confiabilidad alcanzada condicionará la rentabilidad del proceso productivo, debido a su estrecha relación con ingresos generados, coste de explotación, ineficiencia operativa y continuidad de negocio.

La Confiabilidad se consigue mediante la definición, planificación, implementación y seguimiento de un conjunto de actividades a lo

largo de todo el ciclo de vida de un producto que, estructuradas en procesos, conforman el correspondiente sistema de gestión de la Confiabilidad. Por todo ello, la gestión eficiente de la Confiabilidad se convierte en una necesidad imperiosa con una complejidad que requiere disponer de un personal convenientemente formado y capaz de implantar métodos y procesos apropiados.

### **¿Cómo evaluar la confiabilidad?**

La confiabilidad inherente de un sistema o equipo, es la máxima confiabilidad que este puede alcanzar basado en su diseño y en su proceso de fabricación. El mantenimiento puede incrementar la confiabilidad pero no su confiabilidad inherente.

Independiente del tipo y complejidad del sistema bajo estudio, se requieren tres pasos esenciales para la evaluación de la confiabilidad de un sistema. Primero se debe construir un modelo para el análisis, después se debe hacer el análisis del modelo y el cálculo de los índices apropiados de confiabilidad, y por último se debe hacer una evaluación e interpretación de los resultados analizados.

De manera global, la confiabilidad se utiliza para medir el desempeño y/o comportamiento de sistemas, equipos y/o componentes individuales, con fines de garantizar: la optimización de los costos de diseño, mantenimiento, calidad y producción; la seguridad humana, industrial y ambiental; la cantidad y consecuencia de las fallas; la

calidad de los productos, entre otros aspectos. Obtener confiabilidad normal mente significa economía de dinero y preservación de la seguridad integral del sistema productivo, razón que conduce a mantener un "balance económico" que permita fijar niveles de confiabilidad óptimos.

Para que una empresa que fabrique productos confiables es necesario que los trabajadores estén bien capacitados, además de tener un ingeniero en confiabilidad que se encarga de analizar el proceso de producción sin detener esta ya que la información que necesita la obtiene de los productos terminados.

La ingeniería de confiabilidad es una herramienta que hace uso de recursos estadísticos para establecer modelos de errores. Una característica propia de la confiabilidad es que está se maneja de manera cuantitativa pues utiliza datos numéricos para generar sus modelos y sus resultados son una razón de probabilidad.

A partir de las fallas que se puedan encontrar se procede analizar los procesos del producto. se puede aplicar ingeniería de confiabilidad a todo tipo de empresas.

### **Modelos de confiabilidad**

A manera de ejemplo de un producto con confiabilidad se puede hacer referencia a una cadena de motor, esta funciona al 99.995%, es decir que es muy confiable en su desempeño.

Un modelo de confiabilidad requiere básicamente de tres parámetros:

**Función requerida:** esta es una definición numérica de la expectativa de desempeño de un producto o equipo. (De lo contrario si implica o significa una falla)

**Condiciones indicadas:** esto se refiere a las especificaciones de uso del producto, de modo que si se usa de manera inadecuada la confiabilidad podría variar.

**Periodo de tiempo:** se refiere a la garantía.

### Pruebas de confiabilidad.

De forma general existen dos pruebas para medir la confiabilidad de un producto estas son la prueba “*High Accelerated Life Test*” o HALT por sus siglas en inglés. Esta prueba se usa para medir la confiabilidad en productos de Innovación.

Por otro lado está la prueba Highly Accelerated Stress Screening o HASS; esta prueba permite encontrar oportunidades para mejorar un producto ya existente, son pruebas fuertes en periodos cortos. un ejemplo del resultado de pruebas HASS son las actualizaciones de Windows.

Las pruebas HASS están a cargo del productor y se basan en la retroalimentación de los usuarios finales por ejemplo al hacer las

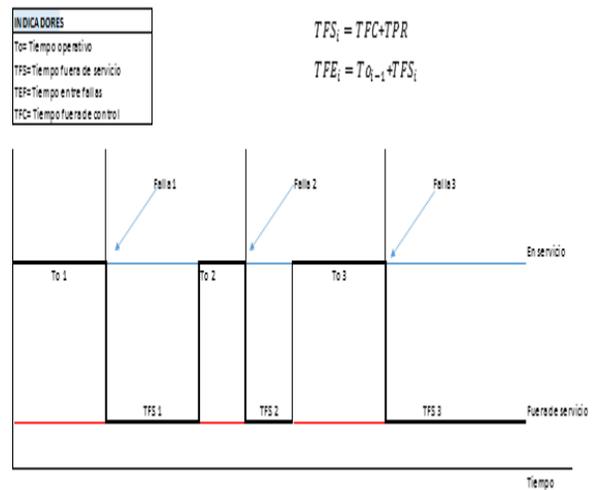
mejoras en la eficiencia del motor de un automóvil.

### Modelos de confiabilidad.

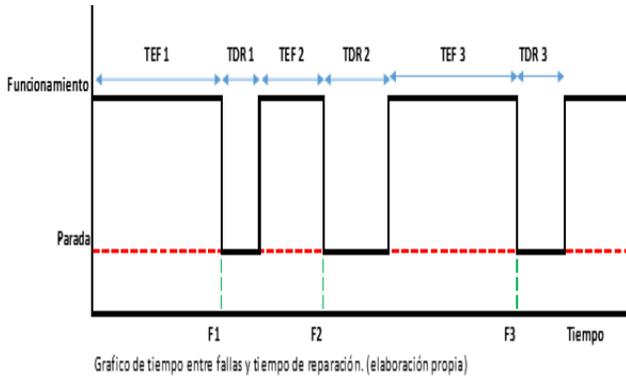
En general existen dos tipos de modelos para hacer una medición de confiabilidad, estos son el modelo serie y el modelo en paralelo, estos últimos generan mayor confiabilidad pero de igual manera un mayor costo.

### Representación gráfica de los tiempos

A continuación se muestra una gráfica que representa los tiempos en los cuales un proceso está en servicio, cuando tiene fallas y el tiempo que está fuera de servicio con sus respectivas fórmulas para calcular el tiempo fuera de servicio y el tiempo entre fallas.



### Mantenibilidad y confiabilidad.



*Mantenibilidad = TMDR = Tiempo medio de reparación.*

$$MTDR = \frac{\Sigma TDR}{n}$$

*Confiabilidad = MTEF = Tiempo medio entre fallas.*

$$MTEF = \frac{\Sigma TEF}{n}$$

## Confiabilidad operacional

La Confiabilidad Operacional, es la capacidad de la empresa, a través de los procesos, las tecnologías y las personas, para cumplir con su propósito dentro de los límites del diseño y de las condiciones operacionales. La Confiabilidad Operacional considera una serie de procesos de mejora continua que incorporan en forma sistemática herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar el proyecto, la gestión, la planeación, la ejecución y el control, asociados con la

producción, el abastecimiento y el mantenimiento industrial.

Para la búsqueda de la Confiabilidad Operacional es necesario actuar de manera integrada sobre los activos, desde su diseño hasta su operación, como también sobre aspectos relacionados con los procesos y las personas, es así como las componentes que la conforman y que actúan integradamente son la Confiabilidad de los procesos.

La Confiabilidad Operacional tiene cinco ejes que se deben considerar y sobre los cuales se debe actuar si se desea obtener una instalación confiable a largo plazo en términos que opere según lo proyectado.

Estos ejes son: la confiabilidad humana que se relaciona con el involucramiento, el compromiso y las competencias que disponen las personas con las actividades que le corresponde realizar y la estructura organizacional para lograrlo;

la mantenibilidad y confiabilidad de los activos que se vincula con el diseño de los equipos y su apoyo logístico, para la disminución del tiempo medio para reparar y con las estrategias de mantenimiento de los equipos e las instalaciones y con la efectividad del mantenimiento, para el aumento de su tiempo medio entre fallas, respectivamente;

la confiabilidad del proceso que se asocia con la sintonía que existe entre el proceso y los procedimientos utilizados para operar las instalaciones, con los parámetros operacionales que se deben utilizar, de manera de respetar las condiciones establecidas;

y por último la confiabilidad de los suministros que se refiere a la integración

entre las distintos procesos o unidades internas, como operación, mantenimiento, abastecimiento, desarrollo, y los proveedores de insumos, energía, bienes o servicios de modo asegurar el suministro en términos de cantidad, calidad, oportunidad y costo a través de procesos establecidos que faciliten la logística de entrada y permitan cuando corresponda la gestión de terceros, la administración eficiente de contratos y el análisis de la oferta. La adecuada gestión y mantenimiento de los activos, principalmente en actividades industriales intensivas en el uso de los equipos, tiene un rol significativo en la Confiabilidad Operacional. Su efecto sobre la competitividad, no siempre está asumido al interior de las empresas debido fundamentalmente por una cultura organizacional que aún se caracteriza por considerar el mantenimiento como una unidad de costos más que una alternativa para mejorar los resultados del negocio, como también por limitar su tarea para la etapa de la operación sin identificar la importancia que esta función tiene en el diseño de nuevos proyectos y equipos para mejorar la seguridad de funcionamiento con su efecto sobre los costos, el ambiente y las personas.

## **Conclusión**

La ingeniería de confiabilidad está determinada por diferentes procesos a lo largo de la cadena del valor del producto o servicio, como se presentó anteriormente, por lo tanto, cada secuencia y recursos son indispensables y tienen la misma importancia pues si alguno se viera descuidado traería consecuencias en efecto dominó, hecho que generaría pérdidas monetarias, de preferencia del cliente e incluso humanas al verse involucrada la maquinaria. Es altamente significativo que los esfuerzos se hagan preventivamente y en última instancia correctivamente pues el prevenirlos disminuye los márgenes de pérdida y por el contrario, aumenta las posibilidades de actuación en caso de ser necesario posteriormente, pues se pueden plantear diversos escenarios. La ingeniería de confiabilidad debe tomarse como una forma de ahorrar recursos y prevenir incidentes, no como un costo, más bien es un inversión que permite el funcionamiento óptimo de la empresa a corto y largo plazo.

## **Propuesta de tesis.**

Análisis de confiabilidad del software de administración de restaurantes “Easy restaurant”.

**Objetivo:** Ofrecer a los dueños de MIPYMES del giro de servicios de comida un sistema de administración altamente eficiente y económico.

## Agradecimientos

Se agradece al Instituto Tecnológico de Orizaba por brindar los recursos necesarios para el desarrollo de este artículo, al Dr. Fernando Aguirre y Hernández por la asignación del tema y a la Ingeniera Monserrat Jiménez Hernández por sus valiosos aportes.

- Kumar, D. (2006). Reliability and Six sigma. New York: Springer Science+Business Media.

## Referencias

- Acuña A. Jorge (2003). Ingeniería de confiabilidad. Editorial Tecnológica de Costa Rica,
- UNE-EN 62347:2010. Norma de directrices para especificaciones de confiabilidad de sistemas. Fecha Edición 2010-04-14.
- Patrick D. T. O' Connor, J. W. (1991). Ingeniería de Confiabilidad Práctica. Cuarta edición.
- García Monsalve G. (2006). Introducción a la teoría de la confiabilidad y su aplicación en el diseño y mantenimiento de equipos industriales de un proceso de renovación. Universidad Nacional de Colombia.
- Moubray, John. Reliability Centered Maintenance. USA, Industrial Press Inc., 1997. 423p
- Sojo, Luis (2005). "El mantenimiento de cuarta generación". VII Congreso internacional de mantenimiento. Bogotá.