

INGENIERÍA DE LA CONFIABILIDAD

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
MARIELA DENISSE REBOLLO ALTAMIRA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
CICLO DE VIDA DE PRODUCTO Y PROCESO	6
INGENIERÍA DE LA CONFIABILIDAD	8
LA CONFIABILIDAD	12
DATOS Y MODELOS DE CONFIABILIDAD	16
COSTOS DE LA CONFIABILIDAD	17
AGRADECIMIENTOS Y TEMA DE TESIS	21
BIBLIOGRAFÍA	21

COMPITIENDO EN LOS GRANDES MERCADOS E INCREMENTANDO NUESTRAS VENTAJAS COMPETITIVAS

INTRODUCCIÓN

En varias ocasiones hemos oído mencionar la palabra “confiable” o “digno de confianza” para describir algo o a alguien que no presenta fallas, que permanece cuando es necesario, incluso alrededor de varios se distingue por que ha demostrado ser la opción más segura, más certera. En la actualidad donde en un supermercado abundan miles de productos para una necesidad (ejemplo: jeans) es necesario saber qué tipo de productos son confiables y seguros, es decir, que cumplan con nuestras expectativas y superen las características de sus competidores, para que nosotros como consumidores o clientes tengamos la mejor opción al momento de compra.

Sin embargo, la pregunta que podría formularse en nuestra mente sería ¿Cómo saber cuándo un producto es confiable? Y la respuesta la podemos encontrar a través de las palabras del autor (Acuña, 2003) donde menciona que muchos de los problemas de producción pueden ser prevenidos mediante las técnicas de confiabilidad, con lo que se podrá obtener un producto acorde a las expectativas del cliente en cuanto a durabilidad y calidad, a las limitaciones tecnológicas y operativas de manufactura y al capital de trabajo.

Y es entonces cuando contestada nuestra pregunta surge otra pregunta ¿Qué es la Confiabilidad? O mejor aún ¿Qué es la Ingeniería de la Confiabilidad?

Por lo tanto, en el presente artículo se pretenderá explicar los orígenes del término, así como sus características y usos principales desde las perspectivas de diversos autores.

ANTECEDENTES

(Cruz & Leonel, 2014) mencionan que la palabra confiabilidad designa la probabilidad de que un sistema cumpla satisfactoriamente con la función para la que fue diseñado, durante determinado período y en condiciones especificadas de operación. Así un evento que interrumpa ese funcionamiento se denomina falla. El desarrollo de las concepciones y técnicas para el análisis de confiabilidad de componentes, equipos y sistemas ha estado asociado al desarrollo de tecnologías complejas y de alto riesgo, tales como la aeronáutica, militar y nuclear. Las primeras preocupaciones surgieron en el sector aeronáutico.

Durante la guerra de Corea el Departamento de Defensa de los Estados Unidos realizó estudios de fiabilidad de equipos electrónicos militares, cuyos fallos estaban ocasionando graves pérdidas económicas y disminución de la efectividad militar. Debido a esto, la relación entre confiabilidad, costos y mantenimiento adquirió gran importancia. Desde entonces, las compras de equipos electrónicos por las fuerzas armadas de los Estados Unidos fueron reglamentadas según especificaciones de confiabilidad de los equipos.

En la década de 1950 comenzó el desarrollo de la industria nuclear, y los conceptos relacionados con la confiabilidad fueron usados de forma creciente en el diseño de las plantas nucleares y de sus sistemas de seguridad. Hasta principios de los años 60's los estudios teóricos y prácticos sobre confiabilidad eran realizados fundamentalmente en los Estados y la Unión Soviética.

(Escobar, Villa, & Yáñez, 2003) menciona que La crisis del petróleo, a principios de la década de los setenta, generó un cambio en la economía mundial y marcó el inicio del liderazgo japonés en la calidad y la confiabilidad de productos y servicios.

(Cruz & Leonel, 2014) En esta década los estudios se extienden hacia otros países y también hacia otras tecnologías. Además, tiene lugar un gran desarrollo de los fundamentos y de los conceptos teóricos relacionados con la confiabilidad, y se produce la consolidación de la Teoría de la Confiabilidad. En esta época se

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

expone por primera vez una teoría matemática de la confiabilidad. El campo de aplicación de la Teoría de la Confiabilidad se amplía constantemente. Todos los sistemas de ingeniería, simples y complejos, pueden beneficiarse de la aplicación integrada de los conceptos de esta teoría en sus fases de planeación, diseño y operación. Un aumento de la confiabilidad conlleva, en general, el aumento a corto plazo de los costos. Pero este aumento de la confiabilidad puede revertirse en ganancia en un plazo mayor, y puede significar, por otra parte, una disminución de riesgos para la salud y la vida de las personas, y para el medio ambiente. Ahora, el aumento de los costos debe compensarse con la disminución del riesgo, es decir, se debe establecer una adecuada relación entre el costo y el beneficio que se obtendrá, con el fin de no exagerar ni escatimar las provisiones de seguridad.

(García, 2006) argumenta que 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 mayores estimadores de calidad y altos niveles de 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.

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

Con la expansión de las aplicaciones de la ingeniería de confiabilidad hacia un amplio rango de industrias se hizo necesario generar el conocimiento de la ingeniería en ambas direcciones: Ingeniería de confiabilidad y la respectiva de cada industria. La Ingeniería de Confiabilidad se orienta hacia la búsqueda y desarrollo de métodos, herramientas y técnicas, que ayuden a que un componente, sistema o producto realice sus funciones con seguridad para proporcionar una calidad óptima bajo condiciones operativas previamente definidas durante un tiempo determinado. Todo componente, sistema o producto puede beneficiarse de la aplicación integrada de la ingeniería de confiabilidad en sus en sus fases de planeación, diseño y operación.(Valles, 2014)

(Arata, 2008) nos recuerda que la competitividad empresarial es un asunto complejo en el que intervienen factores propios de la empresa como también del entorno organizacional, territorial y mundial. La competitividad de una empresa se logra no sólo siendo eficientes a través de la reducción de los costos, sino también siendo eficaces en la atención al cliente tanto interno como externo, y siendo efectivos en el cuidado del medio ambiente y en el respeto a las personas.

También las actuales condiciones que impone un mercado siempre más exigente obligan que la empresa asuma su labor con responsabilidad social y con un sistema productivo flexible que opera con la lógica de la Lean Production, la que no sólo está basada en la gestión de la calidad sino también en el mantenimiento productivo. En este complejo entorno un enfoque que contribuye a alcanzar la excelencia empresarial es la Confiabilidad Operacional, que 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.

En el diseño de proyectos industriales los principales esfuerzos de Ingeniería están orientados a optimizar los distintos procesos operacionales que constituyen la cadena de valor. Normalmente se destinan importantes recursos en evaluar distintos escenarios a través de complejas herramientas financieras que buscan reducir la incertidumbre abarcando la mayor cantidad de variables y sus

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

respectivas proyecciones en el horizonte de evaluación, sin considerar el riesgo asociado a no cumplir con los planes de producción e ingresos proyectados por los ingenieros de procesos. Los modelos de optimización que originan las estimaciones de producción se sustentan en condiciones ideales difícilmente alcanzables que ocasionalmente obligan a incorporar factores de seguridad definidos sin la rigurosidad y certeza asignada al resto del proyecto.

Este problema tiene su solución en la utilización de herramientas de Ingeniería de Confiabilidad que permitan calcular de forma robusta e intrínseca a cada proyecto la probabilidad de falla o no funcionamiento del sistema productivo, con el objetivo de establecer una función de ingreso que obligue a optimizar los procesos evaluando su Confiabilidad Operacional para así estimar la real rentabilidad del proyecto o en su defecto considerar las nuevas inversiones para alcanzar el VAN exigido o para disminuir el nivel de incertidumbre

CICLO DE VIDA DE PRODUCTO Y PROCESO

En su libro (Acuña, 2003) asevera que en el análisis de confiabilidad, es importante considerar el ciclo de vida del producto, pues es la forma más clara de establecer valores de confiabilidad que satisfagan las expectativas del cliente. Este ciclo está definido por cuatro etapas:

1. Definición y diseño conceptual. Ésta es una tarea de equipo, donde se estudian a fondo los requerimientos del cliente y junto con las características de proceso y producto se desarrolla un diseño conceptual que es manufacturable.
2. Desarrollo y diseño detallado. Una vez que el diseño conceptual ha sido probado y ha demostrado ser adecuado, se continúa con el diseño detallado, que considera los detalles sobre los recursos de producción requeridos y hace mejoras con base en los resultados de las pruebas efectuadas sobre el diseño conceptual.
3. Construcción, manufactura o ambos. Esta es la producción masiva del producto, donde se generan algunas fallas que deben ser corregidas sobre la marcha. Debe recordarse que no son iguales las fallas que ocurren en el laboratorio que las que ocurren en el campo, cuando el producto es expuesto al verdadero ambiente de vida útil.
4. Operación. El producto ya está en manos del cliente y ha sido puesto a prueba. Se debe establecer una estrategia para recolectar quejas del cliente, que pueden ser valiosas para mejorar las características ingenieriles y funcionales del producto.

La falla del producto se puede dar en cualesquiera de esas etapas; sin embargo, su incidencia depende del tipo de producto o servicio. Es diferente si se trata de un puente, un edificio, un refresco, una máquina o un artefacto electrónico, por cuanto su incidencia y efectos son diferentes.

En el caso de productos industriales, las dos primeras etapas de desarrollo de producto desempeñan un papel importante en su vida útil.

Tradicionalmente esta etapa de desarrollo de producto se efectúa en cinco pasos que son (Kusiak, 1999):

1. Fase conceptual y de factibilidad. Se estudian las ideas de producto presentadas y se hacen los estudios de factibilidad económica y técnica a fin de evaluar la factibilidad de producción y venta del producto.
2. Fase de diseño detallado. Se procede a atinar los detalles del diseño considerando la opinión no solo de diseñadores sino también de ingenieros de proceso que conocen las limitaciones de las máquinas y de otros recursos de producción.
3. Fase de prototipos. Se construyen prototipos y se someten a pruebas de laboratorio, a fin de conocer el comportamiento de las principales características de diseño y de ingeniería. Actualmente se difunde mucho la aplicación de prototipos rápidos, como medio de tener productos muy similares a los que se fabrican en forma masiva.
4. Pruebas piloto en el campo. A fin de probar la robustez del producto, se ejecutan pruebas de campo donde el producto se somete a condiciones reales de uso.
5. Cambios en el diseño del producto y/o proceso. Los resultados de las pruebas de campo permiten retroalimentar y mejorar los diseños.

Los estudios de confiabilidad han cobrado bastante interés en los últimos años debido a la gran competencia en el mercado, en el cual los clientes exigen un mejor rendimiento de los productos y un mejor servicio acorde con el precio que pagan por ello. Se deben considerar en estos estudios los cambios radicales en concepción de aspectos tradicionales a lo moderno y que han tenido gran repercusión en algunos aspectos claves de manufactura y servicio.

INGENIERÍA DE LA CONFIABILIDAD

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española encontramos que el concepto de ingeniería es un conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial. (ASALE, 2017)

Mientras que el concepto de confiabilidad de acuerdo a (Sueiro, 2012) en el mundo industrial moderno, es sumamente importante, dado que la confiabilidad es la "capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado".

También encontramos que la palabra confiabilidad tiene un sinónimo que es "fiabilidad" y En el campo de la psicología, la educación y la investigación social, la fiabilidad es una propiedad psicométrica que hace referencia a la ausencia de errores de medida, o lo que es lo mismo, al grado de consistencia y estabilidad de las puntuaciones obtenidas a lo largo de sucesivos procesos de medición con un mismo instrumento. (Lexicoon, 2017)

Es entonces cuando podemos inferir que la Ingeniería de la Confiabilidad es la utilización e invención de técnicas para desarrollar la capacidad, el grado de consistencia y estabilidad necesarias que se necesita de un producto en particular, en un momento determinado.

Sin embargo (Acuña, 2003) opina que La confiabilidad difiere de la confianza en que la primera se refiere a un valor numérico asociado al desempeño del producto en funcionamiento y al proceso de manufactura, mientras que la segunda se refiere al valor real que tienen algunos parámetros pertenecientes a características de calidad del producto, por lo que es un concepto netamente estadístico.

(Rivera, 2012) define la Ingeniería de la Confiabilidad como la función de la ingeniería la cual provee las herramientas teóricas y prácticas para predecir, diseñar, probar y demostrar la confiabilidad de partes, componentes y sistemas y

asegurar sus requerimientos y optimizar su seguridad, disponibilidad y niveles de calidad.

(Arata, 2008) menciona que: La Ingeniería de Confiabilidad, también llamada Ingeniería de Mantenimiento, asume un rol cada vez más relevante en el proceso de cambio de cómo deben hacer el mantenimiento los mantenedores, de cómo deben concebir los ingenieros de proyecto la seguridad operacional de los sistemas y de cómo deben entender la gestión y el mantenimiento de los activos los managers de la empresa.

La Ingeniería de la Confiabilidad, a través del compromiso del factor humano y del análisis cuantitativo, debe, a partir del comportamiento de los equipos y de sus configuraciones sistémicas, proyectar, mejorar y controlar la gestión y el mantenimiento de los activos, desde la etapa de concepción de nuevos proyectos hasta la operación de los mismos. Es la función que entrega valor ya que a través de la modelación de las variables asociadas con la seguridad de funcionamiento de los equipos y sistemas (disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y utilizabilidad), y con los costos globales (costos propios e inducidos), logra identificar los factores críticos de acuerdo a la combinación de la frecuencia de los eventos y su impacto.

La Ingeniería de Confiabilidad permite determinar, sobre una base cuantitativa y cualitativa, las soluciones a nivel de proyecto a través del enfoque Análisis de Todos los Costos, los planes de mantenimiento productivo y las mejoras continuas que optimizan la gestión y el mantenimiento de activos favoreciendo los resultados del negocio.

En la actualidad, gran parte de las grandes empresas a nivel mundial están cambiando su visión de la gestión y el mantenimiento de los activos, superando su mirada parcial y de corto plazo de considerarlo sólo como un costo para visualizarlo como una importante oportunidad para mejorar la Confiabilidad Operacional, por lo que la participación de la Ingeniería de Confiabilidad en la gestión y en el desarrollo de nuevos proyectos es algo que está siendo cada vez

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

más considerada. Sin embargo, no necesariamente la Ingeniería de Confiabilidad ha sido bien interpretada, implementada y desarrollada en las empresas, debido fundamentalmente a que las competencias de los mantenedores ha estado tradicionalmente limitada a ejecutar mantenimiento más que al cómo evitarlo a través de una lógica en la que prevalezca la prevención y el mejoramiento genético de equipos y sistemas, como también las competencias de los ingenieros de proyecto ha estado ajena a los conocimientos relacionados con la seguridad operacional, asociada a la confiabilidad y mantenibilidad de los activos.

Para salvar y superar esta situación, de manera que la Ingeniería de Confiabilidad se transforme en una realidad y entregue los aportes esperados, es fundamental que los profesionales dedicados al mantenimiento y al desarrollo de proyectos adquieran las capacidades necesarias para el desarrollo de esta relevante actividad en la empresa, de manera de disminuir las brechas existentes, en gran parte de las organizaciones, entre las competencias disponibles y las requeridas, de forma que el ingeniero de confiabilidad, además de su función en la etapa de operación de una instalación, también asuma un rol importante en el diseño de nuevos equipos y plantas industriales y en la definición de sus planes de mantenimiento, los que no sólo deben contener las intervenciones e inspecciones sino también debe incluir el factor humano en términos de su estructura organizacional y de las competencias requeridas.

Si bien conceptualmente la Confiabilidad Operacional es de fácil comprensión, su aplicación requiere de modelos analíticos y probabilísticos complejos ya que las instalaciones industriales se caracterizan por una gran cantidad de equipos que se encuentran en diferentes fases de su ciclo de vida (mortalidad infantil, vida útil y desgaste), además se integran sistémicamente de las más diversas formas (serie, paralelo, redundancia parcial, stand by y fraccionamiento) y los costos asociados son de distinta índole (costos directos y costos de la falta). Estos modelos permiten la simulación de diferentes soluciones en término de las redundancias, del fraccionamiento y de las características de los equipos como también del tipo de estrategia de gestión a implementar, permitiendo determinar las criticidades, la

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

seguridad de funcionamiento de las instalaciones (disponibilidad) y los costos globales asociados. Dado la complejidad y la dinámica de estos procesos es fundamental contar con herramientas informatizadas que permita la simulación de manera fácil y confiable. Entre ellas vale la pena destacar el R-MES (Reliability & Maintenance Engineering System).

LA CONFIABILIDAD

El concepto de confiabilidad, al igual que muchas técnicas de calidad y productividad, tuvo su origen durante la Segunda Guerra Mundial, pues en ese momento era una meta fundamental lograr alta confiabilidad en el material bélico a fin de disminuir al máximo la probabilidad de falla de cualquier equipo. Este concepto se ha venido depurando vertiginosamente en los últimos años. hasta convertirse en un área importante de investigación en la que se incorpora una gran variedad de conceptos matemáticos y estadísticos.

La aplicación de la confiabilidad a la ingeniería de producto y procesos ha demostrado excelentes resultados como medio de anticipar fallas de operación. El desarrollo de pruebas de campo, acompañado de análisis de fallas y sus correspondientes probabilidades de ocurrencia, ofrecen una excelente alternativa para desarrollar productos robustos y procesos capaces de fabricarlos. En este contexto se entiende producto como cualquier bien manufacturado que cumple una función específica para un usuario o cliente; así, este producto puede ser una máquina, un equipo o cualquier bien de consumo general.

Muchos de los problemas de producción pueden ser prevenidos mediante las técnicas de confiabilidad, con lo que se podrá obtener un producto acorde a las expectativas del cliente en cuanto a durabilidad y calidad, a las limitaciones tecnológicas y operativas de manufactura y al capital de trabajo. (Acuña, 2003)

La gran competencia en mercados nacionales e internacionales obliga a las empresas a desarrollar estrategias que tornen como base cuatro factores fundamentales: precio, calidad, confiabilidad y tiempo de entrega (Anderson, 1990). Estas estrategias han cobrado mucho interés en estos días, pues es una realidad que el éxito será para quienes logren llegar primeros, con una calidad satisfactoria para el cliente y con un precio razonable y asequible para el nicho de mercado que se pretende capturar. Además, se quiere que estos productos

tengan un rendimiento sin falla por un tiempo suficiente (vida útil) que satisfaga las expectativas del cliente.

(Zapata, 2011) asegura que existe una estrecha relación entre los aspectos de confiabilidad, calidad y seguridad: las mejoras en las dos últimas conllevan a la mejora de la confiabilidad.

El garantizar un nivel dado de calidad, seguridad y confiabilidad abarca todas las etapas de un componente o sistema: Planteamiento, Diseño, Fabricación, Instalación y Operación.

No es económicamente posible diseñar, fabricar y operar un componente o sistema que ofrezca confiabilidad del 100% (cero fallas) bajo todas las condiciones pues los eventos internos y externos que afectan a los componentes y producen las fallas son aleatorios, es decir, no puede conocerse en forma exacta el tiempo de su ocurrencia. Por lo tanto, la llegada de las fallas de un componente o sistema es un fenómeno aleatorio o con incertidumbre.

De acuerdo a (Acuña, 2003) Existen algunos aspectos teóricos de la Confiabilidad tales como:

1. Recolección de datos con bases estadísticas que sirvan para efectuar pruebas de vida útil de producto y determinar la confiabilidad de un producto o proceso.
2. Selección del mejor método de análisis de confiabilidad que se ajuste a los requerimientos de análisis y prueba.
3. Entendimiento del concepto de confiabilidad con base en las propiedades de los materiales.
4. Aplicación de los conceptos de análisis de falla y su utilización en el diseño de productos robustos.
5. Análisis de los principios para la implementación de un programa de confiabilidad y seguridad de producto.

La confiabilidad de un sistema (producto o proceso) se puede estimar por medio de un estudio que se lleva a cabo en cuatro fases:

1. Definición de objetivos y requerimientos de confiabilidad del producto o proceso. Esta fase es ejecutada por un equipo multidisciplinario en el que interviene la voz del cliente captada por mercadeo y la voz del proceso captada de ingeniería y en el que se consideran las limitaciones tecnológicas e ingenieriles de materiales y máquinas. Un estudio de Despliegue de Función Calidad (QFD) es una excelente herramienta para este tipo de análisis.
2. Desagregación del producto o proceso en componentes y estimación de confiabilidad para cada uno de esos componentes. El producto o proceso se divide en sus componentes y estos, a su vez, en sus partes, con el fin de determinar a nivel micro el valor de la confiabilidad de cada una de ellas. En esta fase se pueden utilizar diagramas de bloques y diagramas "gozinto" (Niegel, 2001) para realizar una desagregación ordenada en la que no se dejen perdidos componentes esenciales del producto o proceso.
3. Predicción de la confiabilidad del producto con base en la confiabilidad de sus componentes. La combinación de las confiabilidades de todos los componentes da origen al valor de confiabilidad del producto o proceso como un todo. La estimación de confiabilidad a nivel macro es complicada y puede conducir a errores. En esta estimación se utiliza la teoría de probabilidades para determinar la confiabilidad del producto o proceso.
4. Análisis del producto o proceso con el fin de determinar fortalezas y debilidades y aprovechar nuevas oportunidades de mejoramiento. Una vez determinada la confiabilidad del producto o proceso durante su diseño, se estudian las fallas del producto durante la manufactura y a través de su vida útil pues estas son excelentes agentes para detectar debilidades que lleven a mejorar el comportamiento de los productos.

(Arata, 2008) nos explica el concepto de Confiabilidad Operacional anteriormente mencionado: se considera una serie de procesos de mejora continua que

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

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:

1. 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
2. La estructura organizacional para lograrlo;
3. 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 de las instalaciones y con la efectividad del mantenimiento, para el aumento de su tiempo medio entre fallas, respectivamente;
4. 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
5. 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.

DATOS Y MODELOS DE CONFIABILIDAD

(Escobar et al., 2003) nos menciona en su artículo que existen dos áreas grandes e importantes en confiabilidad:

1. sistemas reparables y
2. componentes o unidades reemplazables.

En general, el análisis y la modelación de datos de estas dos áreas requieren de diferentes supuestos acerca de los datos y de diferentes esquemas de muestreo para obtenerlos. Se debe ejercer un cuidado extremo para no confundir estos dos tipos de datos de confiabilidad lo cual puede ocasionar un análisis incorrecto de los mismos.

Datos de sistemas reparables describen las tendencias y patrones de falla de un sistema completo. Estos datos requieren herramientas estadísticas especiales y pueden surgir, por ejemplo, del monitoreo de un conjunto de unidades reparables donde el evento de interés puede ser la falla de las unidades (para evaluar su confiabilidad), el costo de reparación (para evaluar el costo de operación/mantenimiento) o ambos.

Datos de componentes o unidades reemplazables describen tiempos de falla o degradación de unidades que no son reparadas. Entre otras razones, una unidad no es reparada porque es más práctico o económico reemplazarla o es muy difícil repararla. Fuentes de estos datos son: ensayos de laboratorio de materiales o componentes y datos de componentes o subsistemas reemplazables obtenidos de ensayos por monitoreo de sistemas. Aun cuando de una naturaleza distinta, también se incluyen en esta categoría datos de vida correspondientes a la primera falla de un sistema.

COSTOS DE LA CONFIABILIDAD

(García, 2006) nos recuerda que 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.

1. Construir un modelo para el análisis, después;
2. Hacer el análisis del modelo y el cálculo de los índices apropiados de confiabilidad, y, por último
3. 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 normalmente 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. Por ejemplo, un diseñador podría preguntarse si el sistema que va a desarrollar será "suficientemente confiable" en vez de preguntarse si el sistema "será confiable" y la respuesta requiere cuantificar la confiabilidad recurriendo directamente a las herramientas de la estadística y por supuesto a la teoría de la confiabilidad.

(Zapata, 2011) en su artículo indica que conforme se aumenta el nivel de confiabilidad, se aumenta el nivel de inversión requerido y viceversa. El costo de la confiabilidad debe compararse con los beneficios globales tanto para el usuario

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

como para la sociedad. El nivel aceptable de confiabilidad depende de lo que los usuarios y la sociedad en su conjunto estén dispuestos a pagar por esta. Este nivel aceptable de confiabilidad puede ser diferente del óptimo matemático. Para justificar las inversiones en mejora de la confiabilidad se deben definir los costos asociados a las fallas o interrupciones del servicio (salidas) para los usuarios, las empresas distribuidoras y la sociedad. El costo de interrupción se define como el valor de las pérdidas económicas debidas a la falla o salida.

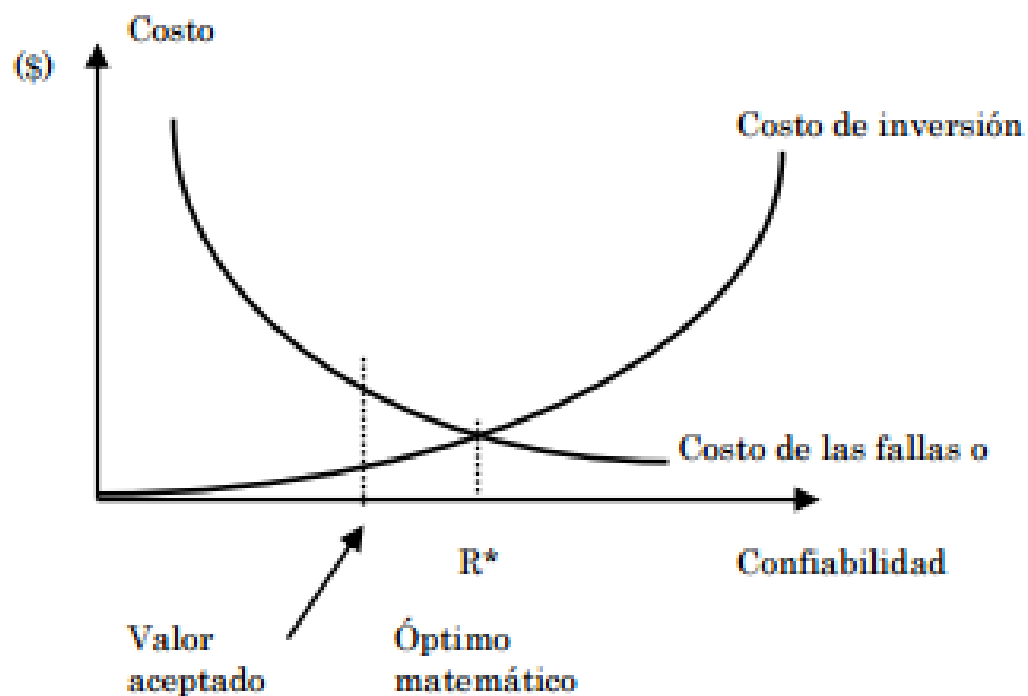


Fig. Función de Costos de la Confiabilidad

Fuente: (Zapata, 2011)

SOFTWARE DE CÁLCULO DE LA CONFIABILIDAD

(Cruz & Leonel, 2014) nos mencionan que numerosos paquetes de computo han sido desarrollados para realizar análisis de confiabilidad, cada uno con su propio grado de sofisticación y características que van desde el uso de gráficos, interfaz amistosa, etc. Entre ellos se encuentran:

1. PROBAN (Probability Analysis). Este programa fue desarrollado en Noruega para la industria marina en Det Norske Veritas. Este es un programa muy fácil de utilizar, e incluye procedimientos FORM, SORM, simulación MonteCarlo y métodos de la superficie de respuesta. Está disponible en versiones para DOS y Windows.
2. STRUREL (Structural Reliability). Este programa ha sido desarrollado en Alemania, en la Universidad Técnica de Múnich por el Prof. R. Rackwitz y sus socios. Contiene las mismas herramientas de PROBAN, pero es tal vez menos costoso.
3. CALREL (California Reliability). Este programa ha sido escrito por el Prof. A. Der Kiureghian y sus socios en la Universidad de California (Berkeley). Contiene las mismas aplicaciones que los programas anteriores, pero es menos desarrollado como un paquete comercial. Puede ser obtenido a un costo razonable.
4. RELAN (Reliability Analysis). Este programa ha sido escrito en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de British Columbia. RELAN es un programa de análisis de confiabilidad que calcula la probabilidad de falla para un criterio de performance determinado. RELAN implementa no solamente procedimientos FORM y SORM, sino también método de la superficie de respuesta, y simulación usando el método MonteCarlo, técnicas de muestreo adaptivo o de importancia. Tiene una capacidad de 50 variables aleatorias y 100 modos de falla. Además, incluye

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

9 tipos de distribución de probabilidad, con una opción para modificar cada una para distribuciones extremas de mínimos o máximos o para límites superiores o inferiores. Permite también la correlación entre variables aleatorias, especificándolas por pares, dando el número para el par de variables correlacionadas y su coeficiente de correlación.

AGRADECIMIENTOS Y TEMA DE TESIS

Agradezco a Dios todas sus bendiciones, igualmente por la oportunidad de trabajar en el proceso de mejorarme a mí misma. Agradezco al Instituto Tecnológico de Orizaba, a la Maestría de Ingeniería Administrativa, a la materia de Fundamentos de Ingeniería Administrativa, por retarme cada día a ser mejor como profesionista.

Tema: Implementación de la Ingeniería de Confiabilidad en Servicio al Cliente para incrementar la ventaja competitiva en el mercado.

Objetivo: Implementar un sistema de ingeniería de confiabilidad en la empresa, estableciendo indicadores que permitan determinar las fallas en los procesos de Servicio al Cliente, dando paso a una mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, J. (2003). *Ingeniería de Confiabilidad*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de CR.

Arata, A. (2008). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación de la Plataforma R-MES*. RIL Editores.

ASALE, R.-. (2017). ingeniería. Recuperado el 21 de marzo de 2017, a partir de <http://dle.rae.es/?id=La5bCfD>

Cruz, M., & Leonel, J. (2014). Análisis de daño en estructuras de concreto reforzado considerando efectos de corrosión en el acero de refuerzo. Recuperado a partir de <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41558>

Hecho por: L.A Mariela Denisse Rebollo Altamira

Asesor: Dr. Fernando Aguirre y Hernández

Escobar, L. A., Villa, E. R., & Yáñez, S. (2003). Confiabilidad: historia, estado del arte y desafíos futuros. *Dyna*, 70(140), 5–21.

García, 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. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12051/>

Lexicoon. (2017). Confiabilidad - Definición y sinónimos de confiabilidad en el diccionario español. Recuperado el 21 de marzo de 2017, a partir de <http://lexicoon.org/es/confiabilidad>

Rivera, J. (2012). Ingeniería de la Confiabilidad. Recuperado a partir de http://www.depi.itchihuahua.edu.mx/jrivera/inst_avan/notas_instavan_ui.pdf

Sueiro, G. (2012). ¿Qué es la Confiabilidad? Recuperado a partir de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/calidad-y-confiabilidad.pdf>

Valles, L. (2014). *Fundamentos de la Ingeniería de Confiabilidad*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Zapata, C. J. (2011). *Confiabilidad en Ingeniería* (1era ed.). Colombia: Publiprint Ltda. Recuperado a partir de <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/lapsee/cu>
[rso_2011_zapata_1.pdf](http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/lapsee/cu)