

Guía de los Fundamentos de Mantenimiento y Confiabilidad

Primera Edición

Entendiendo para esta certificación una Competencia como; Conjunto de capacidades socio afectivas y habilidades cognitivas y psicológicas que permiten a la persona llevar a cabo de manera adecuada una actividad, un papel o una función, utilizando los conocimientos actitudes y valores que posee.

El profesional de mantenimiento y confiabilidad deberá demostrar competencias en aspectos genéricos, como se detalla en el presente documento, además de temas específicos relacionados con el saber hacer de la especialidad.

NOTA: Esta guía debe leerse acompañada del Marco Normativo de Referencia para la Certificación de Gestores en Mantenimiento y Confiabilidad – ACIEM 2014 para ampliar los conceptos y elementos que componen la certificación.

Introducción del profesional que queremos

ACIEM como entidad que procura un desarrollo integral de sus asociados y de la comunidad de ingenieros en general, introduce en esta certificación, elementos del ser tan importantes para el profesional y la sociedad como los conocimientos técnicos propios de la especialidad en mantenimiento y confiabilidad, por tal motivo se evaluarán competencias que en este documento se llamarán genéricas y que comprenden los elementos del ser, y por otro lado las competencias específicas en las áreas técnicas.

Aunque el número de competencias genéricas parece mayor, el peso específico de estas es inferior al que se evalúa con las competencias específicas, las primeras son detalladas con mayor extensión para que los postulantes a la certificación, no olviden la importancia de estas en la siguiente proporción:

- Genéricas 33%
 - 01 Liderazgo (8%)
 - 02 Inteligencia Emocional (8%)
 - 03 Ética y Lealtad (8%)
 - 04 Experticia (9%)
- Específicas 67%
 - 05 Gestión de Mantenimiento (30%)
 - 06 Análisis de Confiabilidad (37%)

Tabla de contenido

Guía de los Fundamentos de Mantenimiento y Confiabilidad	1
Capítulo 1	4
Competencias Requeridas	4
01 Liderazgo	5
02 Inteligencia Emocional.....	10
03 Ética y Lealtad	12
04 Experticia	15
05 Gestión de Mantenimiento.....	20
06 Confiabilidad	29
Capítulo 2.....	37
Conocimientos Requeridos	37
01 Liderazgo.....	38
02 Inteligencia Emocional	43
03 Ética y Lealtad	46
04 Experticia.....	50
05 Gestión de Mantenimiento	54
06 Análisis de Confiabilidad	67

Capítulo 1

Competencias Requeridas para el Profesional en Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad

Competencia; Conjunto de capacidades socio afectivas y habilidades cognitivas y psicológicas que permiten a la persona llevar a cabo de manera adecuada una actividad, un papel o una función, utilizando los conocimientos, actitudes y valores que posee.

Competencias Genéricas

01 Liderazgo

Esta competencia cubre los principios fundamentales del profesional como líder de un proceso y equipo de trabajo. Abarca temas relacionados con su rol e importancia al interior de las empresas, la relación con su equipo de trabajo y su impacto sobre la consecución de objetivos individuales, grupales y organizacionales.

El perfil de un buen líder en Mantenimiento y Confiabilidad debe sobresalir sobre su equipo de trabajo sin sofocar al mismo, donde son importantes características como: inteligencia, carácter, abnegación, subordinación, entusiasmo, poder de comunicación y comprensión. Esto debe ser acompañado de una apariencia física agradable, que transmita entre otros, capacidad de equilibrio interior, lo que ayudará a mantener la confianza de sus compañeros y colaboradores. Su desarrollo personal y aplicación de hábitos positivos, hacen que su equipo de trabajo lo siga por convicción y empatía y no por imposición u obligación, aspecto que potencia cada vez más al grupo a convertirse en equipo auto dirigido, elementos que aportan a los resultados organizacionales.

Los principales temas tratados son:

1. Autoconciencia – Autoconocimiento
2. Autorregulación – Autocontrol
3. Conciencia Social – Empatía
4. Organización (Orden) - Coordinación
5. Entusiasmo - Establecimiento y seguimiento de Metas
6. Ejemplo como elemento principal para fortalecimiento de cultura empresarial y de grupo
7. Control de equipos de trabajo y sus actividades
8. Delegación de actividades y trabajos

La autoconciencia implica reconocer los propios estados de ánimo, los recursos y las intuiciones. De igual forma invita a conocer las emociones propias y cómo afectan al individuo, cuáles son las virtudes y los puntos débiles. Va en la misma vía del término autoconocimiento, que se define como el conocimiento de uno mismo. En resumen; es reconocerse con defectos y virtudes.

El conocernos sirve como insumo para planificar nuestro comportamiento presente y futuro que aunado al reconocimiento de los estados de ánimo e intuiciones permite actuar asertivamente. Es una buena práctica desarrollar constantemente un auto observación que permitan anticipar objetivamente nuestro proceder, con base en el conocimiento que tenemos de nuestro proceder anterior para un determinado fin.

Por su parte, la conciencia social puede definirse como; el conocimiento que una persona tiene sobre el estado de los demás integrantes de su comunidad, por lo que, de la conciencia individual se debe saltar a la conciencia social y con ella lograr que la participación al interior de un colectivo sea positiva y coherente, hasta llegar a comprender sus sentimientos y pensamientos en múltiples situaciones. Incluso las más complejas.

Lo anterior invita a lograr o aumentar la capacidad individual para conectarse a otra(s) persona(s) y responder adecuadamente a las necesidades mutuas, es decir, empatía.

Otro elemento importante refiere al orden, entendido como la disposición metódica, concertada y armoniosa de las cosas, también relacionado con la paz y la tranquilidad en el individuo. Ordenar es alinear, clasificar, arreglar o encaminar y dirigir a un fin. El orden permite el ahorro de esfuerzo y energía: un área desordenada es menos confiable que una ordenada. Un líder ordenado es un líder tranquilo, que sigue un método para hacer las cosas, que organiza su actividad y ayuda al resto de sus colaboradores a hacer lo mismo.

El orden implica además, imprimir un ritmo ordenado al trabajo y a la vida, para hacerse dueño del tiempo y de la agenda, es respetar en gran medida al otro, tener orden de prioridades en lo que se hace, deja de hacer o delega a otros para aumentar o mantener la eficacia en cualquier trabajo. El orden permite elegir lo que es más conviene y no lo que nos apetece. Invita a realizar lo urgente antes que lo importante, lo fácil antes que lo difícil, lo que se termina pronto antes que lo que requiere un esfuerzo continuado. El orden entonces ha de ser una cualidad y competencia que ha de adquirirse por parte del líder.

Además de los anteriores aspectos, el líder requiere de potenciar aspectos como el entusiasmo definido este como: Estado de ánimo del que se siente muy alegre y entusiasmado, y lo exterioriza generalmente con risas, gestos y gran agitación.

El entusiasmo invita a que un buen líder sea una persona llena energía, lo que demuestra que siempre se encuentra alerta y despierto, siendo un individuo mental y físicamente dinámico. El entusiasmo es positivo tanto para la persona como para los demás, ya que es un sentimiento "contagioso" que motiva a pensar que todo puede lograrse. El líder entusiasta inyecta energía positiva en los demás.

Finalmente, el ejemplo es una característica del líder, basada en su manera de actuar y su personalidad con la que es capaz de influir el rendimiento de un equipo de trabajo de forma simple y transparente. Por lo tanto, todo aquello que un líder ejemplifica y que a su vez es alineado con los objetivos del equipo y de la organización, consigue el beneficio esperado por cada uno y hasta logra superar las expectativas de todos. El ejemplo es entonces, una de las principales características de un buen líder, ya que con él, se facilita la entrega y toma de responsabilidades, aumenta el compromiso, potencia el aprendizaje y la transferencia de conocimiento e indudablemente mejora el rendimiento y la búsqueda de metas de beneficio común.

Ítem	Conocimientos	Habilidades
1	Trabajo en equipo	Identificar, Construir y dirigir un equipo de trabajo hacia logros individuales, colectivos y organizacionales
2	Comunicación	Escucha opiniones y consejos, realiza documentos claros y concretos. Habla con claridad y fluidez.
3	Identificación de capacidades personales	Delega, integra y asigna responsabilidades
4	Jerarquización de elementos, tareas y activos	Ordena clara y asertivamente los elementos
5	Control del tiempo	Consigue que las actividades se realicen en el tiempo previsto

Palabras Clave

- Estados de ánimo
- Intuiciones
- Defectos
- Virtudes
- Observación
- Comunidad
- Conciencia
- Individuo
- Sentimientos
- Conexión personal
- Orden
- Transferencia
- Agenda
- Líder
- Energía
- Beneficio

Bibliografía

- Naranjo, Claudio. Autoconocimiento transformador (4ª ed.) La Llave Ediciones. 2011. ISBN: 8495496801
- Greenberger, Dennis. El control de tu estado de ánimo: Manual de tratamiento de terapia cognitiva para usuarios. Ediciones Paidós. 1998. ISBN-10: 8449322987
- Parra, Carmen. Empresas con conciencia: Ser empresario y tener conciencia social: un camino posible y necesario para construir un mundo mejor. Editorial Viceversa. 2010. ISBN: 8492819235
- Satorras, Rosa M. Responsabilidad Social Corporativa: La nueva "conciencia" de las empresas y entidades. J.M. Bosch. 2008. ISBN: 8476988354
- Valois, David. El método rápido para eliminar tus malos hábitos. El Autor. 2014.
- Valois, David. 30 Maneras de aumentar tu productividad.
- Covo, Luccas. Sorria! você está sendo motivado: A superação incondicional da falta de entusiasmo. El Autor. 2014.

Cibergrafía

- https://osha.europa.eu/es/topics/management-leadership/index_html
- http://biblioteca.itson.mx/oa/desarrollo_personal/oa36/autoconciencia/x2.htm
- <http://psicologiabienestar.wordpress.com/2011/04/11/autoconciencia/>
- <http://www.filosofia.org/enc/ros/autocon.htm>
- <http://lore.aprenderapensar.net/2012/03/08/lecturas-2-y-3-conciencia-y-autoconciencia/>

- <http://www.projectcoaching.es/autoconciencia-autocontrol-claves-inteligencia-emocional/>
- http://datateca.unad.edu.co/contenidos/434202/2013_2/Contenido_en_Linea/leccin_14_conciencia_social_y_participacin_social.html
- http://www.inteligencia-emocional.org/habilidades_practicas/empatia.htm
- <http://desarrollodepersonasyorganizaciones.com/category/conciencia-social-2/>
- http://www.mercaba.org/FICHAS/H-M/01/13orden_y_capacidad_de_organizarse.htm
- <http://www.sabiduriaconsciente.com/2010/11/14/el-poder-del-ejemplo-en-el-liderazgo/>

02 Inteligencia Emocional

Siendo entendida la Inteligencia Emocional como la capacidad para reconocer sentimientos propios y ajenos, y la habilidad para manejarlos. Un líder en Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad debe con gran facilidad potenciar este tipo de inteligencia y transmitirla a su equipo y pares. Para ello ha de entender, practicar y divulgar algunos conceptos al interior de la organización que, aunados al resto de elementos contenidos en las demás competencias lo lleven al éxito individual como profesional y colectivo como un miembro importante en su equipo de trabajo.

Varios de los elementos tratados en esta competencia fueron resumidos en la competencia anterior de Liderazgo, pues ambas se complementan como se verá en el recuadro siguiente, lo que refuerza el interés en el individuo como principal foco de atención.

Los principales temas tratados son:

1. Autoconocimiento Emocional (o conciencia de uno mismo)
2. Autocontrol Emocional (o autorregulación)
3. Reconocimiento de Emociones Ajenas (o empatía)
4. Automotivación
5. Relaciones Interpersonales (o habilidades sociales)

Un profesional con alto coeficiente emocional, se maneja bien en las labores que realiza y es altamente efectivo en sus relaciones personales, lo que le permite a su vez contar con un “pensamiento global”, entendiendo la importancia de sus decisiones inmediatas y su implicación a mediano y largo plazo, es decir, un profesional con un plan estratégico que le permite saber hacia dónde se dirige con su equipo. Para ejecutar cualquier plan o estrategia, necesitamos persuadir, inspirar, escuchar, motivar y comunicar, las competencias de una persona con alto coeficiente emocional.

Ítem	Conocimientos	Habilidades
1	Planeación estratégica	Construir su propia Visión, misión y objetivos así como apoyar a los demás en la construcción de ellas
2	Disciplina	Realiza actividades siguiendo normas y políticas
3	Personalidad	Reconoce el potencial y capacidades propias y de los demás

Palabras Clave

- Inteligencia
- Coeficiente emocional
- Relaciones personales
- Pensamiento global
- Persuadir
- Inspirar
- Escuchar
- Motivar

Bibliografía

- Tallon, Robert. Conciencia en acción: Eneagrama, inteligencia emocional y cambio. Gulaab. 2012. ISBN: 8486797209
- Goleman, Daniel. Inteligencia emocional. Ediciones B. 2013. ISBN: 6074803218
- Goleman, Daniel. La práctica de la inteligencia emocional. Kairós S.A. 2011
- Torner. Tira y Afloja: Inteligencia Emocional Práctica. Editorial Juventud. 2010. ISBN: 8426132324
- Horna, Benigno Félix. Diario de un Coach. El Autor. 2014. ISBN-10: 1499555660

Cibergrafía

- <http://www.inteligencia-emocional.org/>
- http://biblioteca.itson.mx/oa/desarrollo_personal/oa18/elementos_inteligencia_emocional/x3.htm
- <http://es.wikihow.com/persuadir-a-la-gente>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XPvELZrz8oo>
- <http://www.soyentrepreneur.com/25429-5-claves-para-inspirar-liderazgo.html>

03 Ética y Lealtad

La ética como conjunto de normas aplicadas en el desarrollo de nuestra actividad laboral como profesionales en mantenimiento y confiabilidad, puede aparecer como códigos profesionales a través de una serie de principios y valores que deberán ser interiorizados y difundidos por todo el personal de mantenimiento.

Es decir, que la ética profesional marca pautas de conducta para el desempeño de las funciones propias del cargo de cada uno de los miembros de un equipo de trabajo y refuerza conceptos de competencia profesional.

Los principales temas tratados son:

1. Normas
2. Códigos
3. Principios y valores
4. Pautas de conducta
5. Respeto

El profesional en mantenimiento y confiabilidad procederá con un criterio justo y ecuánime, evitando acciones u omisiones que favorezcan o perjudiquen los intereses de los demás. Su conducta y moralidad no afecta el derecho, los intereses, ni la dignidad de otros o el quebrantamiento de los suyos propios. También hace seguimiento de las normas en presentaciones escritas (por medio de reportes o informes), en sus expresiones verbales, en su interacción diaria con los demás o realizando presentaciones en público evitando dar información falsa o errónea por voluntad propia, manteniendo así la dignidad y decoro personal en todo momento.

El profesional en Mantenimiento y confiabilidad tiene cordiales relaciones con sus colegas, con plena conciencia del sentimiento de solidaridad profesional y no actúa sacando ventaja de ellos de una forma desleal. En el mismo sentido es un profesional ecuánime en el desarrollo de su actividad, lo que obliga a actuar sin efectuar discriminaciones religiosas, raciales, sociales o políticas, distinguiendo con gran asertividad lo que es bueno o malo para sí mismo, para su equipo de trabajo y la sociedad, permitiéndole agregar valor a esta última a través de sus acciones profesionales.

Los valores con que cuenta el profesional e integrados en la vida propia, reflejan personalidad y la sociedad en la que ha vivido, su cultura y como ella lo "obliga" a trabajar según ese conjunto de pautas y guías conductuales permitiéndole obrar con

propósito claro, sabiendo a dónde encaminarse y encaminar a los suyos reconociendo cual es la razón de ello.

La ética profesional se fundamenta en los valores y códigos universales pero, se centra en cómo son aplicables al entorno laboral, para lo cual y con base en los lineamientos éticos de ACIEM, el profesional en gestión de mantenimiento y confiabilidad deberá ajustar su comportamiento a ellos, dentro de los que se destacan algunos apartes como:

Deberes:

- Custodiar y cuidar los bienes, que por razón del ejercicio de su profesión, se le hayan encomendado
- Ejercer la profesión sin supeditar sus conceptos o sus criterios profesionales a actividades partidistas
- Ofrecer desinteresadamente sus servicios profesionales en caso de calamidad pública
- Proteger la vida y salud de los miembros de la comunidad
- Velar por la protección de la integridad del patrimonio nacional

Prohibiciones:

- Tener a su servicio, para el desempeño de un cargo, personas que ejerzan ilegalmente la profesión
- Solicitar o aceptar comisiones en dinero o en especie
- Ejecutar actos de violencia, malos tratos, injurias o calumnias contra superiores, subalternos, compañeros de trabajo, socios, clientes
- Incumplimiento de las obligaciones civiles, comerciales o laborales, que haya contraído con ocasión del ejercicio de su profesión
- Causar, intencional o culposamente, daño o pérdida de bienes, elementos, equipos, herramientas o documentos que hayan llegado a su poder por razón del ejercicio de su profesión
- Rechazar toda clase de recomendaciones en trabajos que impliquen daños evitables para el entorno humano y la naturaleza

Prohibiciones especiales:

- Imponer su firma a toda otra documentación relacionada con el ejercicio profesional, que no hayan sido estudiados, controlados o ejecutados personalmente
- Expedir, permitir o contribuir para que se expidan títulos a personas que no reúnan los requisitos legales

Ítem	Conocimientos	Habilidades
1	Normatividad	Reconoce las normas de su entorno, las aplica y solicita que todos las apliquen
2	Políticas	Reconoce las políticas de su entorno, las aplica y solicita que todos las apliquen
3	Costumbres	Reconoce las costumbres de su entorno, las aplica o las respeta
4	Conceptos éticos	Los reconoce, entiende y aplica

Palabras Clave

- Pautas
- Guías
- Conducta
- Respeto
- Normas
- Leyes
- Integridad
- Solidaridad
- Ecuanimidad
- Lealtad

Bibliografía

- LEY 842 DE 2003 - Código de ética para el ejercicio de la ingeniería en general y sus profesiones afines y auxiliares.
- Perrot, Etienne. Ética profesional: el discernimiento en la toma de decisiones. Ediciones Mensajero. 2000. ISBN: 2911105354.
- García González, Dora Elvira. Ética, profesión y ciudadanía: Una ética cívica para la vida en común. Editorial Porrúa México. 2013.
- Martínez Navarro, Emilio. Ética profesional de los profesores (Ética de las profesiones). Desclée De Brouwer. 2011.

Cibergrafía

- <http://www.copnia.gov.co/index.php?sec=32>
- <https://www.bu.edu/wcp/Papers/Valu/ValuAyal.htm>
- <http://www.juandemariana.org/comentario/3289/universalidad/normas/eticas/>
- <http://www.iaevg.org/iaevg/nav.cfm?lang=4&menu=1&submenu=3>
- http://www.osakidetza.euskadi.net/r85-gkhdon01/es/contenidos/informacion/hdon_decalogo_etica/es_hdon/hospital_donostia.html
- <http://guillomartinezpino.jimdo.com/curso-etica-profesional/>

04 Experticia

La experticia no es solamente la acumulación de tiempo realizando una actividad, ella requiere elementos cognitivos sumados a otra serie de elementos que permiten al Gestor de Mantenimiento y Confiabilidad realizar el trabajo con facilidad y tomar las mejores decisiones, basado en el conocimiento propio del pasado o de otras personas. Ello requiere ser creativos e ingeniosos. Además requiere formación; leer, aprender de quienes desarrollan actividades similares y que desde su experticia encontraron la manera de resolver los problemas.

La experticia, requiere entonces ingenio, elemento que se supone hace ya parte del Ingeniero pero además requiere una atmósfera laboral en la cual exista motivación, clarificación y unificación de intereses, confianza propia y en los demás. De igual forma, el profesional ha de tener un reconocimiento y dominio del contexto organizacional y de los elementos o áreas donde pretenda conseguir dominio y aumentar su experticia.

Los principales temas tratados son:

1. El ingenio y las actitudes creativas del profesional
2. El desarrollo y control de proyectos
3. La valoración de riesgos
4. El equilibrio entre el control y la flexibilidad para alcanzar resultados
5. La forma de gestionar las ideas
6. La comunicación con los compañeros de diferentes áreas
7. La definición correcta de problemas

Existen una serie de metodologías de enseñanza y aprendizaje, orientadas a que el conseguir experticia o alguno de sus elementos asociados, por ejemplo para incentivar la creatividad, uno de los pilares principales es el uso de las tecnologías entendida como una herramienta aplicada para facilitar la transformación de ideas en proyectos útiles. Una forma eficaz de aprendizaje de esta se da a través de la confrontación del conocimiento empírico recogido durante el día a día laboral con el conocimiento académico tomado en cursos, programas formales o la simple lectura de libros y revistas.

En la empresa o en el área se debe promover la cultura del ¿por qué?, para que con ello surjan nuevas ideas y se reconozca la causa raíz de cada situación o actividad, con lo cual, se recopila una cantidad de conocimiento propio de la empresa y su personal, alimentándose constantemente el conocimiento general convertido en experiencia de grupo. De esa forma el profesional y su equipo se educa para el cambio, formando personas originales en su contexto, flexibles ante nuevos elementos que cambien ese contexto y con visión de futuro donde aportará todo ese conocimiento.

El Gestor de Mantenimiento y Confiabilidad cuando realiza control de los proyectos y mantiene el proyecto alineado con los objetivos de éste, garantiza que el trabajo realizado agregue valor, para esto requiere conocer y dominar técnicas que hagan un control de costos, plazos y alcance de proyecto. Con ello se garantiza igualmente que el producto final de la empresa cumpla con los requerimientos o la oferta realizada. Es ahí donde los conocimientos y experiencias respecto a la gerencia de proyectos se vuelve importante dentro del marco estratégico que busca integrar los proyectos con el contexto estratégico de la organización, la planeación y control de los mismos.

Los elementos anteriores tratados y analizados bajo un concepto de riesgo debido a que el contexto acompañado de las acciones u omisiones, las decisiones acertadas o los desaciertos muestran como el experto se desenvuelve en su entorno, es por ello que la evaluación de riesgos y su correcta prevención es fundamental en la actividad de mantenimiento y confiabilidad, requiriendo realizar un estudio pormenorizado de todos los factores de trabajo que supongan un riesgo laboral, empresarial o sectorial.

El profesional debe propender o propiciar que:

- Se realice una planificación de la acción preventiva a partir de la evaluación de riesgos.
- Evaluar los riesgos a la hora de elegir herramientas, equipos, insumos de trabajo y en general cualquier elemento utilizado para los trabajos
- Evaluar los riesgos del lugar de trabajo propio y de sus colaboradores

Para entender el proceso de la evaluación de Riesgos y sus pasos:

- Identificación del peligro
- Estimación del riesgo según la probabilidad de convertirse en accidente y las consecuencias de dicho accidente.
- Deducir la tolerabilidad del riesgo.

Existen varios métodos generalizados para la evaluación, pero los más reconocidos son:

- Análisis “What if...?”
- Mapa de Causas
- Análisis Espina de pescado
- Análisis de árbol de fallas, FTA.
- Análisis de árbol de sucesos, ETA.
- Análisis de modos y efectos de fallas, FMEA.
- Análisis funcional de operabilidad, HAZOP (AFO).

Por último, se requiere de una comunicación efectiva, esto implica un intercambio de ideas, pensamientos y sentimientos de forma fluida, lo que requiere un lenguaje común que entendido y usado con naturalidad y soltura.

Dicha comunicación permite conocer a nuestros compañeros de trabajo, sus ideas, sentimientos, valores, pensamientos y en general todo aquello que nos permita trabajar armónicamente en la búsqueda de un bien común.

Por otro lado la comunicación permitirá coordinar las acciones requeridas a corto, mediano y largo plazo con las otras áreas de la organización y con los compañeros, haciendo que se consiga esa agregación de valor de la cual se habló anteriormente.

Es así que tanto el profesional en Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad, como sus compañeros y colaboradores harán que, el pasado y el futuro de sus acciones aporten al logro de objetivos individuales y organizacionales, Minimizando la posibilidad que los riesgos presentes en todo momento se traduzcan en efectos con consecuencias no deseadas por los miembros de la organización.

Ítem	Conocimientos	Habilidades
1	Solución de problemas	Aplica alguna herramienta para identificar, describir y plantear soluciones
2	Riesgo	Identifica, describe y plantea acciones para mitigarlo, eliminarlo o transferirlo
3	Lluvia de ideas	Aplica y participa en herramientas para generación de ideas.
4	Proyectos	Reconoce y aplica procesos sistemáticos para la realización de proyectos

Palabras Clave

- Elementos cognitivos
- Tiempo
- Creatividad
- Formación
- Resolución de problemas
- Conocimiento empírico
- Conocimiento académico
- Proyecto
- Riesgo laboral
- Peligro

Bibliografía

- López Teijeiro, Iria. Claves para convertirte en escritor: mejora tu escritura de forma fácil y divertida. Literautas Editorial. 2013. ISBN: 1493621963
- Langa García, Lucía. Inteligencia creativa. Amat Editorial. 2013.
- Olvera, Héctor. El Director de Proyectos Práctico - Una receta para ejecutar proyectos exitosos. El Autor. 2013.
- Buchtik, Liliana. Secretos para Dominar la Gestión de Riesgos en Proyectos. buchtik global. 2012.
- Rivera, Pura. La Comunicación en el Contexto Empresarial. Publicaciones Puertorriqueñas. 2001. ISBN: 1881713261

Cibergrafía

- <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno>
- http://www.eoi.es/wiki/index.php/CONTROL_DEL_PROYECTO_en_Gesti%C3%B3n_de_proyectos
- <http://www.acis.org.co/index.php?id=865>
- http://www.ecured.cu/index.php/Monitoreo_y_Control_de_Proyecto
- <http://tecnologiaedu.us.es/prlma/ley4.html>
- http://www.fremm.es/riesgoslaborales/autonomos/que_es_la_evaluacion.html
- <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n110/articulo1.html>
- <http://www.facetahumana.com/fh06-la-asertividad.html>
- <http://www.pablobuol.com/capacitacion/comunicacion.htm>

Competencias Específicas

Dos áreas del saber requiere el profesional como se ilustra en el mapa de competencias específicas, la competencia en Gestión de Mantenimiento y la competencia en Confiabilidad.



La primera de ellas desarrollada a través del ciclo PHVA – Planear, Hacer, Verificar y Actuar, invita al recorrido desde la planeación estratégica del negocio, cubriendo elementos de planeación estratégica y táctica del área de mantenimiento, pasando por elementos de ejecución de labores bajo un control acorde a las necesidades, para el posterior ajuste y toma de decisiones consientes y asertivas que posibiliten el mejoramiento constante de las acciones y con ello mantener vivas las metodologías y herramientas utilizadas en el día a día.

La competencia en confiabilidad por su parte desarrollada desde la perspectiva matemática que permite la evaluación numérica y la Ingeniería que permite realizar y tomar acciones relacionadas a la confiabilidad de los elementos sometidos a los análisis.

05 Gestión de Mantenimiento

Gestión del Mantenimiento requiere el conocimiento de elementos tanto de Gestión como de Mantenimiento. Iniciemos con la definición de una serie de términos importantes que ha de dominarse no solo desde la definición misma sino también desde al ponerlos en práctica.

Los principales temas tratados son:

1. Planeación Estratégica
2. Planeación Táctica
3. Planeación Operativa
4. Control Táctico
5. Control operativo
6. Mejoras operativas
7. Mejoras Tácticas
8. Mejoras operativas

A continuación se detallan algunos de los términos, es importante que el profesional profundice tanto en ellos como en aquellos que considere importante y se estén trabajando en diferentes ambientes.

Backlog - Acumulación de Trabajo - Período de tiempo necesario para que un grupo de mantenimiento ejecute todas las actividades pendientes, suponiendo que durante ese tiempo ningún servicio nuevo va a ser solicitado a ese grupo.

Componente – Elemento indivisible sobre el que recae el mantenimiento que, conjugado a otro(s), crea(n) el potencial de realizar un trabajo.

Equipo - Conjunto de componentes interconectados, con los que se realiza materialmente una actividad de una instalación.

Falla - Condición de inhabilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.

Inspección - Mantenimiento Preventivo caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, efectuada principalmente utilizando instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros etc.) o los sentidos humanos y sin provocar detenciones de equipos.

Lubricación - Mantenimiento Preventivo o Predictivo, donde se realizan adiciones, cambios, complementaciones, exámenes y análisis de los lubricantes.

Mantenimiento - Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el que pueda desarrollar la función requerida

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Es un procedimiento sistemático y estructurado consiste en analizar funciones, ver las posibles fallas, evaluar las causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias para determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos para la operación.

Mantenimiento correctivo - Mantenimiento que se ejecuta a un activo después de ocurrida la falla del mismo.

Mantenimiento Predictivo – Actividades de análisis de variables realizadas con una frecuencia apoyadas por medio de técnicas y/o equipos como análisis de vibraciones, mediciones eléctricas, voltaje, amperaje, resistencia, ultrasonido, medición de espesores, termografías, etc. Que permiten inferir el momento aproximado en el que un elemento entrara en falla.

Mantenimiento Proactivo — Mantenimiento emprendido antes de que ocurra una falla, para prevenir que cualquier elemento entre en estado de falla (restauración programada, desincorporación programada y mantenimiento basado en condición)

Mantenimiento Preventivo - Es el conjunto de intervenciones realizadas de forma periódica en una máquina o instalación, con la finalidad de optimizar su funcionamiento y evitar paradas imprevistas.

Costo de Ciclo de Vida – Refiere al total de erogaciones incurridas en dinero que se imputan al activo durante todo su ciclo de vida.

Contexto operativo – Conjunto de factores que afectan o se ven afectados directa o indirectamente por la operación o falla de un activo o sistema de activos.

Vida Útil - La vida útil es el período durante el cual se espera que un activo realice su función o realice el cumplimiento de su misión sin ocurrir fallas.

Taxonomía - ciencia que trata de los principios de la clasificación, que para efectos del mantenimiento refiere tanto a la clasificación de los tipos de mantenimiento como también los activos o equipos y sus componentes.

Existe igualmente una serie de metodologías y herramientas importantes entre las cuales se destacan;

TPM – Mantenimiento Productivo Total – Es un sistema gerencial que permite tener equipos de producción siempre listos, con la participación de todo el personal de la empresa. Permiten obtener una mejora constante en la productividad y calidad de productos o servicios enfocándose en la prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos.

Se fundamenta en lo que llama pilares y que se resumen en los siguientes:

- Mejora Focalizada
- Mantenimiento autónomo
- Mantenimiento planeado
- Capacitación
- Control inicial
- Mejoramiento para la calidad
- TPM en los departamentos de apoyo
- Seguridad higiene y medio ambiente

El TPM busca:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operadores de la planta.
- Promover el TPM a través de motivación, con actividades autónomas de pequeños grupos
- Lograr cero averías, cero accidentes, cero despilfarros

RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Reliability Centred Maintenance - es una metodología que permite elaborar un plan de mantenimiento basada en el análisis de las funciones que debe realizar el equipo, sus posibles fallas y sus posibles modos de falla. Como puede inferirse, es una metodología útil para prevenir.

La metodología fue propuesta los ingenieros F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1978, y luego documentada por John Moubray en su libro RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. De igual forma, la metodología cuenta con dos Normas, la SAE JA1011 y la SAE JA1012 las cuales definen los requisitos para un programa de mantenimiento basado en RCM y explican la aplicación de la norma, respectivamente.

Esta metodología se fundamenta en el reconocimiento del contexto operacional de los activos físicos sometidos a análisis, su grado de criticidad o riesgo y la solución satisfactoria a 7 preguntas fundamentales que son;

1. ¿Cuáles son las funciones y niveles de desempeño del activo en su contexto operacional actual?
2. ¿De qué forma el equipo no cumple sus funciones?
3. ¿Qué ocasiona cada falla funcional?
4. ¿Qué efectos trae cada falla funcional?
5. ¿Qué consecuencias genera cada falla funcional?
6. ¿Qué puede ser hecho para predecir o prevenir cada falla y con qué frecuencia?
7. ¿Qué debe ser hecho si no fuese encontrada una tarea proactiva apropiada?

Estas preguntas unidas a lo que la metodología llama el árbol lógico de decisión entregan un plan de mantenimiento diseñado para las condiciones particulares de los activos.

PMO – Optimización del Mantenimiento preventivo – es una metodología diseñada para revisar los requerimientos de mantenimiento, basado en el mantenimiento que se está realizando en el momento de su implementación en la empresa (documentado o no), el historial de las fallas y la información técnica de los activos bajo análisis.

El proceso de PMO consta de nueve pasos a saber:

- Paso 1 Recopilación de Tareas
- Paso 2 Análisis de Modos de Falla (FMA)
- Paso 3 Racionalización y Revisión del FMA
- Paso 4 Análisis Funcional (Opcional)
- Paso 5 Evaluación de Consecuencias
- Paso 6 Definición de la Política de Mantenimiento
- Paso 7 Agrupación y Revisión
- Paso 8 Aprobación e Implementación
- Paso 9 Programa Dinámico

Ciclo de vida de los activos - es entendido como el período de tiempo y todo lo que ocurre con un activo desde la idea con la cual se rea o incorpora a una empresa, hasta el descarte final, reciclaje o venta del mismo.

Incluye las siguientes etapas:

1. Idea inicial y estudios preliminares, incluyendo estudios de factibilidad técnica, viabilidad económica e impacto ambiental. Compra de los elementos necesarios y/o fabricación de los mismos e instalación de todos los elementos de acuerdo al proyecto.
2. Puesta en marcha, Operación de las instalaciones, y Mantenimiento.
3. Descarte, reciclaje o venta del activo.

Análisis de criticidad – El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer jerarquías de acuerdo con su impacto en el negocio, la planta, línea o equipo, ella se aplica principalmente a:

- Instalaciones
- Sistemas
- Equipos
- Componentes

La criticidad se obtiene del producto de la frecuencia de fallas o su probabilidad y la consecuencia o severidad de su ocurrencia, esta última teniendo en cuenta elementos como afectaciones sobre población, daños al personal, impacto ambiental, pérdida de producción, costos de mantenimiento, pérdida de imagen y daños en la instalación entre otros.

Este análisis apoya la toma de decisiones para administrar esfuerzos y los recursos hacia donde más se requieren.

Análisis de Riesgos e Inspección Basada en Riesgo - El análisis de riesgos es la herramienta a través de la cual se obtiene una visión clara y priorizada de los riesgos a los que se enfrenta una planta, este tiene como propósito identificar los principales riesgos a los que un negocio, planta, equipo o componente está expuesto, ya sean de tipo natural, o riesgos introducidos por el propio ser humano interno o externo al elemento analizado. Este análisis pretende identificar los riesgos más significativos que pueden afectar la seguridad de las personas y el medioambiente, la operatividad del trabajo o la continuidad del negocio y priorizar medidas a implementar para minimizar la probabilidad de materialización de dichos riesgos o el impacto en caso de materializarse.

Existen diferentes metodologías para el análisis de riesgos, pero en esencia se siguen los siguientes pasos:

1. Identificación del peligro
2. Estimación del riesgo según la probabilidad de convertirse en accidente y las consecuencias de dicho accidente.
3. Deducir la tolerabilidad del riesgo.

5S - Las 5S es una herramienta que fue desarrollada como programa en Toyota para conseguir mejoras desde el punto de vista del producto pero especialmente con la calidad de vida de los empleados en todos los niveles, además de aumentar la motivación del personal y su sentido de pertenencia. Su nombre deriva de 5 palabras que inician con S y que son:

1. Seiri: Organización / Separar innecesarios
2. Seiton: Orden / Situar necesarios
3. Seiso: Limpieza / Suprimir suciedad
4. Seiketsu: Mantener la limpieza, estandarización o señalar anomalías
5. Shitsuke: Disciplina o seguir mejorando

Más que la simple traducción las 5S deberán trabajarse en la cultura de la organización pensando en la cultura que la desarrolló.

Parada de Planta Mayor – Puede decirse que esta consiste en la realización de un mantenimiento mayor planificado y programado a un equipo, línea o planta, comúnmente la conocemos como OVERHAUL, para esta actividad se interrumpe completamente el funcionamiento de los elementos sometidos a este trabajo con el fin de realizar la intervención. Principalmente se realiza a plantas cuyo proceso productivo es de flujo continuo y en las cuales no se cuenta con los equipos de respaldo.

Algunos de los aspectos a tener presente para una parada de planta podrían ser:

1. Estructura organizacional de la parada.
2. Listado de equipos, sistemas, instalaciones a intervenir y de trabajos a realizar.
3. Tiempo estimado de los trabajos.
4. Materiales, partes y repuestos.
5. Costos preliminares, compras contratos.
6. Herramientas y equipos.
7. Manuales y procedimientos.
8. Condiciones y protocolos de seguridad.
9. Captura de información y seguimiento del proyecto.
10. Documentación de la parada y lecciones aprendidas.

Ha de tenerse presente que una parada mayor es un proyecto y que como tal ha de trabajarse, teniendo claro cada punto de un proyecto cualquiera, incluyendo la preparación con la debida antelación.

Ítem	Conocimientos	Habilidades
1	Planeación Estratégica	Reconoce, diseña y aplica conceptos de Planeación estratégica; Planes de Mantenimiento ajustados a metas organizacionales.
2	Planeación Táctica	Reconoce, diseña y analiza conceptos de Planeación táctica; Tipos de Mantenimiento ajustados al contexto operacional.
3	Planeación Operativa	Reconoce, diseña y analiza conceptos de Planeación operativa; Programación de la Orden de trabajo.
4	Control Táctico	Hace seguimiento y mejoras a la táctica de mantenimiento.
5	Control operativo	Logra ejecución de planes.
6	Mejoras operativas, Mejoras Tácticas,	Propone mejoras aplicando herramientas; Mejoras enfocadas, sombreros, lluvia de ideas.
7	Control de trabajos	Reconoce, calcula y controla el Backlog.
8	Taxonomía del negocio y sus elementos	Identifica y describe taxonómicamente, plantas, líneas, equipos.
9	Terminología normalizada	Sabe y utiliza correctamente la terminología de mantenimiento basándose en normas nacionales e internacionales.
10	Tratamiento del Ciclo de vida	Reconoce, define y controla el ciclo de vida de los activos físicos.
11	TPM	Reconoce el TPM, sus pilares y pasos, aplica aquellos importantes en su entorno de trabajo.
12	RCM	Reconoce el RCM, sus preguntas básicas, el árbol lógico de decisión y aplica aquellos importantes en su entorno de trabajo.
13	PMO	Reconoce el PMO, sus pasos y aplica aquellos importantes en su entorno de trabajo.
14	Criticidad	Sabe y aplica conceptos de criticidad de equipos y componentes basados en

		datos o estadística al igual que las consecuencias de fallas.
15	Riesgos e Inspección Basada en Riesgo	Conoce y aplica conceptos de riesgo aplicados a personal, plantas, equipos y trabajos de inspección basándose en normas nacionales e internacionales.
16	Herramientas de Calidad	Conoce y aplica herramientas de calidad como PHVA, 5S, Kaizen, checklists, gráficos de dispersión, Pareto.
17	Paradas de planta	Reconoce elementos de proyectos para ser aplicados durante las paradas de planta mayor y sigue los pasos necesarios para que esta se desarrolle sin mayores tropiezos.
18	Herramientas para análisis de fallas	Reconoce y aplica herramientas para identificar, definir, analizar y resolver problemas en planta (normalmente fallas potenciales o funcionales) como Árbol de fallas, mapa de causas, espina de pescado, etc.

Palabras Clave

- Criticidad
- Parada de Planta
- Organización
- Riesgo
- Anomalía
- Metodología
- Ciclo de vida

Bibliografía

- Moubray, John. RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Edición en español. Asheville, North Carolina, USA: Aladon LLC, 2004.
- Sae-Ja1011, "Evaluation Criteria For Reliability-Centered Maintenance Processes", Agosto 1999.

Cibergrafía

- <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/definiciones.asp>
- <http://tpm.awardspace.us/Que-es-el-TPM.html>
- <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/definiciontpm.htm>
- <http://confiabilidad.net/articulos/pmo-optimizacion-de-mantenimiento/>
- http://aciem.org/home/images/Capacitacion/Conferencias/Memorias/2013/Virtuales_FIM/Jul_16/Memorias_Conferencia_FIM_16_Jul_2013.pdf
- <http://www.securityartwork.es/2012/03/30/introduccion-al-analisis-de-riesgos-metodologias-i/>

06 Confiabilidad

La gente siempre ha entendido a su manera la confiabilidad, esto se ve reflejado en como hablamos sobre la confiabilidad en la familia, en los amigos, en productos que compramos, es decir se habla sobre la confiabilidad de lo que nos rodea y con qué interactuamos. El concepto así expresado hace una comparación subjetiva, entre el pasado y presente de la confiabilidad. Por ejemplo, cuando decimos que alguien es confiable, nos referimos a que la persona se puede encargar para completar una tarea de manera satisfactoria en el tiempo, ya que ha demostrado con anterioridad que se ha encargado de tareas como esta o similares. Estas descripciones de la confiabilidad son cualitativas, y no implican medidas numéricas.

Por otro lado, la importancia de obtener sistemas y componentes de alta confiabilidad ha sido reconocida desde el punto de vista económico y social. Los arreglos funcionales de los equipos pueden ser de mayor o menor costo según la confiabilidad requerida, pero de igual forma las consecuencias de una baja confiabilidad en algunos elementos o equipos puede ser catastróficas dependiendo del contexto en el que se encuentre el elemento y su función. En este sentido puede interpretarse que los elementos que tienen bajo su "responsabilidad" vidas humanas o efectos medioambientales han de ser indiscutiblemente de alta confiabilidad.

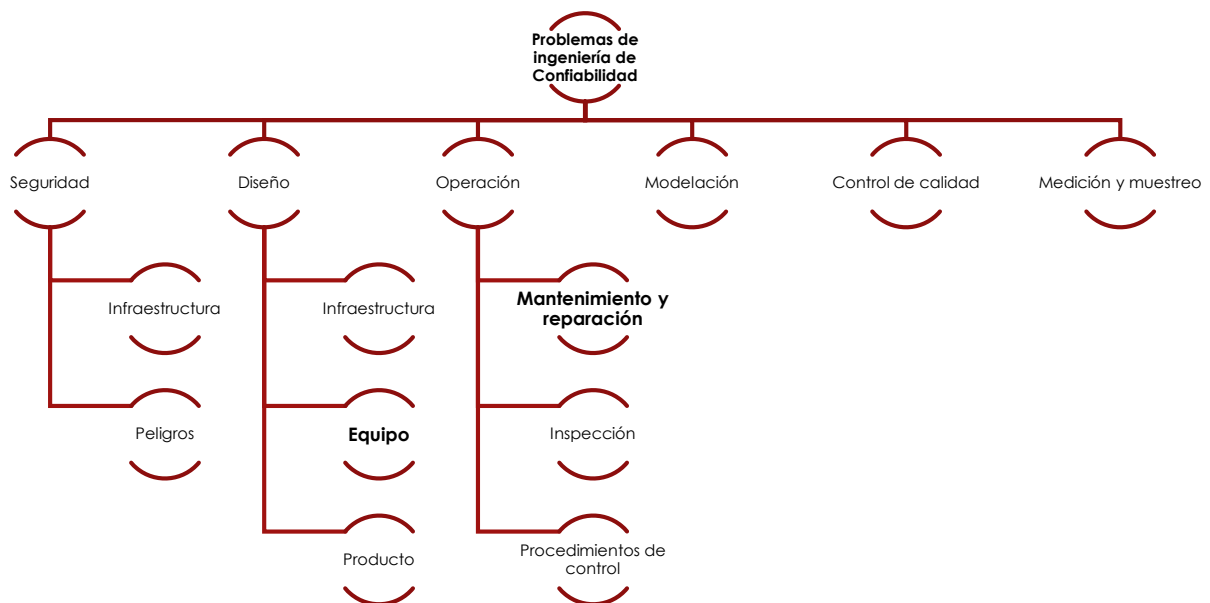
La confiabilidad es la PROBABILIDAD de que un activo opere sin falla por un determinado período de tiempo especificado (tiempo de misión) y bajo condiciones previamente establecidas (nivel esperado de rendimiento). La definición incluye el término de probabilidad, que indica el uso de una medida cuantitativa. Siendo la Probabilidad la posibilidad de ocurrencia de forma particular de un evento. Para el profesional de mantenimiento y el área de gestión de activos físicos es un factor importante, debido a que a menor confiabilidad implica una mayor atención y planeación del mantenimiento, además si el elemento bajo análisis requiere para su proceso una alta confiabilidad implica una alta necesidad de mantenimiento para poder llevar este a los niveles requeridos.

Algunas razones de estudio de la confiabilidad son las siguientes:

1. Determinar el tiempo hasta el cual se espera que falle (no falle) un sistema, equipo o componente para determinar tiempos de duración o producción.
2. Encontrar el tiempo al cual se espera que sobreviva una cantidad determinada de elementos puestos en operación.
3. Determinar la propensión a fallar que tiene un elemento en un tiempo futuro.

4. Dado que un elemento ha sobrevivido un tiempo estimado, conocer la probabilidad de que sobreviva un tiempo adicional cumpliendo su función.
5. Determinar la un grado de seguridad del sistema
6. Tener argumentos para una decisión racional en el diseño o el funcionamiento de un sistema.

Algunos de los problemas de confiabilidad se encuentran en áreas y procesos como se ilustra en la siguiente figura.



Por tratarse de un valor probabilístico esta varía entre 0 y 100%, tomando un valor de 0 (cero) al presentar la falla. De igual forma la confiabilidad es importante no solo para efectos de mantenimiento sino que también es de utilidad revisar:

La Confiabilidad de Diseño: Medidas adoptadas para asegurar la confiabilidad de procesos, sistemas, productos y servicios durante la etapa de diseño de elementos, equipos, plantas, etc.

La Confiabilidad de Proceso Productivo: Aseguramiento para que las entradas, salidas, equipos y personal trabajen de manera confiable durante la transformación.

La Confiabilidad Humana: La probabilidad de desempeño eficaz y eficiente de las personas sin cometer errores durante el desarrollo de una actividad en el entorno que se mueve y la actividad que realiza.

Matemáticamente la confiabilidad se denota como:

$$R(t) = P(T \geq t/c1, c2, \dots)$$

T: tiempo de operación o número de ciclos antes de fallar

t: tiempo especificado o número de ciclos de diseño

c1, c2,...: condiciones de diseño.

$$R(t) = P(T \geq t)$$

Y que en su forma más simple se expresa como:

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} = e^{-\frac{1}{MTTF} \cdot t}$$

Dónde:

t = tiempo de la misión (hrs, días, semanas, meses, años, etc.)

λ = tasa de falla,

MTTF = $1/\lambda$ = tiempo promedio para fallar.

Esta ecuación es válida para tiempos de falla que sigan la distribución exponencial y es frecuentemente usada en Sistemas eléctricos complejos.

Los principales temas tratados son:

1. Confiabilidad de Diseño
2. Confiabilidad de Proceso
3. Confiabilidad Humana
4. Teoría de probabilidades
5. Diagramas de bloques

Por tratarse de conceptos que implican probabilidades, el ingeniero de mantenimiento y confiabilidad debe reconocer conceptos relativos a la estadística, definida esta por la Real Academia de la Lengua Española como; "Rama de la matemática que utiliza grandes conjuntos de datos numéricos para obtener inferencias basadas en el cálculo de probabilidades." Definición que permite resaltar dos elementos para efectos de la confiabilidad, se ha de trabajar con datos, los cuales deben ser recopilados y tratados matemáticamente para que puedan ser de utilidad y la segunda es que permite realizar

inferencias, lo que invita a que la confiabilidad sea útil hacia el futuro o la predicción de condiciones en tiempo futuro.

Algunos conceptos estadísticos y de probabilidad importantes entendidos por el profesional en gestión de mantenimiento y confiabilidad son;

La teoría de probabilidades se ocupa de asignar un cierto número a cada posible resultado que pueda ocurrir en un experimento aleatorio, con el fin de cuantificar dichos resultados y saber si un suceso es más probable que otro.

Regla de Laplace: Dado un experimento aleatorio en el que hay **n** sucesos elementales, todos igualmente probables, entonces si **A** es un suceso, la probabilidad de que ocurra el suceso **A** es:

$$P(A) = \frac{\text{número de casos favorables a A}}{\text{número de casos posibles}}$$

Población: conjunto de elementos, individuos o resultados motivo de interés.

Muestra: subconjunto representativo de la Población.

Variable: todas aquellas preguntas que pueden aportar información sobre los temas de interés.

Resultados: son todas las respuestas obtenidas para cada variable.

Media, promedio o valor esperado ($\bar{X}$): este cálculo hecho sobre la muestra se denomina estadístico o estimador, y desde este subconjunto permite determinar tendencias y aproximaciones de lo que sucede en la población de interés (Estadística Inferencial).

Desviación estándar (S): estadístico o estimador cuando se evalúa en la muestra y resulta ser otro promedio. Su cálculo se efectúa encontrando la diferencia entre cada respuesta y la media (en valor absoluto), sumando todas esas "distancias" y dividiéndolas entre el total de respuestas. Él nos indica qué tan diferentes son nuestros datos respecto al promedio; si la desviación tuviera el valor de cero significaría que todas las respuestas fueron iguales; a medida que su valor aumenta indica que las respuestas son diferentes entre ellas.

Coefficiente de Variación (CV): estadístico, calculado como la razón entre la desviación estándar y el promedio, el cual, expresado como un porcentaje, indica qué tan diferentes son los resultados entre sí.

Mediana (me): valor de la variable por debajo del cual se encuentra el 50% de los resultados.

Moda (mo): valor de la variable que más se repite.

Coefficiente de Simetría (As): este cálculo permite evaluar si los resultados tienen algún tipo de sesgo o comportamiento asimétrico; si su valor es 0, significa que ellos son simétricos y que su representación gráfica sigue la forma de una campana (Campana de Gauss). Si el As es mayor o menor a cero, los datos se concentran hacia los menores o hacia los mayores valores de la variable, respectivamente.

Además, el profesional ha de entender conceptos como:

Falla: La terminación de la capacidad del equipo para realizar su función requerida.

MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas): Tiempo medio que un sistema funciona entre fallas. El tiempo medio entre fallas se expresa generalmente en horas.

MTTR (tiempo medio de reparación): es el tiempo necesario para reparar un elemento o equipo que ha fallado.

Una de las herramientas de amplia utilización en temas de confiabilidad, son los Análisis de Modos y Efectos de falla, los cuales se resumen a continuación.

Análisis de Modos y efectos de falla – AMEF – FMEA – El Análisis de Modos y efectos de falla es una técnica sistemática para el análisis de fallas usada comúnmente como primer paso de un estudio de confiabilidad de un componente, equipo o sistema para identificar modos de fallo, sus posibles causas y efectos potenciales.

Existen algunos tipos diferentes de AMEF como Funcional, de Diseño y de proceso.

Beneficios de aplicación

Los principales beneficios derivados del análisis son los siguientes:

- Proporciona elementos para la etapa de diseño con una alta probabilidad de operación y de seguridad funcional exitosa.
- Entrega una lista de modos de falla ordenados en función de la gravedad de su impacto en el sistema y la probabilidad de ocurrencia.
- Aporta la base para procedimientos de solución de problemas.

Diagramas de bloques para Confiabilidad: de otro lado, antes de realizar cualquier análisis de confiabilidad en un sistema, debe existir un conocimiento de las relaciones de funcionamiento de los diversos elementos que comprenden ese sistema (entiéndase

sistema como conjunto de equipos o componentes según sea el caso). La confiabilidad de un sistema no se puede mejorar o incluso evaluar a menos que haya una comprensión profunda de cómo funcionan cada uno de sus elementos y cómo estas funciones afectan del funcionamiento del sistema. La representación gráfica de estas relaciones es una parte importante para la predicción y estudio de casos. Los diagramas de bloques de Confiabilidad son la herramienta usada para tal fin. Este diagrama indica cuáles elementos deben funcionar satisfactoriamente para que el sistema lleve a cabo la(s) función(es) prevista(s). El tipo de diagrama y la configuración de los sistemas pueden ser en serie, paralelo, con elementos redundantes o elementos redundantes activos.

Ítem	Conocimientos	Habilidades
1	Estadística básica	Reconoce y calcula los estadísticos básicos
2	Confiabilidad	Entiende la confiabilidad como probabilidad, la importancia de buenos datos y tratamiento riguroso. Toma decisiones basado en su cálculo.
3	Etapas donde se mejora o reduce la confiabilidad	Identifica momentos durante la vida del activo donde se altera la confiabilidad y sus diferentes causales
4	Confiabilidad Humana	Reconoce la confiabilidad humana como factor importante, reconoce datos necesarios para su tratamiento y análisis
5	Funciones de distribución	Entiende e identifica las diferentes funciones de distribución de datos
6	Diagramas de Bloque	Construye y resuelve diagramas de bloque para confiabilidad de plantas y activos
7	Indicadores básicos para confiabilidad	Reconoce, calcula y toma decisiones basado en indicadores como: MTBF, MTTF, MTTR y λ
8	Ingeniería de Confiabilidad	Aplica conceptos tendientes a mejorar la confiabilidad basado en conceptos de ingeniería
9	Herramientas para confiabilidad	Reconoce y aplica herramientas como: Análisis de Weibull , Distribución de Pareto, RBI, Análisis de Causas
10	Análisis de Modos y efectos de falla	Construye y toma decisiones basado en el AMEF

11	NPR o RPN – Numero Prioritario de Riesgo	Identifica los factores, calcula y jerarquiza basado en el Cálculo del NPR
12	Repuestos Basados en Confiabilidad	Aporta elementos para programas de repuestos basados en confiabilidad
13	Frecuencias de Inspección	Calcula frecuencias de inspección de Modos de falla basadas en confiabilidad
14	Costos	Aporta elementos para programas de optimización de costos basados en confiabilidad
15	Análisis RAM	Realiza cálculos y análisis de los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad

Palabras Clave

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTF – Mean Time To Failure

MTTR – Mean time to repair

Confiabilidad

Disponibilidad

Mantenibilidad

Bibliografía

- Arata, Adolfo. Ingeniería de la confiabilidad: teoría y aplicación en proyectos de capital y en la operación de instalaciones industriales a través del enfoque R-MES. RIL editores. 2014.
- Parra Márquez, Carlos Alberto. Procedimiento de implantación de la metodología de Análisis Causa Raíz (RCA: Root Cause Analysis). INGECON Asesoría Integral en Ingeniería de Confiabilidad. 2011.
- Sánchez Silva, Mauricio. Introducción a la confiabilidad y evaluación de riesgos. Teoría y aplicaciones en ingeniería (2a. Edición). Ediciones Uniandes. 2010. ISBN: 9586955117.
- Silva, Pedro. CONFIABILIDAD EN LA PRÁCTICA. 1ª Ed. El Autor. 2014.

Cibergrafía

- Definida en las competencias

Capítulo 2

Conocimientos Requeridos para el Profesional en Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad

Detalle Competencia

01 Liderazgo

Genérica

UTILIDAD EMPRESARIAL

El Profesional de Mantenimiento y Confiabilidad debe estar en capacidad de Dirigir y Organizar un equipo de trabajo comprometido en el logro de los resultados esperados, con un objetivo común al resto de la organización, consiguiendo que se desarrollen normas formales de comportamiento que regulen las relaciones en la búsqueda de objetivos organizacionales.

ELEMENTOS DE RELEVANCIA EMPRESARIAL

1. Toma de decisiones acertadas, en coordinación con su(s) superior(es) y de forma autónoma.
2. Organización y coordinación, de su trabajo y del trabajo de su equipo para conseguir metas específicas.
3. Desarrollo y evaluación del rendimiento propio, el de sus colaboradores y en relación propia con sus colaboradores.
4. Influencia en los demás para que trabajen con entusiasmo, en el logro de objetivos comunes.
5. Influencia en el equipo de trabajo para que consiga sus metas.
6. Responsabilidad Social
7. Adaptación al cambio

Competencias

Genéricas

Específicas

01 Liderazgo

02 Inteligencia Emocional

03 Ética y Lealtad

04 Experticia

05 Conocimientos GM

06 Confiabilidad



Mapa de Competencia

Términos Clave

Organizar
Coordinar
Entusiasmo
Metas
Ejemplo
Controlar
Canalizar
Delegar

Desarrollo Temático

El líder en la Gestión del Mantenimiento y Confiabilidad genera un clima laboral en el que las personas con quien interactúa se sienten estimuladas para ser más proactivos y dar lo mejor de sí mismos. De igual forma genera la cooperación y confianza entre los miembros del equipo de trabajo que tiene como objetivo principal aumentar el ROA mediante el cuidado de los activos físicos que tiene a cargo.

Para ello, el líder debe potenciar en sí mismo y en sus colaboradores elementos o factores que permitan afectar en forma positiva el ambiente laboral, familiar y social, garantizando de esa forma la creación y continuidad de una cultura que aporte a la consecución de los objetivos individuales, departamentales y organizacionales.

Nada consigue un líder sin un buen ejemplo demostrado a través de sus acciones organizativas, espíritu de colaboración y toma de decisiones individuales y grupales, como también el reconocimiento individual de sus propias fortalezas y debilidades.

Dentro de esta competencia podría hablarse de que el líder debe tener, conseguir o potenciar elementos como:

1. Autoconciencia - Autoconocimiento: Conocerse a uno mismo con exactitud; sus propios sentimientos, preferencias, metas y valores, además de poder percibir cómo se sienten los demás en relación a nosotros y utilizar esta información para guiar nuestro comportamiento.

Algunos autores sugieren un conjunto de indicadores para observar hasta qué punto una persona ha desarrollado esta competencia:

- Capacidad para evaluarse de manera realista, sin paternalismos o auto descalificación.
- Capacidad para expresar emociones, intereses y sentimientos personales.
- Capacidad para asumir el error y la autocrítica ante desaciertos.
- Sentido del humor, ante situaciones cotidianas sin afectar su autoestima o la de sus interlocutores.
- Confianza en sí mismo
- Humildad pedir ayuda cuando es requerida.



Elementos Claves para Adquirir la competencia

Lecturas

Libros descritos en las referencias

2. Autorregulación - Autocontrol: Manejar bien el estrés; controlar los estados de ánimo y situaciones emocionales, sin reprimir la expresión de estas; tener capacidad de equilibrar las consideraciones racionales y las emocionales.

Dejando a un lado las emociones más destructivas, las controla y canaliza adecuadamente es decir, qué no responde a las provocaciones, escucha con atención y controla su expresión corporal para intentar dominar situaciones tensas.

Creando un clima de seguridad y confianza entre sus colaboradores, logrando mantener la dinámica requerida para aspectos empresariales al controlar el miedo propio y el de sus colaboradores, así mismo, la resistencia de algunos de ellos a seguir un camino determinado, evitando a su vez juicios precipitados en contra de algún actor empresarial y buscando información antes de pronunciarse ante situaciones complejas.

Como en el elemento anterior, algunos autores sugieren indicadores para observar hasta qué punto una persona ha desarrollado esta competencia:

- No reacciona inmediatamente en un contexto de provocación o tensión.
- Se le ve tranquilo y sereno en una situación de conflicto o presión.
- Se comporta con amabilidad, sosiego o calma ante situaciones violentas.
- Se mueve cómodamente ante la ambigüedad o en la confusión dentro de un contexto difícil.
- Escucha y responde serenamente ante situaciones que puedan (pretendan) afectar su credibilidad, integridad ética o integridad moral.

Para el líder es importante también tomar la iniciativa cuando se requiera o hacerse a un lado cuando un miembro diferente del equipo la ha tomado demostrando mejores capacidades para el momento o asunto particular, tener una visión positiva de las cosas y principalmente del trabajo y las personas que lo acompañan; inspirar a otros; hacer aquello que nos gusta (nos apasiona), en lo que creemos y con lo que estamos comprometidos.

3. Autocuidado: entendido como la capacidad de las personas para elegir libremente la forma segura de trabajar, reconociendo y conociendo los Factores de Riesgo que puedan afectar su desempeño y/o producir accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. El Autocuidado demuestra la Cultura de la Prevención y la Seguridad en el trabajo, es la base sobre la cual cada persona adopta conductas seguras en los ambientes laborales y contribuye con su propio cuidado y el de sus compañeros, las personas a cargo y quienes tengan relación laboral con ella.

El Autocuidado es una ACTITUD ya que implica:

- a) Pensamientos, conocimientos y creencias; que invitan a cuidarse para el futuro y el presente
 - b) Emociones y afectos; familia y sociedad
 - c) Conductas; manejo defensivo ante condiciones de riesgo
4. Conciencia Social - Empatía: Comprender a otros con alguna facilidad, tener capacidad de relacionarse con propios y extraños, saber escuchar y comprender las señales no verbales que emiten los demás, consiguiendo una excelente relación con sus semejantes.

Indicadores que pueden identificar a un líder que ha desarrollado esta competencia:

- Sabe escuchar el lenguaje verbal y el no verbal
- Tiene pocos prejuicios y es tolerante
- Lidera de manera directa el proceso de aprendizaje-enseñanza de los colaboradores
- Mantiene una constante retroalimentación
- Sabe implicar a sus colaboradores en proyectos aunque sean considerados complejos
- Sabe delegar en sus colaboradores tareas simples y complejas sin temor
- Esta dispuesto a prestar ayuda a sus compañeros y colaboradores cuando la necesiten

Referencias

Para adquirir esta competencia desde el aspecto cognitivo el aspirante puede revisar las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Goleman, Daniel. LIDERAZGO. Ediciones B, S.A. 2013. ISBN 9788466652179
2. Goleman, Daniel. EL CEREBRO Y LA INTELIGENCIA EMOCIONAL. . Ediciones B, S.A. 2012. ISBN 9788466651783
3. Goleman, Daniel. INTEL.LIGENCIA EMOCIONAL, kairos, 2002. ISBN 9788472454637
4. Gallardo, Leonor y Cubeiro, Juan Carlos. LIDERAZGO GUARDIOLA. Alienta, 2012. SBN: 9788415320777
5. Gallardo, Virginia. LIDERAZGO TRANSFORMADOR. LID, 2009. ISBN 9788461547876
6. Martínez de Miguel, Gonzalo. LIDERAZGO ESENCIAL. Editor El Autor, 2011.
7. Lourenco, Luis. LIDERAZGO MOURINHO. Prime Books, 2010. ISBN: 9789896550806
8. Iñaki, Pinuel. LIDERAZGO ZERO. LID, 2009. ISBN: 9788483561010
9. Lopez Quintas, Alfonso. LIDERAZGO CREATIVO. Nobel, 2004. ISBN: 9788484591719

10. Shara, Inma. LA BATUTA INVISIBLE: EL LIDERAZGO QUE GENERA ARMONIA. Conecta, 2014
11. Valdano, Jorge. LOS 11 PODERES DEL LIDER. Conecta, 2013. ISBN: 9788415431831
12. Millan Asin, Miguel Angel. LIDERAZGO Y GESTION. Sal Terrae, 2013. ISBN: 9788429320725
13. Fernández Aguado, Javier. EL IDIOMA DEL LIDERAZGO. LID, 2012. ISBN: 9788483566978
14. Covey. Stephen R. LOS 7 HABITOS DE LA GENTE ALTAMENTE EFECTIVA. Paidos Iberica, 2011. ISBN: 9788449324949

Detalle Competencia

02 Inteligencia Emocional

Genérica

UTILIDAD EMPRESARIAL

Un gestor de Mantenimiento y Confiabilidad debe ser capaz de valorar las emociones propias, las de sus compañeros, colaboradores y jefes, como además la regulación de estas. Todo debido a que las emociones tienen una fuerte influencia en la motivación y ayudan a generar un clima laboral idóneo para el desarrollo de actividades industriales. Reconociendo también que las emociones son esenciales en la solución de los conflictos normales dentro del ambiente tenso que surge en las actividades de mantenimiento.

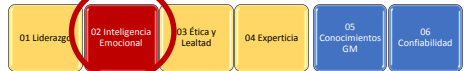
ELEMENTOS DE RELEVANCIA EMPRESARIAL

- 1) Mejora del clima laboral
- 2) Mejora las relaciones interpersonales entre los miembros de los diferentes grupos de trabajo.
- 3) Aumento de la motivación del personal.
- 4) Fortalecimiento de la confianza individual y colectiva.
- 5) Responsabilidad Social
- 6) Fortalecimiento del HSE
8. Impulso del trabajo colaborativo y de la participación.

Competencias

Genéricas

Específicas



Mapa de Competencia

Términos Clave

Clima laboral
Motivación
Confianza
Error humano
Emociones
Sentimientos
Conciencia
Madurez
Autocontrol
Autoestima
Interacción
Valores

Desarrollo Temático

Acogiéndonos a la definición de Mayer y Salovey, la Inteligencia Emocional supone la habilidad para percibir, evaluar y expresar con precisión las emociones, la habilidad para acceder y/o generar sentimientos cuando éstos facilitan el pensamiento, la capacidad para comprender las emociones y el conocimiento emocional y la habilidad para regular las emociones a fin de promover el crecimiento emocional e intelectual.

Con ello, cuando se hace referencia a las competencias emocionales, podemos identificar dos bloques:

- a) Capacidades de auto-reflexión (inteligencia intrapersonal): identificar las propias emociones y regularlas de forma apropiada.
- b) Habilidad de reconocer lo que los demás están pensando y sintiendo (inteligencia interpersonal): habilidades sociales, empatía, asertividad, comunicación no verbal.

Se asocia también a la competencia emocional los rasgos de la personalidad como la autoestima, el auto concepto y la responsabilidad personal y la sociedad a la que pertenece.

El desarrollo de las competencias emocionales permite al personal afrontar de forma coherente y consciente los retos y demandas que le plantea la vida cotidiana tanto al interior como fuera de las organizaciones. Por lo que se podría decir que la finalidad de esta competencia es la madurez y equilibrio emocional durante las labores cotidianas. Para lo cual ha de desarrollarse en el profesional de Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad aspectos bajo algunas dimensiones como:

- Conciencia, madurez y autocontrol: Madurez que se demuestra en las actuaciones, tanto consigo mismo y con los demás como para resolver los problemas que el día a día le ofrece. Además que permite conocer las posibilidades propias y de sus compañeros.
- Autoestima: Reflexionar y ser justo con la percepción de la propia imagen con estímulos reales. Que permita estabilizar el desarrollo de autoestima también en equipo de trabajo.
- Interacción y valores: Establecer relaciones con los demás de forma positiva desde el conocimiento que tiene de sí mismo y



Elementos Claves para Adquirir la competencia

Lecturas

Libros descritos en las referencias

de sus posibilidades, comprometida con los otros, entre los que destacan, el grupo de pares y el grupo que se tiene a cargo.

Las anteriores dimensiones de esta competencia permiten que el profesional pueda tomar decisiones acertadas actuando equilibrada y conscientemente haciendo que las consecuencias que puedan suceder luego de alguna pérdida de función de un activo no represente un nuevo evento catastrófico.

Referencias

Para adquirir esta competencia desde el aspecto cognitivo el aspirante puede revisar las siguientes fuentes bibliográficas:

15. Goleman, Daniel. EL CEREBRO Y LA INTELIGENCIA EMOCIONAL. . Ediciones B, S.A. 2012. ISBN 9788466651783
16. Goleman, Daniel. INTEL.LIGENCIA EMOCIONAL, kairos, 2002. ISBN 9788472454637
17. Rodríguez Martín, Cesar. INTELIGENCIA EMOCIONAL. Amares.com, 2007. ISBN: 9788493435493
18. Mestre Navas, Jose Miguel. MANUAL DE INTELIGENCIA EMOCIONAL. Piramide, 2007. ISBN 9788436821246
19. Contreras Casado, Dionisio. INTELIGENCIA EMOCIONAL PARA DESEMPLEADOS. Humanitas, 2013. ISBN 9788479104757
20. Zaccagnini Sancho, Jose Luis. QUE ES INTELIGENCIA EMOCIONAL. Biblioteca nueva, 2013. ISBN 9788497423113
21. Calle, Ramiro. INGENIERIA EMOCIONAL. Martinez Roca, 2008. ISBN 9788427034150
22. Mayer, J. D. y Salovey, P. WHAT IS EMOTIONAL INTELLIGENCE? In P. Salovey y D. J. Sluyter (Eds.) 1997.

Detalle Competencia

03 Ética y Lealtad

Genérica

UTILIDAD EMPRESARIAL

Un gestor de Mantenimiento y Confiabilidad debe poseer en primera instancia férreos conceptos Éticos que le permitan tomar decisiones y acompañar a su organización en lograr el beneficio general por encima del particular, sin olvidar los conceptos empresariales de eficiencia y eficacia que hacen que las organizaciones sean protagonistas de los mercados a los que pertenece.

A su vez, el gestor de Mantenimiento y Confiabilidad muestra un alto compromiso con su compañía y con quienes lo acompañan en la búsqueda de los objetivos empresariales, caracterizándose por su lealtad.

ELEMENTOS DE RELEVANCIA EMPRESARIAL

- 1) Mejora del clima laboral
- 2) Mejora las relaciones interpersonales entre los miembros de los diferentes grupos de trabajo.
- 3) Aumento de la motivación del personal.
- 4) Fortalecimiento de la confianza individual y colectiva.
- 5) Impulso del trabajo colaborativo y de la participación.
- 6) Cuidado de elementos empresariales como propios.
- 7) Respeto y camaradería.
- 8) Utilización adecuada de elementos de trabajo e instalaciones.



Mapa de Competencia

Términos Clave

Clima laboral

Motivación

Respeto

Derechos

Obligaciones

Normas morales

Responsabilidad social

Desarrollo Temático

El profesional que requiere la industria y la sociedad asume que tanto él como quienes lo rodean tienen derechos y obligaciones, ambos elementos enmarcados por principios éticos y legales contruidos para la sociedad a la que pertenece.

La ética es la dimensión reguladora de las relaciones que construyen las personas tanto fuera como dentro de los ambientes laborales. Es así como un profesional de Mantenimiento y Confiabilidad puede aplicar tácticas, estrategias y técnicas pero estas no tendrán sentido si ellas no se regulan por procedimientos éticos, que permitan la buena marcha de la relación, ello acompañado de un concepto integral de lealtad y compromiso con la sociedad a la que pertenece y las organizaciones que le han brindado la oportunidad de desarrollarse como profesional y como individuo.

Algunos autores llaman "ética aplicada" a "la reflexión sistemática sobre las normas morales que regulan el comportamiento en la actividad profesional".

En las actividades laborales, la Ética y la forma como logramos los resultados para la organización que busca el beneficio inicialmente para un grupo (dueños), luego para sus empleados y por último para una sociedad que adquiere sus productos y/o servicios. Es por ello que la Ética no tiene como objeto principal la formulación de normas que dirijan el actuar de las personas de una organización, sino que su fin es generar en las personas la capacidad de realizar sus actividades de acuerdo a unos valores preestablecidos y acordados en la organización. Es por ello imperativo la incorporación de la Ética en la empresa para que sirva de pilar de una cultura organizacional que se distinga por su actuar asertivamente ante los llamados dilemas éticos:

- Ética y economía
- Ética y negocios / mercado
- Ética individual / ética empresa
- Responsabilidad social
- Medio ambiente y producción
- Salarios vs. Ganancias



Elementos Claves para Adquirir la competencia

Lecturas

Libros descritos en las referencias

No podría hablarse de Ética sin hablar de Lealtad, uno de los valores más importantes dentro de un ambiente social y por ende del laboral. La lealtad hace referencia a corresponder a la obligación que adquirimos al momento de obtener algo provechoso, en este caso de una organización empresarial y de quienes la conforman. Es el compromiso de defender lo que creemos y en quien creemos; nuestra Patria, la empresa, la familia o los amigos.

Cuando somos leales a nuestras empresas, logramos trabajar en ellas más que por el simple hecho que nos paguen, lo que se traslada inmediatamente al compromiso profundo con la sociedad misma.

Podemos distinguir como actitudes desleales:

- Las críticas que se hacen de los compañeros
- Hablar mal de nuestros jefes o de las instituciones que representan
- Divulgar secretos profesionales
- Quejarnos del modo de ser de alguien y no ayudarlo para que se supere
- El poco esfuerzo que se pone al hacer un trabajo o terminarlo
- Cobrar más del precio pactado
- Utilizar indebidamente los recursos a cargo
- Gastar el tiempo laboral en otras actividades

El profesional de mantenimiento y confiabilidad debe de ser consiente que hay que cultivar valores que le permitan encajar y en muchos casos dirigir un grupo de colaboradores en búsqueda de la felicidad común.

Referencias

Para adquirir esta competencia desde el aspecto cognitivo el aspirante puede revisar las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Huba, Jackie. LEALTAD TOTAL. Empresa activa. 2013. ISBN 9788496627802
2. VV.AA. LA LEALTAD DE SUS CLIENTES EL ACTIVO MÁS IMPORTANTE DE SU EMPRESA. Díaz de Santos, 1994. ISBN 9788479781859
3. VV.AA. COMO AUMENTAR LAS VENTAS CON LOS CLIENTES ACTUALES. Diaz de Santos, 1990. ISBN 9788487189692
4. Smith, Jane. RETENER Y FIDELIZAR A LOS CLIENTES EN UNA SEMANA. Ediciones Gestión 2000, 2007. ISBN 9788480887267
5. Martínez, Rafael. GESTION DE LA CLIENTELA: LA MANERA DE CONSEGUIR Y RETENER CLIENTE S RENTABLES. Esic Editorial, 2004. ISBN 9788473563680
6. VV.AA. COMUNICACION EFICAZ CON LA CLIENTELA. VV.AA. Diaz de Santos, 1996. ISBN 9788479782856

7. García Trevijano, Antonio. LEALTAD Y ACCIÓN. Ediciones mcrs.
8. Fletcher, George. LEALTAD. Editorial Tirant lo Blanch. 2001. ISBN: 8484422720
9. Huete Gomez, Luis Maria. CLIENTING: MÁRKETING Y SERVICIOS PARA RENTABILIZAR LA LEALTAD. Deusto. 2007. ISBN: 8423421279
10. Alcaide Casado, Carlos. ALTA FIDELIDAD: TÉCNICAS E IDEAS OPERATIVAS PARA LOGRAR LA LEALTAD DEL CLIENTE A TRAVÉS DEL SERVICIO. ESIC Editorial, 2002. ISBN: 8473563050

Detalle Competencia

04 Experticia

Genérica

UTILIDAD EMPRESARIAL

Quien o quienes estén a cargo del cuidado de los activos físicos deben procurar en sí mismos y en sus colaboradores la facilidad para identificar, resolver problemas de una manera rápida y efectiva, combinando sus habilidades y el conocimiento técnico y científico que le aporta su profesión. Esto mejorará las condiciones de las empresas al contar con personal que no pierde tiempo ni recursos realizando tareas que no aportan a mejorar de una sola vez las condiciones requeridas de la compañía.

Experticia, entendida como el resultado de la experiencia más el conocimiento, da al profesional la capacidad para obtener por sí mismo o con el apoyo de sus colaboradores y pares el mejor resultado en el ejercicio de su trabajo.

El Profesional certificado en gestión de activos y confiabilidad debe demostrar suficiencia en esta competencia.

ELEMENTOS DE RELEVANCIA EMPRESARIAL

1. La generación y aplicación de nuevas ideas y la creatividad
2. Desarrollo, mejora, adaptación o innovación en la Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad.
3. Adaptación al Cambio.
4. Asegura la Gestión de Conocimiento



Mapa de Competencia

Términos Clave

Investigación
Motivación
Resolución de problemas
Control de riesgos
Comunicación

5. Aumenta y hace eficiente la aplicación de los conceptos en el desarrollo de proyectos
6. Minimiza y controla los riesgos
7. Aumenta la actitud de trabajo por resultados
8. Mejora la motivación del personal
9. Mejora la comunicación dentro de la organización
10. Eleva la identificación y solución de problemas



Desarrollo temático

En un entorno cambiante como el actual la capacidad de competir de las empresas responde cada vez más a intangibles, en ello, los profesionales deberán estar en capacidad de transformar todo su conocimiento en acciones que permitan que la organización esté un paso delante de sus competidores.

Ante la imposibilidad de competir en precios con algunas de las economías emergentes, las estrategias organizacionales y regionales han dado paso a políticas de reforzamiento de las actividades basadas en el conocimiento, creatividad, Investigación y desarrollo que deberán transformarse eficientemente en productos o servicios que logren cautivar nuevos clientes y haga leales a aquellos con que en un momento determinado cuenta.

El paso de las ideas al proyecto, de la teoría a la práctica, de los datos a la información, es de vital importancia empresarial debido a que muchas veces todo se queda en el aire y no produce los resultados necesarios. El profesional en gestión de mantenimiento y confiabilidad deberá concretar las ideas, producir información y entregar elementos tangibles que se conviertan rápidamente en acciones que aporten al beneficio organizacional. Lo anterior se logra conjugando buenas y malas decisiones individuales y colectivas a través del tiempo y el análisis crítico del contexto.

Todo se traducirá en nuevos productos, nuevos servicios, procesos mejorados, nuevos mercados, nuevas formas de venta, mejora de la gestión, etc. en la gerencia de mantenimiento y en las diferentes áreas de la organización.

Surge entonces la necesidad de un profesional con experticia, entendida esta como el resultado de la experiencia más el conocimiento. Con ello, el profesional conseguirá el mejor resultado

Elementos Claves para Adquirir la competencia

Lecturas

Libros descritos en las referencias

posible con los recursos que cuenta bajo las circunstancias que se le presenten. Pues es sabido que Ni la experiencia ni el conocimiento por si solos son suficientes para obtener un resultado ideal.

La experticia carece de una receta única y el individuo como la propia empresa influye directamente al definir su filosofía y su modelo de gestión. En este proceso se ha de tener en cuenta:

- El conocimiento del trabajo
- El ingenio y las actitudes creativas del profesional
- El desarrollo y control de proyectos
- La valoración de riesgos
- El equilibrio entre el control y la flexibilidad para alcanzar resultados
- La forma de gestionar las ideas
- La motivación y automotivación
- La comunicación con los compañeros de diferentes áreas
- La definición correcta de problemas
- Desarrollo, mejora, adaptación o innovación en la Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad.
- Adaptación al Cambio.
- Gestión de Conocimiento.

Referencias

Para adquirir esta competencia desde el aspecto cognitivo el aspirante puede revisar las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Yañez, Jaime. SERIE: "COGNICIÓN, MORAL Y DESARROLLO PSICOLÓGICO" TOMO III. EXPERTICIA, SABIDURÍA Y DESARROLLO MORAL.
2. Marín, Marcos Eduardo. LOS 7 COMPONENTES DE LA EFICACIA GERENCIAL: Una guía actualizada para lograr resultados en productividad, competitividad y satisfacción personal en el trabajo. (Volume 1), Javier Marin. 2012. ISBN: 0615643949.
3. Alaimo, Martin. PROYECTOS ÁGILES CON SCRUM: Flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos. Kloor; 1 edition, 2013.
4. Morales, Jose A. PROYECTOS DE INVERSIÓN. EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN, McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V., 2009. ISBN: 9701073460
5. Morales, Rafael. GESTIÓN DE TAREAS CON KANBAN: INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN VISUAL DEL TRABAJO. Ediciones Rainer , 2014
6. Rebollar, Samuel. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS: Aspectos básico. Editorial Académica Española, 2012. ISBN: 3848463741
7. Cornella , Alfons. LA ALQUIMIA DE LA INNOVACION. Publisher: Infonomia, 2013. ISBN: 8460994813

8. Cegarra Sánchez, José. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA. Ediciones Díaz de Santos, 2013. ISBN: 84797
9. Valois, David. 21 REGLAS PARA CONVERTIRTE EN EL MEJOR ESTRATEGA Y PLANIFICADOR. Resuelve cualquier problema, adelántate a cualquiera y ahorra años de trabajo.
10. Samso, Raimon. PIENSA COMO UN GENIO, 7 pasos para encontrar soluciones brillantes a problemas comunes. Área interior ediciones; 2.0 edición, 2013

Detalle Competencia

05 Gestión de Mantenimiento

Específica

UTILIDAD EMPRESARIAL

Un gestor de Mantenimiento y Confiabilidad tiene que conocer y dominar aspectos relacionados con el cuidado de los activos físicos, de esa forma aportar para que su cliente principal, la Organización, alcance los beneficios que espera, apoyando desde el mejoramiento del retorno sobre los activos (ROA) y la Disponibilidad y Mantenibilidad de los mismos. Todo soportado sobre los planes estratégicos organizacionales reconociendo en ellos las metas a las que deben orientarse los resultados de su gestión.

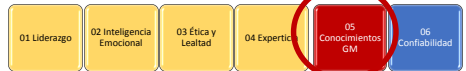
ELEMENTOS DE RELEVANCIA EMPRESARIAL

1. Mejora y aumenta el valor de los activos físicos
2. Mejora la disponibilidad de la planta.
3. Consigue la Eficiencia de la planta requerida para sus fines comerciales.
4. Utiliza eficientemente todos los recursos a cargo.
5. Cuidado de elementos empresariales como propios.
6. Reduce los tiempos de inactividad.
7. Reduce las pérdidas en materiales a transformar.
8. Aumenta el Retorno sobre los Activos (ROA).
9. Reduce los accidentes sobre personas y activos.
10. Minimiza o elimina riesgos.

Competencias

Genéricas

Específicas



Mapa de Competencia

Términos Clave

Mantenimiento
Preventivo
Predictivo
Mejorativo
Correctivo
Disponibilidad
ROA
BackLog
Planeación
Indicadores claves

Desarrollo Temático

La Gestión del Mantenimiento es una disciplina que involucra la utilización de múltiples y variados conocimientos, técnicas y herramientas. Para hablar de ella, vale la pena definir los conceptos de **Gestión** como; Conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar el área de mantenimiento (Adaptada de ISO 9000) y **Mantenimiento** como; "Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el que pueda desarrollar la función requerida" (UNE-EN-13306).

De igual forma se entiende de cuatro tipos de mantenimiento;

- **Correctivo:** Aquel mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería, y destinado a llevar un elemento a un estado en el que pueda desarrollar una función requerida".

Un Mantenimiento Correctivo es entonces la reparación que debe realizarse a un equipo como consecuencia de una falla. El mantenimiento correctivo se clasifica en:

- a) No planificado: que deberá actuar lo más pronto posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores (problemas de seguridad, contaminación, aplicación de normas legales, etc.).

Para la aplicación de este tipo de mantenimiento deberá disponerse de piezas de repuesto y un buen manejo de ellos, para responder con agilidad ante las eventualidades.

- b) Planificado: basado en inspecciones de rutina, se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se detenga el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos, herramientas y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto o daño real. La diferencia con el no planificado, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser



Elementos Claves para Adquirir la competencia

Lecturas

Libros descritos en las referencias

programados para realizarse en un futuro próximo, sin interferir con las tareas de producción.

- **Preventivo:** "Aquel mantenimiento ejecutado a intervalos predeterminados o de acuerdo con unos criterios prescritos y destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación de funcionamiento de un elemento"

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación, tratando de anticiparse a la aparición de ellas. Las características principales de este tipo de mantenimiento son el cambio o reparación sin importar el estado del elemento intervenido **y** la de inspeccionar los equipos para detectar las fallas en su fase inicial, **y** corregirlas en el momento oportuno.

- **Predictivo:** Conjunto de actividades que detectan cambios en la condición física del equipo (signos de falla) con el fin de llevar a cabo el trabajo de mantenimiento adecuado para maximizar la vida útil de los equipos, sin aumentar el riesgo de falla.

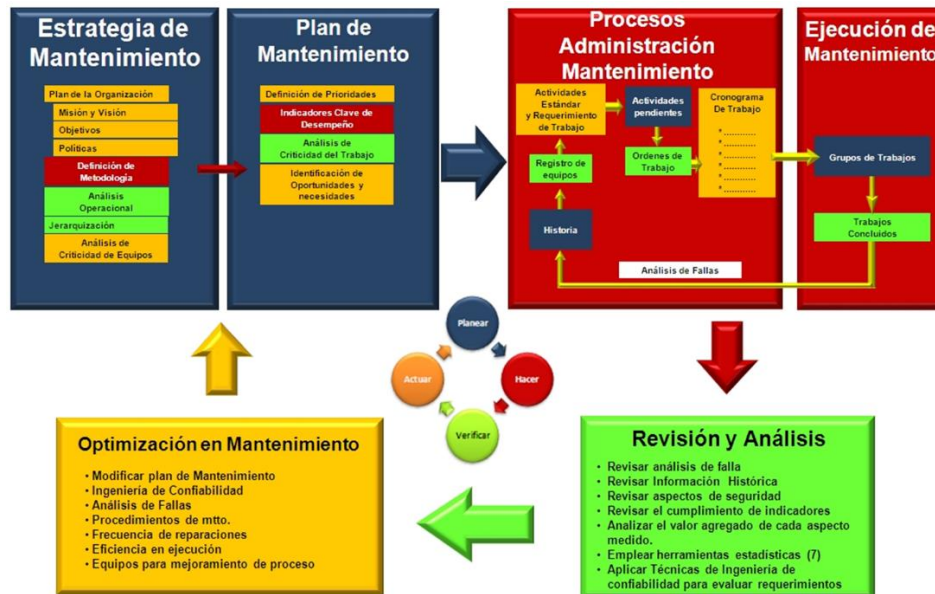
Es el Mantenimiento basado en la condición que se efectúa realizando pronóstico derivado del análisis y la evaluación de los parámetros significativos de la degradación de un ítem. Por lo general es aplicado a sistemas o equipos críticos, cuando se realiza por medio de exámenes o análisis no destructivos, aplicando análisis estadísticos.

- **Mejorativo:** Actividades de rediseño que se realizan una sola vez sobre el activo con el fin de mejorar; Seguridad, mantenibilidad, eficiencia, entendiendo por mantenibilidad las características de la unidad, equipo o infraestructura que hacen que las tareas de mantenimiento sean más fáciles de realizar.

De igual forma, el profesional en Gestión de Mantenimiento ha de reconocer, aplicar y controlar diferentes acciones técnicas de mantenimiento cuando utiliza alguno de los anteriores tipos de mantenimiento, dentro de las cuales se pueden listar:

- Reparar
- Sustituir
- Revisar
- Ajustar
- Medir
- Detectar

Siendo así, la Gestión del Mantenimiento invita a realizar actividades de planificación, ejecución, control y optimización tanto de activos físicos como del personal, procesos y herramientas involucrados dentro de su sistema de gestión.



El profesional en mantenimiento en forma paralela a la aplicación de actividades técnicas debe realizar acciones Administrativas de Mantenimiento, acciones que faciliten y garanticen los diferentes trabajos, estas pueden ser:

- Planear
- Comprar
- Contratar
- Analizar
- Supervisar
- Medir
- Contratar

El elemento principal es el de la planificación, la cual implica conocer entre otras cosas; los requerimientos del negocio y de los administradores o usuarios de los activos, para con ello definir el plan estratégico de Mantenimiento. Conocimiento de Metodologías aplicadas al mantenimiento como el TPM – Mantenimiento Productivo Total, el RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, PMO – Optimización del Mantenimiento Preventivo para con ellos definir cuál o cuáles de estas metodologías acompañaran el que hacer de mantenimiento durante todo el ciclo de vida de los activos de la organización, RBI - Inspección Basada en Riesgos. Los activos y sistemas de activos, su estructura jerárquica y su taxonomía y nivel de criticidad dentro del contexto operativo además de la criticidad de sus componentes dentro de la función general de cada uno de ellos. Además, el gestor de mantenimiento debe dominar lo relacionado con los diferentes tipos de mantenimiento (Predictivo, Preventivo, Mejorativo y Correctivo) y sus características principales para definir claramente, junto con su equipo de trabajo, cuál o cuáles de ellos harán parte de la táctica y la

estrategia a implementar en su organización. Todo lo anterior permite la identificación de oportunidades y necesidades que se traduzcan en mayores beneficios.

A continuación se detallan algunos de los conceptos importantes:

Reliability Centred Maintenance (RCM) - Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad; metodología originalmente definida por los empleados de la United Airlines Stanley Nowlan y Howard Heap para que luego, John Moubray la definiese completamente en su libro "Reliability Centered Maintenance" / "Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad", libro que dio nombre al proceso. El RCM es un procedimiento sistemático y estructurado consiste en analizar funciones, ver las posibles fallas, evaluar las causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias para determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos para la operación. Esta metodología está regida bajo la norma SAE JA 1011 - "Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)", en ella se encuentran los requerimientos mínimos para el proceso y que se sustentan bajo las siguientes preguntas que a su vez deberán ser resueltas en los análisis:

1. ¿Cuáles son las funciones y los modelos ideales de rendimiento del recurso en su actual contexto operativo (funciones)?
2. ¿En qué formas no puede cumplir sus funciones (fallas funcionales)?
3. ¿Qué ocasiona cada falla funcional (modos de falla)?
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla (efectos de la falla)?
5. ¿En qué forma es importante cada falla (consecuencias de la falla)?
6. ¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas e intervalos de labores)?
7. ¿Qué debe hacerse si una tarea proactiva adecuada no puede ser encontrada (acciones por defecto)?

Total Productive Maintenance (TPM) - Mantenimiento Productivo Total: sistema desarrollado en Japón para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costos en las empresas con procesos continuos. La sigla TPM fue registrada por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta"), donde al interior de su concepto filosófico la T, de Total significa, la implicación de todos los empleados, la P se refiere a ser productivos con calidad y M a mantener un poco más que los medios físicos, implica principalmente mantener el estado de ánimo y la coherencia metodológica. El objetivo del TPM es lograr cero accidentes, cero defectos y cero averías. Se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de los rendimientos de los procesos y los medios de producción, con una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo.

La metodología requiere el tratamiento de lo que se entiende como pilares, ocho en total y que se listan a continuación:

1. Mejoras Enfocadas
2. Mantenimiento Autónomo
3. Mantenimiento Planificado
4. Mantenimiento de la Calidad
5. Control inicial
6. TPM en oficinas o Áreas administrativas
7. Educación y Entrenamiento
8. Seguridad y Medioambiente

Preventive Maintenance Optimization (PMO) - Optimización de Mantenimiento Programado (optimización del mantenimiento preventivo): es una metodología que se centra en la mejora de la eficacia y la eficiencia del mantenimiento mediante la revisión o la racionalización de un programa de mantenimiento vigente (formal o informal).

El objetivo del PMO es proporcionar un programa de mantenimiento integral para los activos físicos.

Fase 1 Recopilación de Datos

PASO 1: Recoger o documentar el programa de mantenimiento vigente (formal o informal)

Preparar la historia de fallas y los datos sobre la disponibilidad

Fase 2 Análisis, Revisión y agrupamiento de Datos

Clarificación de los límites del sistema y el contexto operativo

PASO 2: Elaborar una lista de los modos de falla que están siendo atacados por el plan de mantenimiento

PASO 3: Agrupar o clasificar los modos de falla de cada componente para que la duplicación de tareas pueda ser fácilmente identificada y eliminada

PASO 4: Análisis Funcional (Opcional) - Las funciones perdidas por cada modo de fallo

PASO 5: Evaluación de las consecuencias

PASO 6: Determinación Política de mantenimiento, desde la perspectiva de la reducción de los riesgos a un nivel tolerable o desde la perspectiva de la economía

PASO 7: Revisión y Agrupación

Fase 3 Aprobación e implementación

PASO 8: Aprobación e Implementación

PASO 9: Programa Vivo

Taxonomía

Otro elemento importante para la Gestión del Mantenimiento refiere a la definición de la taxonomía, con ella se garantiza entre otras que las acciones de mantenimiento sean cargadas y enfocadas a los componentes o partes. Dicha taxonomía se soporta sobre la norma ISO 14224, para la cual puede resumirse en las **figuras siguientes** la forma en la cual se estructura **esta**.



ISO 14224				
	Nivel	Descripción	Definición	Ejemplo
Datos de uso / Localización	1	Industria	Tipo principal de industria	Petróleo, Petroquímico, alimento, minería
	2	Categoría del negocio	Tipo de negocio o proceso	Extracción, producción, refinación, petroquímica
	3	Categoría de la instalación	Tipo de facilidad	Producción, transporte, perforación
	4	Planta / Unidad	Tipo de planta o unidad	Plataforma, estación de compresión, planta de metanol
	5	Sección / Sistema	Sección principal / sistemas de la planta	Compresión, licuefacción, regeneración, oxidación
Subdivisión de equipos	6	Clases de equipo	Clase de equipos similares. Cada clase contiene unidades de equipos comparables	Intercambiador de calor, compresor, tubería, caldera, bomba
	7	Subsistema	Subsistema necesario para que el equipo funcione	Lubricación, enfriamiento, control, calentamiento
	8	Componente / Item mantenible	Grupo de partes del equipo que son mantenidos (reparados/restaurados) como un todo	Enfriador, reductor, bomba de aceite, loop de instrumentos, válvula
	9	Parte (opcional)	Una pieza o repuesto de un equipo	Sello, tubo, carcaza, impeller

Planeación en Mantenimiento

Como se mencionó anteriormente, uno de los elementos importantes para el mantenimiento tiene que ver con la planeación, esta debe partir del análisis del plan estratégico organizacional para luego convertirse en el plan estratégico de mantenimiento con su propia Visión, Misión, objetivos y políticas que garantizan la función de los activos físicos, a través de un óptimo plan de mantenimiento preventivo y predictivo traducido en una matriz de mantenimiento que refleje las necesidades de estos.

Superada la planificación, la Gestión continúa con la Programación y ejecución de trabajos, para lo cual el profesional deberá conocer temas relativos a manejo del tiempo, coordinación de personal, tratamiento de trabajos acumulados, comunicación con diferentes actores productivos, caracterización y priorización de trabajos. Deberá conocer o diseñar el flujo de la información y especialmente de lo que concierne a la Orden de Trabajo.

La ejecución implica por su parte la coordinación del personal ejecutor, temas de comunicación, liderazgo y coaching sumado a motivación serán elementos que permitirán al Gestor de Mantenimiento, a su equipo y a la organización lograr las metas trazadas de forma individual y grupal. Dichas metas implican que se controlen los costos y gastos asociados al mantenimiento como lo ilustra la siguiente figura conocida como el Iceberg de Mantenimiento:



En el contexto de costos y gastos, también se pueden definir, algunos objetivos específicos del mantenimiento, pero podría decirse que el objetivo principal del área de mantenimiento es aumentar el Retorno sobre los Activos (ROA), puesto que va ligado directamente a la rentabilidad del negocio y los dineros invertidos en él para el disfrute o transformación de algún elemento que involucra el ser humano como último beneficiario. Aunque también encontramos algunos otros;

- Asegurar la competitividad
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente
- Maximizar el beneficio global
- Conseguir el desempeño eficiente de las instalaciones y activos como el control de su ciclo de vida.
- Disponer el mayor tiempo posible de los equipos, haciendo mínimas las averías.
- Reducir el tiempo de respuesta ante avisos de avería.

- Eliminar actividades sin valor añadido o que generen desorden.
- Conocer en cada momento los recursos disponibles.
- Optimización de costos vinculados con el proceso de negocio.
- Aumento de la calidad de servicio \ producción.
- Mejora de la confiabilidad de un equipo.
- Plantear y calcular los indicadores de gestión de mantenimiento más adecuados a la situación.
- Informar a los directivos de las compañías en una forma clara para ellos, el estado de sus activos
- Mantener o aumentar el valor económico de los activos.

Por último el Gestor de mantenimiento deberá verificar si lo ejecutado está en línea con lo planeado y programado y si se ha cumplido a través del proceso hasta aquí realizado, cumpliendo con los objetivos misionales de la organización. Para ello, existen múltiples herramientas que deberá dominar y practicar como son por ejemplo; Análisis de Fallas, Análisis de Riesgos, Análisis de Valor Agregado, para ello, debe de reconocer y seleccionar con anterioridad los Indicadores Claves de Desempeño (KPIs) y los Niveles de referencia contra los cuales se pretende medir (Benchmarks), para con ello, definir nuevas oportunidades de mejora y realizar las acciones necesarias para que se someta el proceso a una mejora continua al redefinir planes o ajustarlos a las nuevas necesidades o expectativas.

Algunos KPIs más usados en el Mundo pueden ser:

- Costo de la Calidad
- Eficiencia Mantenimiento
- Eficacia Mantenimiento
- Tiempo medio de reparación (MTTR)
- Eficacia de la Inspección Preventiva
- Tiempo medio entre fallas (MTBF)
- Costo de mantenimiento por unidad vs presupuesto
- % de retrabajo
- % de Fallas investigadas
- % Cumplimiento del Itinerario
- % Efectividad Planificación
- % Horas Hombre programada planificada
- Cantidad de trabajo atrasado

La prioridad es identificar todos los indicadores y relacionarlos con los procesos de gestión. Cualquier discrepancia deberá ser resuelta, en el sentido de desarrollar y/o sistematizar nuevos indicadores, nuevos procesos y/o dar de baja lo innecesario.

Esta competencia unida a la competencia 06 Confiabilidad, permitirán que las actividades de mantenimiento alcancen los niveles en los activos necesarios para aumentar la posición competitiva de la organización y mejore los productos y servicios tendientes a aumentar y mantener clientes finales satisfechos con el máximo retorno para los inversionistas.

Referencias

Para adquirir esta competencia desde el aspecto cognitivo el aspirante puede revisar las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Branco, Gil. A Organização , o Planejamento e o Controle da Manutenção
2. García Garrido. Organización y gestión integral de mantenimiento
3. García Viana, Herbert Ricardo. Planejamento e Controle da Manutenção – PCM. Qualitymark Editora
4. González Fernández, Francisco Javier. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Fundación confemetal. 2007. ISBN: 978-84-96169-49-4. Páginas: 575
5. González Fernández, Francisco Javier. Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Fc editorial. 2010. ISBN: 978-84-92735-33-4
6. Mora Gutiérrez Alberto, (2009). Mantenimiento Estratégico para empresas Industriales o de Servicios
7. Tavares, Lourival Augusto, Gestión Estratégica en Activos de Mantenimiento, Novo Polo Publicações – 2000
8. Tavares, Lourival Augusto, Administración Moderna de Mantenimiento, Novo Polo Publicações – 2000
9. Pando, Raúl R. Manual de Gestión del Mantenimiento a la Medida,
10. Pistarelli, Alejandro J. MANUAL DE MANTENIMIENTO. INGENIERIA, GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN. 1ª Ed. El Autor Buenos Aires, 2010.
11. Silva, Pedro. Mantenimiento en la Práctica. 1ª Ed. El Autor. Barranquilla (2009)
12. Zambrano, Sony et Al. Manual Práctico de Gestión de Mantenimiento. FEUNET (2006)
13. Zambrano, Sony et Al. Fundamentos Básicos de Mantenimiento. FEUNET (2007)
14. Revista; Mantenimiento en Latinoamérica.
www.mantenimientoenlatinoamerica.com
15. Pereira, Mario Jorge. Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática
16. Fogliato, Flavio; Ribeiro, Jose. Confiabilidade e Manutenção Industrial. Campus
17. Paulo Saraiva Cabral, José. Organização e Gestão da Manutenção - Dos Conceitos À Prática. Lidel – Zamboni
18. Palady, Paul. Fmea - Análise dos Modos de Falha e Efeitos. Imam
19. Lafraia, Joao Ricardo Barusso; Pinto , Alan Kardec. Gestão Estratégica e Confiabilidade - Col. Manutenção. Qualitymark

20. Didelet Pereira, Filipe José; Vicente Sena, Francisco Manuel. Fiabilidade e Sua Aplicação À Manutenção. Publindústria
21. Nepomuceno, L. X. Tecnicas de Manutencao Preditiva Vol. 2. Edgard Blucher
22. Belmiro, Pedro Nelson; Carreteiro, Ronald. Lubrificantes & Lubrificação Industrial. Interciência
23. Manual Prático da Manutenção Industrial - 4ª Ed. 2013. Santos, Valdir Aparecido dos. Icone
24. Santos, Valdir Aparecido dos. Prontuário para Manutenção Mecânica. Icone
25. Belmiro, Pedro Nelson; Carreteiro, Ronald. Lubrificantes & Lubrificação Industrial. Interciência
26. Rao, Singiresu S. Vibrações Mecânicas. Pearson Education – Br
27. Milton Augusto Galvão Zen. Fator Humano na Manutenção.
28. Alan Kardec Pinto, Claudio Carvalho. Gestão Estratégica e Terceirização
29. Alan Kardec Pinto, Júlio Nascif. Mantenimiento
30. Luiz Alberto Verri. Sucesso em paradas de manutenção
31. João Ricardo. Barusso Lafraia. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade
32. Iony Patriota de Siqueira. Manutenção Centrada na Confiabilidade
33. Luiz Alberto Verri. Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial
34. Alan Kardec Pinto. Júlio Nascif. Manutenção - Função Estratégica. 4ª Edição
35. Alan Kardec Pinto. Júlio Nascif. Manutenção preditiva
36. Alan Kardec Pinto. Júlio Nascif. Terceirização na manutenção
37. Mora Gutiérrez, Alberto. Mantenimiento. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR. 526 paginas. 2009. ISBN: 9789586827690
38. González Raimundo Heber. Mantenimiento Industrial Organización Gestión Y Control. Editorial: ALSINA. 202 paginas, 1984. ISBN: 978950553011
39. Palomo Vadillo, Maria Teresa. Liderazgo y Motivación de Equipos de Trabajo. Editorial: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR. 280 paginas. .ISBN: 9786077074151
40. Calloni, Juan Carlos. Mantenimiento Preventivo para Maquinas Equipos e Instalaciones. Editorial: ALSINA. 313 paginas. ISBN: 9789505530144
41. González Fernández Francisco J. Contratación Avanzada Del Mantenimiento. Editorial: DIAZ DE SANTOS. 268 paginas. 2007. ISBN: 9788479787981
42. Cruz Rabelo, Eduardo Manuel. Ingeniería de Mantenimiento. FORMACION EN MANTENIMIENTO PARA EL INGENIERO MECANICO. Editorial: NUEVA LIBRERÍA. 348 paginas. ISBN: 9789871104659
43. Woycik E.A. Mantenimiento y Reparación de Equipos. Editorial: CESARINI. 120 paginas. 1987 .ISBN: 9789505260591
44. Roldán, José. Manual del electromecánico de mantenimiento. ISBN: 9788428328616

45. Roldán, José. Manual de mantenimiento de instalaciones. . ISBN: 9788428323932
46. Manjavacas Zarco, Custodia. Montaje y mantenimiento de equipos. ISBN: 9788497327633
47. Duffuaa Salih O. SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PLANEACIÓN Y CONTROL. Editor Limusa Wiley
48. Enríquez Harper, Gilberto. MANUAL TÉCNICO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Editor Limusa
49. Newbrough, E.T. ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
50. Perez González, Anto. MANTENIMIENTO MECANICO DE MAQUINAS

Detalle Competencia

06 Análisis de Confiabilidad

Específica

UTILIDAD EMPRESARIAL

Un gestor de Mantenimiento y Confiabilidad tiene que conocer y dominar aspectos relacionados con la Confiabilidad, esto debido a que es necesario que los activos físicos tengan un buen desempeño durante su vida útil, es decir que sean confiables.

Siendo la Confiabilidad, el área de la estadística que se encarga de estudiar las fallas presentadas por sistemas, equipos y componentes a lo largo del tiempo, los encargados del mantenimiento garantizan a través de su tratamiento que los activos físicos presten su función en los niveles requeridos por la empresa para adquirir los mayores beneficios satisfaciendo las necesidades de los clientes e interesados.

El conocimiento del tratamiento de la confiabilidad, permite a su vez a la empresa tratar y reducir el riesgo debido al conocimiento de la identificación de la probabilidad de falla de los elementos que se someten a su cálculo y posterior análisis.

Competencias

Genéricas

Específicas



Mapa de Competencia

Términos Clave

Probabilidad
Función de distribución
Predicción
Riesgo
Tasa de Fallas
Weibull
Gamma
Estadística

ELEMENTOS DE RELEVANCIA EMPRESARIAL

1. Garantiza la continuidad de procesos críticos.
2. Optimiza la utilización de recursos.
3. Aumenta el MTBF y el MTTF.
4. Elimina acciones de mantenimiento no requeridas.
5. Estructura los sistemas para mayor confiabilidad.
6. Permite decisiones acertadas.
7. Reduce sustancialmente el riesgo a la falla.
8. Minimiza o Elimina las fallas durante la vida útil del activo, sistema de activos o componentes.

Desarrollo Temático

Hoy en día casi todo el mundo depende para la realización de sus actividades de equipos y/o aparatos; simples o complejos, de igual forma la continuidad de los negocios depende en gran medida del funcionamiento de una amplia gama de maquinaria tecnológicamente un poco más compleja, complejidad que depende del sector en el que desarrolle sus actividades.

Los encargados de los activos deben entonces por diferentes medios garantizar que ellos funcionen cuando se requieren, pues cuando fallan los resultados pueden ser catastróficos; desde la indeseable pérdida de la vida y / o costosas consecuencias.

La seguridad, la salud, la movilidad y en general el bienestar de las personas depende hoy por hoy de que los mantenedores y sus colaboradores hagan un trabajo de manera confiable.

Por otro lado, cuando ocurren repetidas fallas, sumado a la insatisfacción de clientes que de ellas se deriven, puede causarse efectos económicos considerables, al igual que pérdida de posición de mercado de la empresa que en vez se debería beneficiarse de activos confiables.

Por todo ello la predicción y el control de la confiabilidad juega un papel importante en la salud de una economía y de las empresas que la soportan. Empresas que al garantizar productos confiables bajo procesos y equipos confiables y logren satisfacer las expectativas de sus clientes tienen.



Elementos Claves para Adquirir la competencia

Lecturas

Libros descritos en las referencias

Para alcanzar los objetivos organizacionales, el Gestor de mantenimiento y Confiabilidad, tendrá que conocer y dominar una serie de términos y los modelos que permitan la evaluación de la confiabilidad, y a su vez, permita ser utilizada como herramienta para ayudar a las compañías a reducir los riesgos de falla durante el ciclo de vida de los activos. Para tal fin se cuenta con una serie de disciplinas, metodologías y herramientas como las que se listan o brevemente se explican a continuación:

Disciplinas

- **Prospectiva:** como la ciencia del futuro, se enfoca a la importancia de la visión estratégica que debe servir a toda organización como parte fundamental de visión de futuro organizacional, se analizan los estudios que se han efectuado en diversos países, el efecto de la tecnología y las personas en las organizaciones, el mantenedor puede construir el mejor futuro posible, para lo cual debe tomar las decisiones correctas en el momento apropiado.
- **Gerencia de Riesgo:** La Gerencia del riesgo es la administración de esos eventos en donde los directores o gerentes tienen la responsabilidad directa en todos los planes y acciones preventivas para gestionar o disminuir que cuando se presente un riesgo puedan aplicar medidas correctivas. Al momento que se planea un proyecto no se está seguro del desarrollo de todas las actividades, de acuerdo a esto, todo sería un riesgo, pero no se consideran así realmente por practicidad, por la misma regla de probabilidad de ocurrencia.
- **Ingeniería de Mantenimiento:** La ingeniería del mantenimiento es la parte de la ingeniería dedicada al estudio y desarrollo de técnicas que faciliten o mejoren el mantenimiento de una instalación, que puede ser una planta industrial, un edificio, una infraestructura, etc. La gestión del mantenimiento de una instalación afecta a los cuatro objetivos básicos del mantenimiento, que son la disponibilidad, la fiabilidad, la vida útil y el coste de explotación a lo largo de toda su vida.
- **Gerencia de la Incertidumbre:** Siendo la Incertidumbre lo opuesto a certeza, y reconociendo que nada ocurre en los extremos de "todo certeza" o "todo incertidumbre", el profesional deberá estar capacitado para laborar bajo ambientes de incertidumbre que traen consigo los activos sometidos a un contexto operacional cambiante y con ello, deberá buscar alternativas que garanticen la confiabilidad de la operación.
- **Finanzas e Ingeniería Económica:** Área que aporta desde el Mantenimiento y confiabilidad con la identificación de los riesgos, las fortalezas y debilidades de

los activos para que estén con posibilidades de apoyar en la construcción del futuro financiero tanto del área como de la organización, así como prevenir y solucionar problemas críticos en los equipos o activos considerados como tal.

Metodologías y Herramientas

- **Failure Mode and Effects Analysis - FMEA:** es una herramienta que ayuda al equipo de mantenimiento a identificar las fallas en activos que deberían ser eliminados o reducidos. El FMEA requiere de la participación y experiencia de un equipo multidisciplinario liderado por un profesional capacitado y entrenado para ello, al final el análisis debe de identificar:
 - Modos de falla.
 - Causas potenciales.
 - Efectos potenciales.
 - El cálculo el RPN (Risk Priority Number) para cada modo de falla.
 - Acciones para reducir el RPN.
- **Árbol de fallas:** Es un proceso utilizado para determinar las varias combinaciones de fallas de un equipo, proceso y errores humanos que pueden causar eventos indeseables (fallas) al nivel del sistema. El análisis realizado a través del árbol de falla ayuda a identificar causas potenciales de falla de sistemas antes de que las fallas ocurran. También puede ser utilizado para evaluar la probabilidad del evento de mayor impacto utilizando métodos analíticos o estadísticos. Estos cálculos envuelven información de mantenimiento tal como probabilidad de falla, tasa de falla, y tasa de reparación. Después de terminar un FTA, puede enfocar sus esfuerzos en mejorar el sistema y su confiabilidad.

Otras herramientas son:

- Análisis de Riesgo
- Análisis de Criticidad
- Diagramas de Bloques
- Análisis Causa Raíz – RCA
- Auditorías de confiabilidad
- Inspección Basada en Riesgo – RBI
- Software de confiabilidad (CMMS)
- Total Productive Maintenance - TPM
- Optimización Costo Riesgo Beneficio
- Análisis Económico del Ciclo de Vida – LCA
- Análisis de Confiabilidad, Mantenibilidad –RAM
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – RCM

Y en ellas también están las Herramientas Estadísticas:

- Datos
- Lognormal
- Monte Carlo
- Exponencial
- Tiempo medio
- Curvas bañera
- Pronóstico Si No
- Las tasas de falla
- Análisis de Weibull
- Estimaciones Bayes
- Distribución Normal
- Weibull base de datos
- Distribución de Pareto
- Distribución de Poisson
- Gráficos de probabilidad
- Weibull de Acciones Correctivas

Para obtener conocimiento de las especialidades de cada uno de los temas que involucran la confiabilidad es requerido estudiar varios autores y más que ello aplicarlos conscientemente en los activos a cargo.

Al igual que el desarrollo en otras áreas de la ciencia y principalmente de la ingeniería, las matemáticas juegan un papel protagónico en los análisis de confiabilidad y de esta, los conceptos de probabilidad y demás estadísticos como; la moda, mediana, rango, media aritmética, varianza, desviación media y desviación estándar, densidad de probabilidad y de funciones de distribución acumulada, el valor esperado, etc., que serán necesarios para definir acciones asertivas respecto a cuándo y por qué intervenir un activo.

De igual forma algunos de los conceptos, términos y modelos que necesita el encargado de los activos físicos para describir, estimar y predecir la confiabilidad son: Sistema reparable, sistema no reparable, modelos de distribución de vida útil, indiscutiblemente confiabilidad o función de supervivencia, tasa de falla, curva de la bañera, funciones de distribución; exponencial, weibull de valor extremo, lognormal, gamma y además los modelos de distribución de elementos en serie, paralelo o redundante, modelo R de N, Standby además de los sistemas complejos.

El conocimiento, representación y manejo de ecuaciones matemáticas según sea el caso como por ejemplo las que se muestran en la siguiente tabla, son además

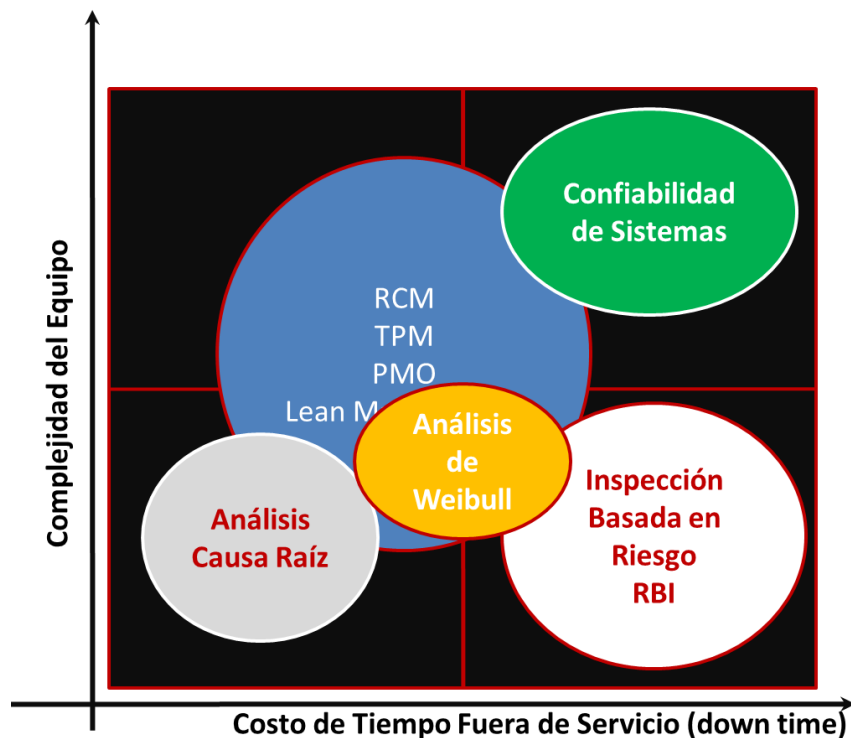
elementos requeridos dentro de las competencias del profesional encargado de los activos.

Modelos Comunes de Confiabilidad	Exponencial	Weibull	Normal	Lognormal
Función de Densidad de Probabilidad (pdf), f(t)	$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$	$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left\{-\left[\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]\right\}$	$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$	$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$
Función de Confiabilidad, R(t)	$R(t) = \exp(-\lambda t)$	$R(t) = \exp\left\{-\left[\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]\right\}$	$R(t) = \int_{z(t)}^{\infty} \phi(z) dz$	$R(t) = \int_{z[\ln(t)]}^{\infty} \phi(z) dz$
Función de Tasa de Falla, h(t)	$h(t) = \lambda$	$h(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$	$h(t) = \frac{\phi(z)}{\sigma R(z)}$	$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$
Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	$\bar{T} = \frac{1}{\lambda}$	$\bar{T} = \eta \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$	$\bar{T} = \text{media}$	$\bar{T} = \exp\left(\bar{T}' + \frac{1}{2}\sigma^2_{\tau}\right)$ donde $\bar{T}'$ es la función $\ln(t)$
Parámetros	$1/\lambda$ = escala sin forma	η = escala β = forma, o pendiente Weibull	media = localización σ = escala	media de $\ln$'s = escala σ de $\ln$'s = forma
Aplicaciones	Sistema complejo vida útil electrónica	$\beta < 1$, fallas infantiles $\beta = 1$, exponencial $\beta > 1$, desgaste β app 3.4, app. normal componentes mecánicos	$z(t) = (t - \mu)/\sigma$ $\phi(z)$ = pdf normal std. desgaste alto	$z[\ln(t)] = (\ln(t) - \mu)/\sigma$ donde μ = media de $\ln$'s σ = desv. std. de $\ln$'s $\phi(z)$ = pdf normal std. fatiga en metales desgaste de partes mecánicas

Dentro de las aplicaciones de estas herramientas se pueden enunciar:

- Confiabilidad de activos físicos
- Confiabilidad humana
- Confiabilidad de procesos y sistemas
- Inventarios basados en confiabilidad
- Mantenimiento centrado en confiabilidad

Que dependiendo de la complejidad del activo y sus consecuencias económicas tendrán una utilización con mayor probabilidad de aportar según se muestra en la siguiente figura.



Fuente: Flynn, Vince et AL (2002)

Referencias

Para adquirir esta competencia desde el aspecto cognitivo el aspirante puede revisar las siguientes fuentes bibliográficas:

1. Arata, Adolfo. INGENIERÍA DE LA CONFIABILIDAD: TEORÍA Y APLICACIÓN EN PROYECTOS DE CAPITAL Y EN LA OPERACIÓN DE INSTALACIONES INDUSTRIALES A TRAVÉS DEL ENFOQUE R-MES. RIL editores. 2014.
2. Cruz Rabelo, Eduardo Manuel. INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO. FORMACION EN MANTENIMIENTO PARA EL INGENIERO MECANICO. Editorial: NUEVA LIBRERÍA. 348 paginas. ISBN: 9789871104659
3. Castillo Tzec, Yoni Miguel. CONFIABILIDAD DE SISTEMAS: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES. Editorial Académica Española. 2012. ISBN: 3659036498
4. Mora Gutiérrez Alberto, (2009). Mantenimiento Estratégico para empresas Industriales o de Servicios
5. Mora Gutiérrez, Alberto. Mantenimiento. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR. 526 paginas. 2009. ISBN: 9789586827690
6. Pistarelli, Alejandro J. MANUAL DE MANTENIMIENTO. INGENIERIA, GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN. 1ª Ed. El Autor.2010.
7. Silva, Pedro. CONFIABILIDAD EN LA PRÁCTICA. 1ª Ed. El Autor. 2014.

8. Revista; Mantenimiento en Latinoamérica.
www.mantenimientoenlatinoamerica.com
9. Parra Márquez, Carlos Alberto. PROCEDIMIENTO DE IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS CAUSA RAÍZ (RCA: ROOT CAUSE ANALYSIS). INGECON Asesoría Integral en Ingeniería de Confiabilidad. 2011.
10. Parra Márquez, Carlos Alberto. DESARROLLO DE MODELOS DE CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DEL FACTOR FIABILIDAD EN EL COSTE TOTAL DE CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN. Universidad de Sevilla; Edición 1, Tesis Universidad de Sevilla. 2009.
11. Sánchez Silva, Mauricio. INTRODUCCIÓN A LA CONFIABILIDAD Y EVALUACIÓN DE RIESGOS. TEORÍA Y APLICACIONES EN INGENIERÍA. Ediciones Uniandes. 2010. ISBN: 9586955117.
12. Niño Torres, Margarita Maria. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y FUNDAMENTOS DE ESTADÍSTICA.
13. Perez Marques, Maria. CÁLCULO DE PROBABILIDADES E INFERENCIA ESTADISTICA CON EXCEL 2013/2010/2007. ISBN: 1482797275
14. García Palencia, Oliverio. CONFIABILIDAD HUMANA. CLAVE DE LA COMPETITIVIDAD Organizacional. Hipertexto Ltda. 2013. ISBN: 9789584622341
15. Yañez, Medardo. INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD Y ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE RIESGO, 2003. ISBN 980-12-0116-9.
16. Yanez, Medardo. GERENCIA DE LA INCERTIDUMBRE.2003. ISBN: 980-12-0115-0.