

PREDICTIVA 21



Historia, anécdotas y futuro.



ELUMINO

ENCUENTRO LATINOAMERICANO
DE USUARIOS MAXIMO

25 AÑOS

Un Ambiente diseñado con muchas ideas innovadoras sobre la Gestión de Activos y la IoT, alrededor de IBM Maximo.



Jueves 17 de Junio 2021

Regístrate gratis en www.elum.cl/

Índice

- 4** **Editorial**
- 6** **Historia, anécdotas y futuro**
Andrés González Giraldo
- 16** **El efecto destructivo del agua en la función de un sistema lubricado**
Félix Vicuña Ruíz
- 24** **Fractal cierra inversión de US\$ 5.3 millones para transformar el mantenimiento del futuro**
- 28** **Entrevista Fractal**
- 30** **¿Son las personas de la organización “Activos Humanos”?**
José Luis Rodríguez G. y Adrián Aguirre Flores
- 38** **Oil Condition Monitoring
Análítica de Datos Aplicada al PQindex**
Jorge Alarcón
- 43** **Hablemos de IoT (Internet of Things)**
Raúl Castrillón
- 46** **Cálculo de frecuencias de re-lubricación de rodamientos**
José Páramo
- 49** **¿Por qué implementar S&OP en nuestros negocios, y no morir en el intento?**
Richard Zamora
- 51** **Un procedimiento para analizar el riesgo en el proceso de innovación de sistemas de gestión del mantenimiento**
Fernando F. Espinosa
- 64** **Revisión del documento: Claves para un rodamiento perfecto (de Kluber Lubrication). Consejos para lubricación de rodamientos**
Gaspar Soto

Editorial



Enrique González

Fundador y Editor de Predictiva21

Historia, anécdotas y futuro

Integrar una comunidad puede ser una de las tareas más difíciles que se pueden asumir. Es un reto que día a día enfrentan cientos de grupos, comités, asociaciones, organizaciones y colegios de profesionales, entre otros. En la actualidad estos entes han hecho uso de las tecnologías de información para fortalecerse y continuar con su labor, es por eso que notamos muchas de ellas de una forma u otra más presentes hoy en día.

DIRECTORIO

**Enrique Javier
González Henríquez**
Fundador y Editor
enrique.gonzalez@predictiva21.com

**Andrés Enrique
González Giraldo**
Director Ejecutivo
andres.gonzalez@predictiva21.com

**Alejandro José
Godoy Rodríguez**
Director de Marketing
alejandro.godoy@predictiva21.com

**Carlos José
Villegas Álvarez**
Director Editorial
carlos.villegas@predictiva21.com

**Montserrat Souza
Moreno**
Coordinadora de Mercadeo
montserrat.souza@predictiva21.com

**Daniel Farfán
Delgado**
Diseñador Gráfico
daniel.farfan@predictiva21.com

Continuando con nuestro viaje exploratorio conoceremos al Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN). Esta organización sin fines de lucro tiene como fines alentar, promover, extender, orientar, guiar y uniformar la acción y las prácticas de ingenieros de América. Compartimos mediante una breve recopilación, su historia, anécdotas y visión. COPIMAN es uno de los comités más activos en la actualidad y sus integrantes representan un claro ejemplo a seguir, por su esfuerzo voluntario y eterno.

En esta edición nuestros colaboradores y articulistas nos presentan diversos trabajos. En lubricación: Jorge Alarcón, Félix Vicuña, José Páramo y Gaspar Soto nos deleitan una vez más con sus investigaciones y casos prácticos. Entrando en la tecnología, Raúl Castrillón nos habla acerca del IOT. Richard Zamora nos explica acerca de la implementación del S&OP, mientras que Fernando Espinosa nos brinda un procedimiento para analizar el riesgo. José Luis Rodríguez y Adrián Aguirre Flores nos plantean la siguiente incógnita: ¿Son las personas de la organización “Activos Humanos”?

Esperamos disfruten de esta edición, y les sean útiles los aportes presentados en esta edición #36. Como de costumbre, agradecemos enormemente a todos los profesionales y articulistas, quienes son los que brindan la oportunidad de la realización de esta revista tan nutritiva de valiosos conocimientos y experiencias que nos proporcionan un valor agregado en nuestro ámbito laboral.

El equipo de Predictiva21 le desea una lectura provechosa y enriquecedora.

21 Junio

Análisis de Vibración Nivel I

05 Julio

Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento

10 Julio

Análisis de Costo de Ciclo de Vida LCC

19 Julio

Aplicación de la Norma ISO 14224 en sistemas CMMS para gestión de Activos

02 Agosto

Estándares de Planeamiento y Control de Mantenimiento

09 Agosto

Administración de Mantenimiento

16 Agosto

Gestión de Mantenimiento

23 Agosto

Gestión de Costos de Mantenimiento (GCM)

06 Septiembre

Sistemas de Indicadores (KPI) para Evaluar la Gestión del Mantenimiento

20 Septiembre

Técnicas de Análisis de Fallas y Solución de Problemas a través del Análisis de Causa Raíz RCA

04 Octubre

Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento

09 Octubre

Fundamentos Técnicos de Tribología y Lubricación

09 Octubre

Inspección Basada en Riesgo IBR

18 Octubre

Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM

01 Noviembre

Mantenimiento Productivo Total TPM

06 Noviembre

Mantenibilidad y su soporte a la Confiabilidad Operacional

Conoce más



COPIMAN

Historia, anécdotas y futuro

El Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos (COPIMAN) lleva más de 30 años activo (fundado en 1986). Sin embargo, es entre los doce Comités de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI) el que más actividades reporta al año y que más activo está.



Andrés González Giraldo

CEO de Predictiva21 y fundador de Predyc

andres.gonzalez@predictiva21.com



EL COPIMAN COMITÉ PANAMERICANO DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

MISIÓN

Promover el avance de la tecnología, la difusión del conocimiento, las estrategias y el desarrollo de los profesionales de la gestión de activos físicos (incluyendo la confiabilidad y la ingeniería del mantenimiento), en el continente americano, con un enfoque humano y de respeto al medio ambiente.

VISIÓN

Ser el organismo líder de los profesionales de la gestión de activos y vínculo entre la industria y las universidades para mejorar la competitividad de la región.

FINES DEL COMITE

Que los profesionales del mantenimiento encuentren en el COPIMAN el medio para el logro de sus objetivos profesionales a través de foros de discusión y consulta, la colaboración de los individuos que mediante su trabajo voluntario compartan sus experiencias y vivencias para avanzar en la ingeniería de mantenimiento basada en principios de ética y justicia hacia una sociedad más segura y respetuosa del medio ambiente.

METAS

Integrar una comunidad activa que comparta conocimiento aprovechando las tecnologías de información. Compartir conocimiento y mejores prácticas a través de cursos cortos a través de plataformas de comunicación vía web. Sentar las bases para el desarrollo de indicadores panamericanos de mantenimiento a través de encuestas estandarizadas en cada país miembro a través de sus delegados y colaboradores voluntarios.

SUS INICIOS

El Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento fue creado durante la XIX Convención de UPADI en **1986**, con sede y presidencia en Caracas - Venezuela (por tener, en ese momento, una de las asociaciones de mantenimiento más antiguas y tradicionales del continente americano), mediante la Resolución de la XIX Convención de UPADI en Guatemala **1986**.

En 1987 se estableció la primera oficina del COPIMAN el 4 de Febrero de **1987** bajo la Presidencia del Ing. Francisco Díaz de Lovera, (primer Presidente). Durante este acto participaron representantes de Venezuela, Brasil, Nicaragua, Cuba.

En 1988, el Presidente y el Director de Tesorería de FEBRAE, acudieron a ABRAMAN (Asociación Brasileña de Mantenimiento) para solicitar que nominen a un representante para participar en la XX Convención de UPADI en La Habana - Cuba, ya que estaba programado realizar evento de mantenimiento en esa Convención. El Directorio de ABRAMAN aceptó la invitación y nombró al Ing. Lourival Augusto Tavares para participar en este evento.

En ese momento, era muy difícil viajar de Brasil a Cuba debido a la falta de vuelos directos y el acceso era a través de un folleto colocado dentro del pasaporte porque, debido al bloqueo de Estados Unidos, el pasaporte no podía tener el Sello de entrada o de salida de los brasileños en Cuba. La alternativa más adecuada era viajar a Perú y de allí a Cuba. Fue un viaje muy complicado ya que el comandante de la Compañía Cubana de Aviación utilizó como disculpas por la demora la existencia de un ciclón que estaba sobre la isla. Fue necesario que el Ing. Lourival lo amenazara con una denuncia a Fidel Castro de que estaba perjudicando a la delegación brasileña (compuesta por más de 30 ingenieros de diferentes especialidades) para participar en un evento internacional para el cual estaba previsto que fuera inaugurado por la comandante en jefe de Cuba. Esta amenaza funcionó y luego de esperar más de 24 horas en el aeropuerto de Lima, el vuelo finalmente despegó.

El día de su llegada, cuando el Ing. Tavares fue a inscribirse en la Convención, se dio cuenta de que el evento programado para Mantenimiento era una única Mesa Redonda de solo dos horas, mientras que los demás eventos eran Congresos de dos días. El representante brasileño de mantenimiento demostró a los organizadores su enfado por el hecho de que la "Función Mantenimiento" estuviera siendo subestimada en relación con otras especialidades de ingeniería y luego de mucha discusión con representantes de varios otros países, los Directores de FEBRAE, los funcionarios cubanos responsables de la Convención y el Presidente del Comité de Mantenimiento, Ing. Francisco de Lovera, generando una reunión para discutir el tema.

Este encuentro impresionó a los organizadores por la gran cantidad de representantes de los países y contó con la participación del Ministro de la Industria del Acero y Mecánica de Cuba. Se pasó la palabra al representante de Brasil quien informó que en su país los eventos de mantenimiento eran muy prestigiosos y que no podía aceptar que había hecho un viaje tan agotador para participar en un evento tan corto. Luego de mucho debate, particularmente debido a la necesidad de reorganizar el evento, se acordó que la mesa redonda duraría un día.

En consecuencia, el Ing. Lovera, invitó al Ing. Lourival a asumir la Vicepresidencia del Comité que aceptó no en su nombre sino en representación de la Asociación Brasileña de Mantenimiento, que posteriormente lo designó como representante brasileño ante UPADI, hecho que fue ratificado. por FEBRAE.

En esa época había muchas dificultades de comunicación, sin embargo, con el apoyo de la empresa en la que trabajaba el Ing. Lourival, con el Ing. Lovera y el apoyo de FEBRAE, para incluir la Ingeniería de Mantenimiento como Congreso en la siguiente Convención (XXI, en **1990** - que se realiza cada dos años) programado para se realizar en Washington - Estados Unidos.

Para este Congreso, Brasil llevó más de 30 ponencias y muchos otros países tuvieron una representación expresiva. Sin embargo, también se cuestionó la forma en que se organizó el Congreso de Mantenimiento porque la idea era que un representante estadounidense leyera todo los trabajos técnicos, impidiendo así que el autor hiciera su presentación y respondiera cualquier duda. Después de mucha discusión, la organización del Congreso de Mantenimiento se cambió a un modelo similar al que se practica en la actualidad. El resultado fue que el Congreso se evaluó considerado uno de los mejores por la propia UPADI.

La parte social de este evento estuvo muy bien organizada con actividades nocturnas todos los días de la Convención, incluyendo un Recital dirigido por el Maestro Zubin Mehta dirigiendo una orquesta internacional exclusivamente para los miembros y sus invitados.

Con la muerte de su Presidente en 1992, el Comité dejó de estar activo hasta que, en **1993**, durante la reunión alterna del Directorio de UPADI (celebrada en años impares), la FEBRAE propuso el traslado de la sede y la presidencia a Brasil, como reconocimiento al trabajo desarrollado y la importancia otorgada a la Ingeniería de Mantenimiento en Brasil.

La propuesta fue aceptada y nuevamente ABRAMAN nombró al Ing. Tavares para ocupar el cargo, que recibió el apoyo de la FEBRAE, que también lo nombró Delegado Brasileño del Comité en Brasil.

Relato por Lourival Augusto Tavares

PRESIDENTES DE COPIMAN



Francisco Díaz Lovera
Venezuela
1987 - 1993



Lourival Augusto Tavares
Brasil
1993 - 2004



Santiago Sotuyo Blanco
Uruguay
2004 - 2010



Julio Carvajal Brenes
Costa Rica
2010 - 2017



Gerardo Trujillo C.
México
2017 - Actualidad

CONTINUACIÓN DE LA LINEA DE TIEMPO DE COPIMAN HASTA LA ACTUALIDAD

1994 – Primera reunión internacional del COPIMAN.

En el marco de la XXIII Convención de UPADI, en Acapulco, México, se realiza la Mesa de Ingeniería de Mantenimiento y la Primera Reunión Internacional del COPIMAN (con representantes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Perú).

Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento.

1995 – Primer Postgrado en Ingeniería de Mantenimiento de COPIMAN.

En alianza con la Universidad Federal de Río de Janeiro. El COPIMAN desarrolla el 1er Postgrado en Ingeniería de Mantenimiento.

1996 – Re-elección del Presidente de COPIMAN – Lourival Tavares.

En el II Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento, San José, Costa Rica, se recibe recomendación de FEBRAE), para reelegir al Presidente, Ing. Lourival Tavares.

1998 – III Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento.

Efectuado en Lima, Perú.

1999 – Primera página web del COPIMAN.

2000 – IV Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento.

Efectuado en la Ciudad de Panamá, Panamá.

2001 – V Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento.

Efectuado en la ciudad de Sucre, Bolivia.

2003 – Acuerdo de Cooperación COPIMAN – COPIMERA.

En la reunión del Consejo Técnico Transferencia de la sede de COPIMAN de Brasil para Uruguay (en el marco de la Reunión Alterna de UPADI, Uruguay).

Extracto del acuerdo de cooperación firmado en 2003: “Tanto el COPIMAN como la COPIMERA tienen como objetivo común el mejoramiento económico y social de los pueblos del área Panamericana, propiciando la transferencia de tecnologías que fortalezcan la competitividad de sus entes productivos, y las actividades de desarrollo profesional de sus ingenieros”.

En este acuerdo de cooperación se estableció lo siguiente:

1. Facilitar y promover la colaboración entre COPIMAN y COPIMERA en las actividades que a partir de la fecha organicen en los países del área panamericana.
2. Estas actividades podrán incluir, pero no estarán limitadas a, los siguientes: congresos nacionales y/o panamericanos, publicaciones técnicas y profesionales en medio escrito y/o electrónico, conferencias, foros, cursos, seminarios y otros programas académicos destinados a la formación o la educación continua de los ingenieros de las diferentes especialidades que representan.

2004 – Tercera sede del COPIMAN.

La Asociación Uruguaya de Ingenieros (AUI) y la Asociación Uruguaya de Confiabilidad y Mantenimiento (URUMAN) designan al Ing. Santiago Sotuyo como presidente del COPIMAN.



Santiago Sotuyo Blanco
Uruguay
Presidente COPIMAN
2004 - 2010

“En 2004 la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI), entidad madre del COPIMAN, decide cambiar la sede del COPIMAN de Brasil a Uruguay, de acuerdo con los límites de tiempo por estatutos que un comité técnico podía seguir teniendo sede en un mismo país. Dicha decisión incluía mi nombramiento como “Presidente del COPIMAN”.

2004 - VI Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento:

Celebrado en la ciudad de México D.F., México. Ceremonia de transferencia de la presidencia de COPIMAN a Uruguay.

2004 - Se firma Acuerdo de Cooperación entre el COPIMAN y el Concejo Internacional para la Lubricación de la Maquinaria- ICLM:

Para impulsar las certificaciones técnicas para los profesionales de la lubricación.

2006 - VII Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento:

Celebrado en la ciudad de Atlanta, USA.

2009 - Transferencia de la sede de Uruguay para Costa Rica:

Aprobado en el marco de la reunión alterna de UPADI en Puerto Rico).

2010 - Cuarta sede del COPIMAN - Costa Rica:

El Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA), el Colegio de Ingenieros Tecnólogos (CITEC) y la Asociación Costarricense de Ingeniería de Mantenimiento (ACIMA) designan al Ing. Julio Carvajal Brenes como presidente del COPIMAN.

2010 - Se firma el Acuerdo de Cooperación COPIMAN y ASME CR.**2010 - Mesa de Ingeniería de Mantenimiento:**

Celebrado en la ciudad de Buenos Aires, Argentina.

2011 - XXV años de la creación del COPIMAN.**2012 - VIII Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento:**

Celebrado en La Habana, Cuba.

2017 - Transferencia de sede de Costa Rica a México:

Quinta sede del COPIMAN - México.

La Unión Mexicana de Asociaciones de Ingeniería (UMAI) nombra al Ing. Gerardo Trujillo Corona como presidente de COPIMAN.

“El trabajo de Lourival Tavares, Santiago Sotuyo y Julio Carvajal en coordinación con los delegados de los países del continente americano, han sido los pilares de esta organización que con cariño la llamo de “voluntades y corazón”. Voluntades porque es una organización de voluntarios que gustosamente donan su tiempo en beneficio de nuestra organización y sus objetivos. Corazones por que quienes participan se entregan de lleno a ello. No hay esperanza de pago ni recompensa en el trabajo (y en muchas ocasiones se debe poner del bolsillo).

En junio del 2017, le corresponde a la Unión Mexicana de Asociaciones de Ingeniería (UMAI) ser la Sede de COPIMAN por los siguientes 5 años y me corresponde el honor de asumir la presidencia de esta organización. Después de trabajar para COPIMAN como delegado por México y Vice-Presidente para Norte América por los últimos 17 años, nunca pensé que este acto fuera a significar tanto para mí. Me emociona y motiva el poder trabajar para nuestra comunidad desde esta posición.”



Gerardo Trujillo C.
México
Presidente
2017 - Actualidad



Actualidad

“La sede actual es México, COPIMAN es un comité de UPADI que NO tiene personalidad jurídica y no maneja dinero. Es muy satisfactorio para todos nosotros el trabajo voluntario.

Los planes de COPIMAN se fortalecen en estos años post-COVID. Seguir comunicando de manera abierta la importancia de nuestra profesión (la Ingeniería) y el impacto que tiene en la manera en que las personas puedan vivir mejor (aplicado al mantenimiento). En esto se incluyen conceptos como la ecología, la ética, el respeto, la moral, el ahorro de energía, la seguridad, el crecimiento profesional, el crecimiento personal, la convivencia profesional y muchos otros aspectos relacionados con las personas que nos dedicamos a mantenimiento y lo que debemos aprender para mejorar nuestra participación en este mundo.”

Ya he plasmado un plan de objetivos para esta primera etapa y estoy con una apertura total para analizar las propuestas de la comunidad del mantenimiento, la confiabilidad y la gestión de activos. Necesitamos de sus ideas y trabajo voluntario.

Este año 2021, la Unión Mexicana de Asociaciones de Ingeniería (UMAI) se reelige como la Sede de COPIMAN por los siguientes 4 años, asumiendo la presidencia Gerardo Trujillo.



Gerardo Trujillo C.
México
Presidente
2017 - Actualidad

El mantenimiento evoluciona de manera importante en la visión de la industria y de los gobiernos. Se visualiza como una actividad preponderante en el logro de los objetivos de la organización y ahora se ve impulsado por el interés despertado por la normatividad internacional acerca de la gestión de activos. La norma ISO 55001 involucra el mantenimiento como parte del ciclo de vida de los activos, convirtiéndose en un elemento que contribuye de manera directa al logro de los objetivos de generación de valor, gestión del riesgo y el desempeño de la organización. Énfasis muy importante ha despertado la preparación y certificación de competencias técnicas y profesionales en las áreas de mantenimiento.

COPIMAN se esfuerza especialmente en proporcionar una guía en la preparación de estrategias que ayuden a romper el paradigma de una organización con estrategias correctivas para integrarse en la visión moderna de “cero fallas” en máquinas críticas. Los ingenieros de mantenimiento estamos involucrados en encontrar mejores maneras de incorporar nuestra función en la modernización de la industria (I4.0) y trabajar en el desarrollo de nuevas competencias técnicas que permitan mantener fuentes de empleo digno y bien remunerado. Esta presidencia trabaja intensamente en recuperar valores fundamentales de la ingeniería como la ética, la honestidad, la lealtad, el respeto a la propiedad intelectual y la preparación continua. Como parte importante de nuestro mensaje a la comunidad de COPIMAN está el de integrar en nuestras actividades el trabajo seguro, el cuidado al medio ambiente y el respeto a nuestra sociedad.



**Si tienes
voluntad
y corazón,
eres
bienvenido a
COPIMAN.**

COPIMAN está integrada por Delegados Nacionales de los diferentes países que integran UPADI, los cuales son profesionales con conocimiento y experiencia en ingeniería de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos que participan de manera voluntariamente y ad honorem. Entre sus principales actividades está la organización de eventos de capacitación y entrenamiento, tales como congresos, simposios, cursos, talleres, mesas redondas, pasantías y publicaciones en revistas especializadas, que contribuyen a elevar el nivel de conocimiento y crecimiento de los profesionales de cada país en el área de la ingeniería de mantenimiento y afines. [Enrique Gonzalez, 2021]



México - Gerardo Trujillo C. (Presidente)
gtrujillo@noria.mx



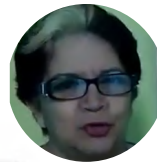
Guatemala - Fredy Monroy
termovib2020b@gmail.com



Puerto Rico - Félix Laboy Vázquez
felix.laboy@vibra-inc.com



Honduras - Gerardo Roque
groque05@yahoo.es



Cuba - Estrella de la Paz
estrella@uclv.edu.cu



Costa Rica - Julio Carvajal Brenes
revistamantenimiento@ice.co.cr



Panama - Marco Chen
marcochen88@yahoo.com



Colombia - Juan Carlos Villegas
jucar.villegas@yahoo.com



Brasil - Lourival Augusto Tavares
l.tavares@mandic.com.br



Ecuador - Sergio Villacrés
svrp@hotmail.com



Paraguay - Zoilo Sanchez R.
zoisanrod@gmail.com



Perú - Victor Ortiz
ipeman@ipeman.com



Uruguay - Santiago Sotuyo Blanco
santiago.sotuyo@gmail.com



Bolivia - Boris Muñoz
boris.ronaldo.munoz@gmail.com



Chile - Nelson Cuello
ncuello@cristalchile.cl



Argentina - Ricardo Pauro
pauro@pauro.com



Acerca de UPADI



LOS COMITÉS PANAMERICANOS DE INGENIERÍA

Los Comités Panamericanos de Ingeniería (Comités UPADI), entre los que se encuentra el Comité de Ingeniería de Mantenimiento, se orientan en el análisis multidisciplinario y la solución de los problemas de integración y desarrollo económico social en los países de las Américas. ya sea directamente o como resultado de la superación profesional de la Ingeniería en alguna de las ramas o disciplinas.

De esta forma, los Comités promueven, refuerzan y orientan las actividades de organismos nacionales e internacionales de reconocido prestigio y solvencia, aprovechando los recursos humanos, técnicos y económicos disponibles a nivel nacional, continental y mundial.

A través de la acción de los Comités, UPADI, en su carácter de representante de Ingeniería Continental, proyecta su acción sobre los centros nacionales e internacionales de decisión política, económica y social.

Los Comités están conformados por un Comité-Sede y delegados de los miembros de UPADI, o de grupos regionales que deseen participar en sus actividades, en base a un delegado por país o región. Para la creación o ratificación de un Comité se requiere la participación efectiva de tres o más países o regiones en sus actividades.

Los miembros del Comité de Sede, así como los delegados de otros países, son especialistas en el área de estudio, cuya actividad profesional está relacionada con el mismo y por tener los contactos técnicos adecuados con las sociedades internacionales de la especialidad.

Entre las funciones de los Comités se encuentran:

El análisis y procesamiento de información sobre las actividades desarrolladas por las organizaciones en su área de actividad, proponiendo a UPADI conclusiones y recomendaciones sobre temas considerados de vital importancia para el desarrollo y bienestar de los países del continente americano;

Promoción y colaboración en la organización de reuniones, eventos técnicos, cursos y otras actividades que potencien la técnica en su área de actuación;

Publicar o promover la publicación de material técnico o informativo sobre la especialidad e impulsar la docencia de disciplinas afines a la misma. Los Comités UPADI operan con el máximo grado de iniciativa e autonomía.

Los Comités Sede mantienen directamente las comunicaciones necesarias para vincularse con delegados de otros países, sociedades nacionales o regionales, organismos nacionales e internacionales vinculados a su acción y los miembros de UPADI.

Los Comités de UPADI formulan su propio reglamento operativo, buscando facilitar y coordinar las acciones de sus integrantes. Este reglamento se da a conocer al Consejo Técnico de UPADI.

Los Comités Sede son los encargados de programar, dirigir y coordinar las actividades del respectivo Comité de UPADI; promover la máxima participación de los miembros de UPADI en las tareas del Cocomité, mediante la designación de delegados y alentar y facilitar la contribución de este último.

Los delegados de los miembros de UPADI al Comité colaboran activamente con el Comité Sede en el desempeño de sus funciones, incluyendo:

Participación en reuniones, congresos, seminarios, cursos y otros eventos técnicos relacionados con la temática del Comité;
Estudios, investigaciones e informes sobre las condiciones, recursos y problemas existentes en el país o región;
Difusión de los estudios, conclusiones y recomendaciones del Comité en el país (o región) representado.

UPADI

MISIÓN

La misión de UPADI es liderar el desarrollo de la ingeniería panamericana, en atención a criterios de sostenibilidad ambiental, desarrollo social, crecimiento económico, transferencia tecnológica con base en las mejores prácticas de la ciencia; convirtiéndose así en el punto de encuentro de los ingenieros del continente, bajo los más altos conceptos de ética, transparencia, equidad de género y rigurosidad profesional.

VISIÓN

UPADI busca convertirse en una organización moderna, que se reconozca como el referente de la ingeniería panamericana, con proyección y participación, desde la óptica de los profesionales de la ingeniería, en los temas técnicos, políticos, sociales, ambientales, de interés para todos los ciudadanos del continente americano; a través de la generación de normativas, foros de discusión, centros de negocios, actualización profesional, desarrollo académico, y movilidad profesional.

MIEMBROS

31 organizaciones de 27 países divididos en cinco regiones:

Área Norte (3): Canadá, Estados Unidos y México.

Área Central (7): Belice, Costa Rica, El Salvador (2), Guatemala, Honduras, Nicaragua (2) y Panamá.

Área Caribe (7): Aruba, Cuba, Haití, Jamaica, Porto Rico, República Dominicana y Trinidad – Tobago.

Área Bolivariana (5): Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú (2) y Venezuela.

Área Sur (5): Argentina, Brasil (2), Chile, Paraguay y Uruguay.

OBSERVADORES

3 organizaciones de 3 países: España, Italia y Portugal.

Comités UPADI

UPADI tiene múltiples Comités Técnicos que son el brazo ejecutivo en el tema de su especialidad.

1. Biotecnología e ingeniería agroalimentaria
2. Cuencas hidrográficas.
3. Desarrollo urbano y patrimonio histórico (COPADUR).
4. Enseñanza de la ingeniería.
5. Evaluación de riesgos de infraestructura, gestión y resistencia.
6. Higiene y seguridad en el trabajo.
7. Energía.
8. Ingeniería civil y sismo resistente.
9. Ingeniería oceánica y costera.
10. Ingeniería de mantenimiento (COPIMAN).
11. Jóvenes UPADI.
12. Medio ambiente y desarrollo humano.
13. Práctica profesional responsable.
14. Tecnología de comunicación y de comunicaciones.
15. Transporte Integral (COPATRANS).

Los Comités Técnicos de UPADI deben desarrollar programas específicos y labores técnicas que impulsen el desarrollo de su especialidad y potencien a sus miembros y su comunidad.

El efecto destructivo del agua en la función de un sistema lubricado



Félix Vicuña Ruíz

Jefe de operaciones técnicas
en TRIBOTECNIK

felix.vicuna@tribotecnik.com



En mi experiencia administrando laboratorios y programas de análisis de aceites he observado con mucha penuria por parte de los usuarios cómo un contaminante crítico en la funcionalidad de los sistemas lubricados: la contaminación con agua, es poco comprendida o en muchos casos subestimada en su capacidad de causar daño, tanto así que le ponen bajo o nulo énfasis en tomar las medidas adecuadas en la lucha contra este agente causal de fallas, conviviendo con esto como si fuera poco controlable, o tomando acciones correctivas muy lentas que dan tiempo a que el efecto destructivo del agua

haga “su trabajo”: el de afectar al sistema condicionando su disponibilidad y confiabilidad.

En esta primera parte explico los daños que ocasiona la contaminación con agua, sus interacciones, cómo ingresa, sus modos de existencia y un cálculo para estimar la masa del agua que ingresa a un

tanque de aceite en función de la humedad relativa y de la temperatura usando en combinación con la ley de los gases ideales una expresión extremadamente precisa que describe la saturación de agua en el aire (fórmula de Jianhua Huang, Universidad de Wuhan).

Los efectos de la contaminación con agua

El agua es uno de los contaminantes más peligrosos y destructivos de los sistemas lubricados, aunque se considera que el primer factor causante de daños o fallas es la contaminación por partículas sólidas, pero en algunas aplicaciones industriales el agua puede causar aún mayor daño.

A diferencia de las partículas, el nivel de detección de la contaminación con agua puede demorar más en identificarse su presencia, esto puede ser debido al instrumento que se utiliza para medirla ya que en muchos casos algún equipo de análisis puede reportar 0% de agua, pero el límite de detección no es muy adecuado y no está mostrando contaminación por que no es capaz de detectarla, pero realmente siempre hay presencia de agua.

La contaminación con agua causa daño tanto al lubricante como a la maquinaria. La principal degradación que causa en la maquinaria es la **herrumbre** y estas partículas al formarse son muy duras (abrasivas), incluso más duras que el acero, y las consecuencias del desgaste abrasivo se suman dando mayores problemas que la que ya se tiene con el agua.

La contaminación con agua en los lubricantes también trae como consecuencia que estos sean más proclives a la **aireación** o contaminación con aire haciéndolo más peligroso, principalmente en sistemas hidráulicos y compresores ya que el aire causa que el fluido pierda cierto nivel de compresibilidad afectando la función del sistema para ejercer trabajo, así como problemas de cavitación.

El aire atrapado ocasionado por la contaminación por agua también ocasiona la **reducción de la liberación de calor** (transferencia) con el consiguiente incremento de la temperatura ya que impide que se logre disipar adecuadamente el calor generado en el sistema lubricado debido a que las burbujas de aire actúan como un aislante dado la baja conductividad térmica del aire.

La contaminación con agua también produce un mecanismo de desgaste llamado **fragilización por hidrógeno**, ya que, dadas ciertas condiciones operativas, el agua se descompone en sus constituyentes moleculares: oxígeno e hidrógeno y luego este último se adsorbe sobre las superficies metálicas. Esto crea una superficie más dura, pero poco flexible que hace que los elementos rodantes (con régimen elastohidrodinámico) no funcionen adecuadamente ya que producto de esta fragilidad y el uso se producen agrietamientos de las pistas

rodantes desprendiéndose material sólido, que se traducen en limaduras en los reportes de análisis de aceite y que podría identificarse el efecto destructivo del agua con inspecciones filtrográficas al microscopio.

El agua por lo general se hace presente en la zona donde se requiere carga alta o moderada, dado esto, el agua ocasiona el **debilitamiento de la película**, lo que la hace disminuir su capacidad de soportarla, por lo que la carga que demanda el sistema se desarrolla sobre una película más delgada, produciendo una zona de lubricación mixta, donde una parte está lubricada con una película de baja resistencia y la otra sin lubricante y debido a esto los componentes entran en contacto entre sí, ocasionando fricción y desgaste.

El agua en un tanque de lubricante también causa la **formación de lodos**; esto es principalmente una consecuencia de la **oxidación del aceite lubricante** (degradación), pero esto adicionalmente puede provocar otro problema, como el espesamiento del aceite, ya que estos lodos (barnices, subproductos de oxidación) al ser de naturaleza sólida al mezclarse con el lubricante ocasionan el **aumento de la viscosidad**, y esto puede afectar la efectividad de la lubricación y obstruir los filtros de presión con los que cuenta el sistema.



Figura 1. Consecuencias de la contaminación con agua.
Fuente: El autor.

El agua promueve la **oxidación** e **hidrólisis del aceite base**, la **degradación** y el **lavado de aditivos**, dado su naturaleza polar, las zonas polares de los aditivos son atraídas hacia las gotitas de agua. Además, el agua fomenta el **crecimiento microbiano** (contaminación biológica de hongos y bacterias) que contribuyen a degradar aún más al aceite y a obstruir los filtros.

Composición de las mezclas de aire y agua y su interacción

El aire húmedo es una mezcla de vapor de agua y de aire seco. A su vez, el componente aire seco es una mezcla de gases permanentes más o menos fijos de los cuales un 78% es N₂, un 21% es O₂ y el resto lo constituyen un gran número de gases (O₂, N₂, CO₂, gases nobles) y partículas sólidas.

La mezcla aire-vapor de agua y vapor de lubricante constituye un sistema heterogéneo con básicamente tres componentes: Aire seco, agua y vapores de lubricante, que teóricamente puede ser modelada aplicando la ley de los gases ideales,

obviamente cuando todos están en fase vapor. Pero realmente los lubricantes contienen aditivos de variadas formulaciones químicas que influyen en la solubilidad mutua y sus interacciones físico químicas se tornan complejas y aún más el tratamiento termodinámico de la mezcla.

A estos se deben incluir los factores que influyen en la interacción, como la temperatura, la presión, la humedad del aire, la solubilidad del agua en el lubricante y la actividad del agua líquida al solubilizarse en el lubricante, (su

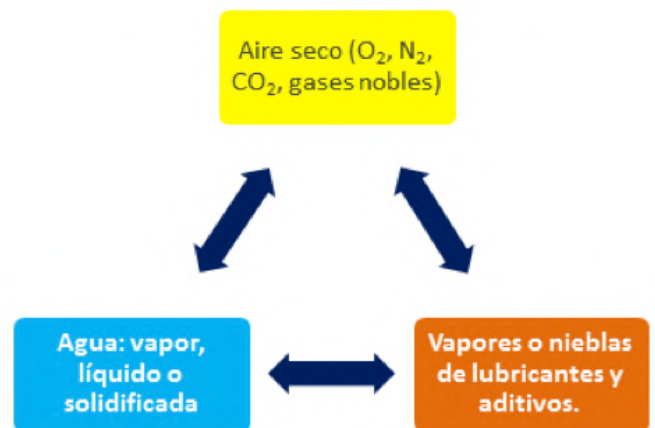


Figura 2. Interacción del agua, aire y lubricante.
Fuente: El autor.

efecto puede ser medido parcial e indirectamente por el nivel de oxidación del aceite ya que el agua disminuye la vida útil de un lubricante), también debe ser considerada la edad del fluido

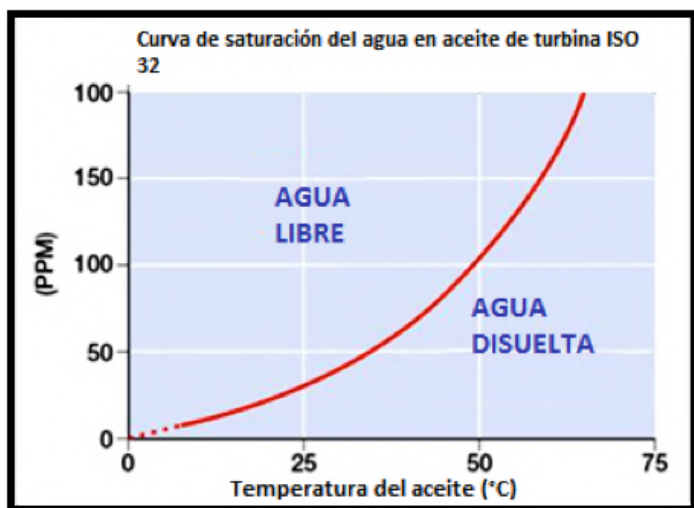


Figura 3. Curva de solubilidad del agua en un aceite de turbina ISO 32.
Fuente: Adaptación de Filtration e-Book. Pall Corporation.

lubricante, ya que debemos tener muy en cuenta que la solubilidad del agua (capacidad de retención de agua) en los aceites aumenta conforme este último se va envejeciendo, pudiendo llegar a tener una solubilidad mucho mayor que el aceite nuevo.

La mayoría de los aceites industriales, como los fluidos hidráulicos, los aceites de compresores o de turbinas, etc., cuando están nuevos, sin usar, pueden contener humedad (en estado

disuelto) dependiendo de la temperatura. Por ejemplo, en el gráfico 3 que se muestra, a 25°C el aceite puede tener aproximadamente un poco menos de 30 ppm de agua para que sea agua disuelta y exactamente 30 ppm en el punto de saturación, y a 50°C, puede tener unos 104 ppm de agua en su nivel de saturación. Esto evidencia que es preferible operar en lo posible a bajas temperaturas para minimizar la contaminación con agua en los sistemas.

¿Cómo ingresa el agua?

El agua que se encuentra en los reservorios de lubricantes puede ingresar de varias maneras, pero se considera que la atmósfera es la principal fuente de humedad. Entre los mecanismos que contribuyen al ingreso de agua se puede contar:

- La humedad puede contaminar el tanque debido a la diferencia en la presión de vapor de agua en la atmósfera y la presión del espacio vacío del tanque de aceite, produciéndose un flujo de aire húmedo que ingresa al tanque.
- Debido a la caída de temperatura de los tanques (que por lo general son atmosféricos), la presión atmosférica es más alta que la presión dentro del tanque y así se generará un flujo de aire húmedo que ingresa al tanque, asumiendo que no hay un respirador deshidratante y si lo hubiera este ha perdido eficiencia o está saturado y está dejando pasar humedad o también que se haya seleccionado un filtro desecante con flujo de humedad tratable menor de lo que requiere el sistema.
- Poco cuidado en los rellenos y cambios de aceite debido a malas prácticas de control de contaminación.
- El agua adicionalmente ingresa por fugas y goteos en conexiones mal ajustadas o con sellos deficientes. El daño puede aumentar su potencial cuando ingresa agua de lluvia.
- Durante la operación por ejemplo en sistemas hidráulicos los ciclos operativos de bombeo hacen que las bombas de aceite aspiren aire debido al desplazamiento volumétrico causado por la presión “negativa” de las bombas. Aunque esto puede ser compensado parcialmente por el flujo de retorno de aceite al reservorio.
- Durante los mantenimientos y lavados de los tanques estos se exponen directamente al aire atmosférico y allí por lo general la humedad del aire puede condensarse en finas gotas y si no se toman las medidas adecuadas en la reinstalación de los componentes el agua se quedará allí y empezará su proceso degenerativo tanto del aceite como de la maquinaria con formación de herrumbre y esta como ya hemos dicho es muy dura y producirá desgaste abrasivo en la operación del equipo.

Formas de expresión de la presencia de agua en un lubricante

Hay tres formas en que el agua puede estar presente contaminando un lubricante: En forma de agua **disuelta**, **emulsionada** o en forma de **agua libre**, siendo las dos últimas formas las más peligrosas para los equipos lubricados.

El agua disuelta es caracterizada por que moléculas de agua se dispersan a través del aceite y por lo general no es muy perjudicial, excepto en maquinarias altamente sensibles, en las cuales se requiera niveles excepcionalmente bajos de agua. Este tipo de agua ingresa al lubricante a través de la humedad del aire y el lubricante simplemente absorbe el agua hasta alcanzar su punto de saturación. En este punto aún no se aprecia ningún signo de contaminación con agua, tales como opacidad o turbidez. En este sentido el agua y el lubricante se profesan una gran afinidad y buscan un estado de equilibrio que se traduce en su punto de saturación.

El agua emulsionada se presenta cuando hay suficiente cantidad de agua en el lubricante y se rebasa su punto de saturación, (ver Figura 3). La agitación causada por las bombas y la operación de los componentes puede favorecer la formación de la emulsión, pero también puede ser causada por algún

aditivo del lubricante y por lo general el lubricante se ve opaco o turbio y esto es causado por las pequeñas gotitas de agua que están suspendidas en el aceite. Esta forma de agua es la más perjudicial, ya que fluye con el lubricante y afecta la zona de carga.

El agua libre es un poco menos dañina que el agua emulsionada, pero aún tiene potencial de causar problemas. Según el aceite y su aditivación, la mayoría no retienen el agua en suspensión más allá del punto de saturación y tienden a separar el agua (efecto de demulsibilidad). El agua que es más densa que los lubricantes minerales, se decantará en el fondo del tanque, donde puede ser drenada. Pero también hay otros problemas colaterales por la contaminación con agua: afecta la capacidad del lubricante para separarse del agua permitiendo la formación de emulsiones; puede promover la contaminación biológica (hongos y bacterias) que contribuyen a degradar aún más al aceite y obstruir los filtros.

Cálculo de la Masa de agua en un espacio húmedo en función de la HR y la temperatura

El aire contiene una masa específica de agua dependiendo de la temperatura y la humedad relativa. La siguiente ecuación calcula la masa de agua m_{H2O} en un volumen V a una temperatura “t”, que tiene una humedad relativa HR. La ecuación combina la ley de los gases ideales y una expresión

extremadamente precisa que describe la saturación de agua en el aire (fórmula de Huang, Universidad de Wuhan, China).

La presión de vapor saturado del agua puede ser calculada por la fórmula de Huang cuya mayor precisión que otras fórmulas, (incluso la de Magnus) ha sido comprobada según esta [referencia](#).

$$P_s = \frac{e^{\left(34.494 - \frac{4924.99}{(t+237.1)}\right)}}{(t+105)^{1.57}}$$

Fórmula 1. Fórmula de Huang para determinar la presión de vapor del agua saturada. (t > 0°C); P_s en Pascal; t en °C.

Tabla 1 - Notación simbólica para la aplicación de la fórmula de Huang.

HR	Humedad relativa del aire	%
V	Volumen del aire humedo en el Tanque	m3
t	Temperatura del aceite	°C
P_s	Presión de saturación del agua:	Pa
m_{agua}	Masa de agua en el reservorio	g

$$m_{\text{agua}} = \frac{2.167 * HR}{100} * \frac{V}{(t+273.15)} * \frac{e^{\left(34.494 - \frac{4924.99}{(t+237.1)}\right)}}{(t+105)^{1.57}}$$

Fórmula 2. Masa de agua en el espacio vacío de un tanque de lubricante.

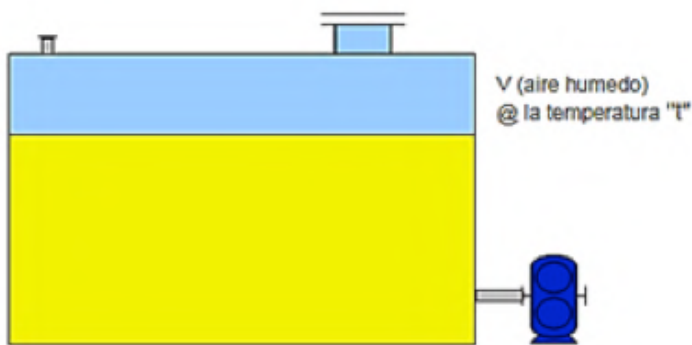


Figura 4. Representación de un reservorio de aceite.
Fuente: El autor.

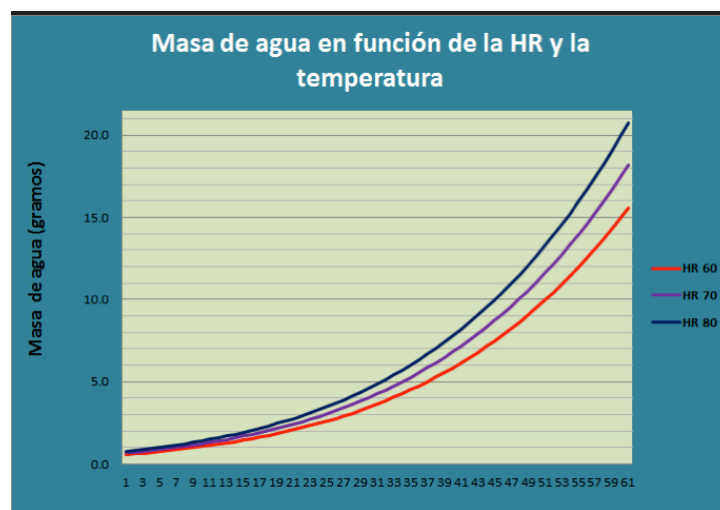


Figura 5. Masa de agua presente a un volumen fijo en función de la HR y la temperatura. Fuente: El autor.

Debe considerarse que para aplicar esta ecuación se deben tener condiciones de equilibrio térmico, o sea que la temperatura del volumen de aire húmedo es la misma que la del aceite, además que se debe despreciar la presión de vapor que puedan ejercer los vapores de aceite básico del lubricante.

Al aplicar esta ecuación a eventos mutuamente excluyentes ya que se mantiene el volumen fijo de 0.2 m³ lo cual no es físicamente posible para un solo evento, adicionalmente aplicado a diferentes temperaturas y a HR de 60%, 70%, y 80% podemos obtener el siguiente gráfico.

Se aprecia claramente que trabajar a temperaturas lo más bajas posibles y en ambientes de menor humedad relativa produce menor contaminación con agua en los sistemas lubricados.

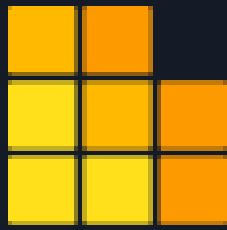
Referencias

- Eachus, Alan. The Trouble with Water. En *Lubrication Engineering* 61(10):34-38. USA, octubre 2005.
- Hendrik, Karl, Steffen Bots. Humidity Saturation Limits of Hydraulic and Lubrication Fluids, OELCHECK GmbH. Disponible en: <https://www.machinerylubrication.com/Read/28697/humidity-saturation-limits>.
- Jianhua Huang. A Simple Accurate Formula for Calculating Saturation Vapor Pressure of Water and Ice. Wuhan Textile University. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 57(6) DOI:10.1175/JAMC-D-17-0334.1. Abril 2018.
- Leivo, Senja. Oil Moisture Expressed as Water Activity (AW). En *MaintWorld Magazine*, Bruselas, Bélgica, marzo 2013.
- Koch, Maik. Tenbohlen, Stefan. Rösner, Michael. Moisture ingress in free breathing Transformers. Conference Paper. DOI: 10.1109/CMD.2008.4580369 · Source: IEEE Xplore International Conference on: Condition Monitoring and Diagnosis, Mayo 2008.
- Noria Corporation: Water In Oil Contamination. Disponible en <https://www.machinerylubrication.com/Read/192/water-contaminant-oil>.
- Senja Paasimaa. Factors Affecting Water Solubility in Oils. *Vaisala News*, 169/2005, pp 24-25. Helsinki, Finland, 2005.
- Thornton, Mike. Water in your underground storage tank is the enemy. En: *Leighton O'Brien News and Events*. Australia, agosto 2015.
- Trout, Jonathan. Guía para compradores de respiradores desecantes. Noria Corporation. Traducido por Roberto Trujillo Corona, Noria Latin America. México, setiembre, 2019.

Conclusiones

- Todos los problemas asociados a la contaminación del agua en el sistema lubricado menoscaban la integridad del aceite lubricante y directamente afectan la funcionalidad y operatividad del sistema, originando problemas que se van acumulando lenta pero progresivamente y que muchas veces pasan desapercibidos por el personal de mantenimiento u operaciones, especialmente si no tienen actividades planificadas de monitoreo del nivel de contaminación con agua.
- Según la curva de la **Figura 5**, se evidencia que es preferible operar en lo posible a bajas temperaturas para minimizar la contaminación con agua en los sistemas. Los cambios en la humedad relativa también afectan la funcionalidad ya que por ejemplo si las maquinarias funcionan en climas húmedos, el comenzar a operar en las primeras horas de la mañana no es muy recomendable ya que a esas horas se tiene los mayores niveles de humedad y el potencial destructivo del agua es incrementado mucho más. Además, se recomienda en operaciones muy sensibles a la contaminación con agua, que incluyan sistemas de aire acondicionado con un continuo monitoreo de la humedad y temperatura, así como en los reservorios de lubricante para poder gestionar (controlar) la contaminación.
- Se recomienda el monitoreo del nivel de contaminación con agua de los aceites para contrarrestar los problemas que ocasiona. Por ejemplo, se puede usar una prueba de campo que es el craqueo (hot plate) que consiste en poner una gota sobre una superficie a más de 150°C y detectar las crepitaciones del agua. Esto es más efectivo y económico cuando se trata de identificar la presencia de agua y no cuantificarla. Para esto último hay tests de campo muy precisos y también para aquellos sistemas más sensibles, en cuanto a los niveles de contaminación, la prueba de Karl Fischer es la más recomendada por su exactitud y por determinar cantidades muy bajas de agua, entre estos sistemas podemos encontrar: transformadores eléctricos, compresores de refrigeración, turbo máquinas y algunos sistemas hidráulicos.
- Es importante que al hacer el monitoreo puedan determinar los niveles máximos permisibles de contaminación de agua en su sistema y elijan el equipo o el servicio que pueda detectar el nivel adecuado de humedad, fijado de acuerdo a los objetivos de confiabilidad que se han prefijado para sus equipos.
- Podríamos mencionar que el agotamiento rápido de los aditivos antioxidantes (debido al lavado de los aditivos) fomenta la formación de insolubles por oxidación del aceite base por consiguiente conforme pasa el tiempo se forman barnices y depósitos en los conductos de aceite, además como el aceite puede estar espumoso por aire atrapado (por contaminación con agua) se reduce la eficiencia del flujo de bombeo (por cavitación) haciendo que el equipo pierda funcionalidad y su confiabilidad se vea afectada ya que lentamente va perdiendo efectividad la lubricación.
- Pueden usarse las ecuaciones mostradas para calcular aproximadamente la cantidad de agua que puede retener un respirador desecante, determinando los cambios de volumen de aire que se dan en la operación para estimar el tiempo de uso o saturación.

Mantener sus equipos con los niveles más bajos posibles de humedad y además de limpios, reducirá los fallos, menos paradas, mayor productividad de sus sistemas, mayor confiabilidad y disponibilidad así se garantizará una mayor vida útil de sus activos, así como un mayor valor económico del proceso productivo.



PREDYC

La plataforma de capacitación
online de ingeniería más grande
de latinoamérica



LANZAMIENTO AGOSTO 2021

Fractal cierra inversión de US\$ 5.3 millones

para transformar el mantenimiento del futuro



Fractal

Fractal es el más avanzado Software CMMS/EAM. 100% en la nube y móvil, fácil de usar y de implementar





- **Fractal, la start-up de soluciones tecnológicas para la gestión de mantenimiento de activos físicos y la optimización del trabajo en terreno, ha cerrado su más reciente ronda de inversión liderada por Seaya Ventures con la participación de GoHub Ventures, para acelerar su crecimiento y expansión global.**
- **La compañía, que ya cuenta con clientes como Acciona, Unilever, Iberostar, Veolia y FedEx, entre otros, desarrolla soluciones que prevén y evitan fallas en activos físicos, permitiendo una gestión de mantenimiento 100% digital de manera segura y eficiente.**
- **Fractal permite reducir más de un 25% las fallas de activos, mejorar el costo de mantenimiento un 15% e incrementar productividad en más de un 30%, reduciendo accidentes y riesgos operacionales.**

Santiago, Chile, 2 junio, 2021. [Fractal](#), empresa líder dedicada al desarrollo de soluciones tecnológicas para la gestión de mantenimiento de activos físicos y optimización del trabajo en terreno, ha levantado una ronda de inversión de US\$ 5.3 millones. La inversión ha sido liderada por [Seaya Ventures](#), el fondo de inversiones líder en España, y ha contado con la participación de [GoHub](#), fondo de inversión corporativo del grupo español Global Omnium. Esta ronda complementa la inversión realizada en 2018 por [Scale Capital](#), quienes continúan apoyando a la compañía en esta siguiente etapa de crecimiento.

Fractal desarrolla un software inteligente de gestión de mantenimiento y activos físicos (CMMS/ EAM), 100% móvil y en la

nube, para que compañías gestionen su mantenimiento de manera más sostenible, segura y eficiente. Estas herramientas garantizan la integridad y continuidad de las operaciones, así como la seguridad de los trabajadores, reduciendo más de un 25% las fallas de activos, mejorando el costo de mantenimiento en al menos un 15% e incrementando la productividad en más de un 35%, reduciendo accidentes y riesgos operacionales. La compañía, que ya cuenta entre sus cerca de 1000 clientes a empresas como Acciona, Unilever, Iberostar, Veolia y FedEx, dirige sus soluciones tanto a grandes multinacionales como a PYMES de diversos sectores productivos, con gran presencia en manufactura, *facility management*, industria y transporte.

Gracias a su principal solución, [Fractal One](#), las empresas pueden controlar en remoto, desde cualquier dispositivo, todos los aspectos de la gestión de mantenimiento de equipos, vehículos, maquinaria e instalaciones. Esta herramienta inteligente, líder en varios de los rankings más prestigiosos del mundo, facilita el trabajo colaborativo en tiempo real entre los equipos de trabajo, simplificando el trabajo en terreno, digitalizando por completo todos los procesos del área de mantenimiento, eliminando el papel a su vez que puede integrarse con cualquier ERP. **Fractal One** mejora la toma de decisiones, maximiza la eficiencia y alarga la vida útil de los activos físicos, aumenta la productividad del personal de mantenimiento a la vez que reduce las incidencias y paradas imprevistas que puedan generar retrasos, pérdidas en rentabilidad y posibles accidentes. Fractal también ha desarrollado **Predictto**, un software de mantenimiento predictivo basado en **Inteligencia Artificial** (AI) que permite anticipar una condición de falla con un alto porcentaje de certeza. Para ello, Predictto aplica Machine Learning a datos masivos, identificando el comportamiento de los activos y basándose en modelos de confiabilidad y de degradación.

“Sabemos que el 90% de las compañías a nivel global no cuentan con una solución de gestión de mantenimiento apropiada, y continúan usando hojas de cálculo y formularios en papel, por eso tenemos mucho por aportar con Fracttal One. En paralelo también estamos trabajando en el futuro del mantenimiento a través de Predictto, que detecta patrones de datos no obvios, y no solo predice un fallo antes de que suceda, sino que proporciona datos y soluciones avanzadas a las operaciones de nuestros clientes.”, señala **Christian Struve**, CEO y Co-fundador de Fracttal.

Esta ronda de inversión permitirá a **Fracttal** acelerar su crecimiento en Latinoamérica y expandirse a Europa y Estados Unidos, con el objetivo de ser líderes globales en este sector. La empresa ya está experimentando un crecimiento internacional fuerte a través de sus clientes, muchos de los cuales son multinacionales que están llevando la solución a múltiples filiales.

Christian Struve, también agrega: “Estamos muy emocionados por esta nueva etapa donde podremos invertir en I+D y acelerar la creación de las más innovadoras soluciones para nuestros clientes. No cabe lugar a dudas que Seaya y Gohub son los socios ideales para expandirnos a nuevos mercados, escalar exponencialmente, convertirnos en líderes globales, y alcanzar nuestro propósito de transformar el mantenimiento a una nueva era, reimaginando cómo la tecnología puede impactar el sector del mantenimiento haciéndolo más sostenible, seguro y eficiente.”

Pablo Pedrejón, Principal en Seaya Ventures, ha destacado que: “en línea con la estrategia de inversión de Seaya, ha sido determinante que Fracttal cuenta con un equipo fundador de gran visión y liderazgo, con los que compartimos el objetivo de generar un impacto positivo en la sociedad. El equipo fundador ha convertido a

Fracttal en un líder en el mantenimiento predictivo, que va a experimentar un crecimiento exponencial en los próximos años. Nuestro principal objetivo es acompañarles en la expansión internacional y convertirles en líderes en nuevos mercados”.

Según Jaime Barba, CEO en GoHub e Idrica: “Esta inversión refuerza una vez más nuestra apuesta por apoyar las mejores tecnologías en el sector del agua y la industria que nos ayudan a ser más competitivos y diferenciales en el mercado”.

Fracttal fue fundada en 2015 por **Christian Struve** y **Alejandro Pérez** tras ganar el Demo Day de **Start-up Chile**. Hoy cuentan con un equipo de más de 80 personas atendiendo a cerca de 1000 empresas clientes en más de 30 países con operaciones locales en España, Chile, México, Brasil, Colombia y una red de *partners* en más de 15 países.

Sobre Fracttal

Fracttal es una *start-up* que provee una novedosa plataforma de gestión de mantenimiento y de activos físicos 100% basada en la nube, 100% móvil, integrable con cualquier ERP y completamente lista para el internet de las cosas (IoT), con la finalidad de ayudar a empresas de los más diversos tamaños y rubros a enfrentar los retos propios de control y seguimiento de sus operaciones de mantenimiento, simplificando el trabajo en terreno, eliminando los formularios en papel y digitalizando por completo toda la información de equipos, proveedores, técnicos, cronogramas de mantenimiento, ordenes de trabajo, repuestos, costos, emergencias, garantías, y mucho más. Presentando todos estos datos con poderosos *dashboards* e indicadores KPI.

Para obtener más información, visite <https://www.fracttal.com>

Sobre Seaya Ventures

Seaya Ventures es una firma líder de capital riesgo en Europa y América Latina con sede en Madrid, España, que invierte en emprendedores excepcionales que están construyendo empresas tecnológicas globales. Desde que recaudó su primer fondo en 2013, **Seaya** gestiona un volumen agregado de 300 millones de euros en tres fondos en etapa inicial. **Seaya Ventures** acelera el crecimiento de las startups trabajando con los fundadores para mejorar su visión estratégica, poniendo a su disposición su plataforma global, su sólida red de fundadores, inversores y corporaciones, así como la experiencia de **Seaya** en escalar empresas líderes como Glovo, Cabify, Wallbox, Clarity, Clicars y Savana.

Para obtener más información, visite www.seayaventures.com

Sobre GoHub

GoHub es el hub de innovación y deep tech, además de vehículo de inversión corporativa, de Global Omnium, una de las grandes corporaciones del sector del agua, con presencia en cuatro continentes y siete millones de clientes. Creado en 2019, invierte en startups que emplean tecnologías profundas para resolver retos de la industria 4.0, las ciudades inteligentes y la gestión inteligente del agua. Con un portfolio de 25 startups y más de 13 millones de euros invertidos, GoHub lidera una nueva ola de cambio tecnológico que impulsa la digitalización industrial de forma sostenible y genera oportunidades de negocio con impacto social positivo.

Para obtener más información, visite <https://gohub.tech>



Cámbiate al software de mantenimiento del futuro

¡Renuévate este 2021! Solo basta que nos envíes una factura con tu actual proveedor y listo, ¡obtén un año completamente gratis!

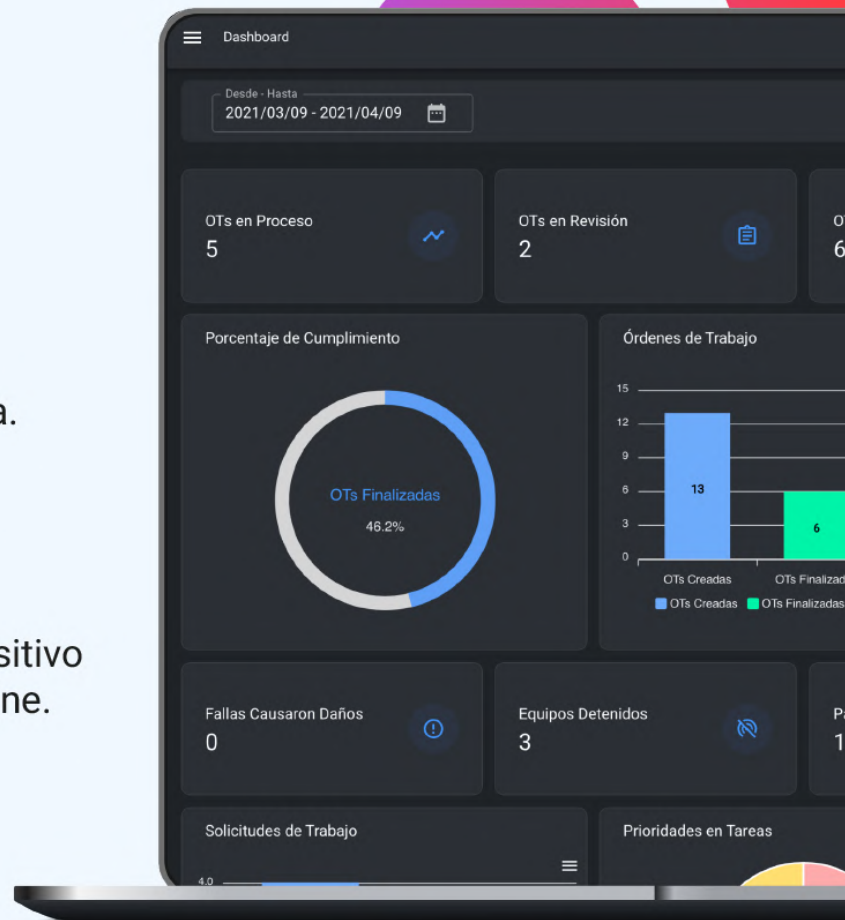
Programa de Renovación Continua:

- ✓ Válido solo para migración desde otras soluciones CMMS/EAM/GMAO
- ✓ Primer año de suscripción gratuita (costo cero).
- ✓ Te ayudaremos con la migración de data.
- ✓ Capacita a tu personal con Webinars y cursos gratuitos. Incluye certificación.
- ✓ App móvil disponible en cualquier dispositivo y con la opción de trabajar en modo offline.

www.fractal.com

Contacto: ventas@fractal.com

1 AÑO
GRATIS



*Válido solo para migración de software.

Entrevista Fractal

¿Cómo funciona la operación de Fractal en México? ¿Cuántos empleados directos e indirectos en México?

Fractal México comenzó sus operaciones en CDMX en el año 2018, y actualmente contamos con una equipo de 11 Personas entre, áreas Directivas, administrativas, Recursos Humanos, Customer Success y área de Ventas, el equipo esta liderado representado por nuestro Country Manager – Fabian E. Mendoza Contreras, quien se encarga de llevar acabo el cumplimiento de los objetivos comerciales y la gestión de las operaciones así como desarrollar y aumentar la rentabilidad y crecimiento comercial de Fractal en México y Guatemala.

¿Cuántos clientes tiene Fractal en México?

Actualmente contamos la confianza de mas de 100 empresas de diferentes verticales y tamaños que van desde PyMEs hasta empresas



transnacionales como FedEx, Grupo Salinas, Hoteles Iberostar, Veolia, entre otros más.

¿Qué verticales se centran en México?

Fractal es una solución transversal que puede ser implementado en empresas de diferentes verticales, en su mayoría en México hemos tenido la oportunidad de colaborar con empresas del Sector Manufactura, Energía y Servicios, sin embargo también contamos con usuarios en el giro de la minería, hotelería, Farmacéutica y salud, construcción, gestión de flotillas vehiculares entre otras más.

¿Quiénes son los principales socios comerciales en México?

Nuestros principales socios comerciales son además de nuestra red de Partners, se encuentran en las cámaras de comercio, cámaras industriales y asociaciones con las que tenemos el gusto de colaborar adema de eventos especiales, ferias y expos.

¿Cuántos distribuidores tiene Fractal en México?

Contamos con una red de 3 Partners en Guatemala y 10 de Partners en México en diferentes regiones que ofrecen las soluciones de Fractal a sus clientes y prospectos.

¿Cómo impactará la nueva contribución recibida en la operación en México?

Estamos seguros que esta inversión nos permitirá posicionarnos en México como la solución CMMS #1 para la gestión de activos empresariales, a través de una aceleración y mejora de procesos, pero sobre todo innovando en tecnología que aporte valor a todas las empresas que implementan nuestras soluciones para la mejora, control y gestión de sus activos.

¿Cuál es la receta solo de México?

Sin dudar puedo asegurar que contar con una solución y de primer nivel, que ha roto paradigmas de innovación funcionalidad y rentabilidad entre los sistema de gestión de mantenimiento y el IoT, a sido un parte aguas en nuestro sector, no solo en México sino en todos los países del mundo donde tenemos presencia, además contamos en nuestra filas de colaboradores un gran numero de expertos con amplia experiencia en el mundo de la gestión de activos y el mantenimiento que nos permiten brinda una solución de 360 grados a todos nuestros clientes.

¿Cuál es la expectativa de ingresos de Fractal para México en 2021? ¿Y durante los próximos 5 años?

Aproximadamente 960K USD y tenemos una proyección durante los próximos tres años de 2.8 USD por año hasta el 2023.

¿En cuántos países opera Fractal actualmente? ¿Cuáles son ellos?

Contamos con operaciones 35 países en 200 ciudades a nivel mundial y con oficinas locales en, España, Santiago de Chile, Colombia, Brasil, Estados Unidos y México, más de 800 clientes activos y 15000 usuarios que gestionan en sus plataformas más de cinco millones de activos.

SAP



Reliabytics

Solución de APM Basada en Analíticas que permite lograr:



3% - 35%

Reducción de incidentes



5% - 20%

Aumento de Productividad



2% - 6%

Aumento de Disponibilidad



5% - 10%

Reducción de Costos de Inventario



10% - 40%

Reducción Mtto. Reactivo

¿Son las personas de la organización “Activos Humanos”?



José Luis Rodríguez G.
Confiabilidad Centrada en las
Personas, MLET, DOR, VS -EQAC, SEI,
SEI YV, SEI 360 6S, Design Thinking
For Innovation
jl1255@outlook.com



Adrián Aguirre Flores
Consultor en Gestión de
Confiabilidad Humana
entreactivos@gmail.com



El siguiente artículo ha sido elaborado por el interés de los escritores de dilucidar cuál es el término que debemos utilizar en el mundo laboral en relación a si somos Personas o Activos Humanos.

En Google aparecen cerca de 182.000.000 resultados con esa frase, sin embargo, al hacer un filtro más exhaustivo, en su mayoría se refieren a empresas consultoras, a frases de empleadores y empresas y alrededor de 12.400 artículos.

Esta denominación genera un debate doctrinal y filosófico en cierto modo, de suma importancia, y hoy más que nunca es menester dilucidar el termino correcto, ¿Cuál debemos utilizar, Personas o Activos Humanos?

Este artículo se fundamenta en cuatro partes, la primera conceptual, la segunda desde el análisis de los conceptos, la tercera desde el enfoque de las emociones y la última con las conclusiones.

Antes de comenzar con la argumentación veamos lo que expreso Peter Drucker: “¿Es real la frase de las empresas cuando dicen que sus trabajadores son su principal activo? Hoy en día todas las organizaciones dicen eso de que las personas son nuestro principal activo. Pero son pocas las que practican, lo que predicán y menos aun las que lo creen de verdad. Los directivos siguen pensando, quizás inconscientemente, lo mismo que las empresas del siglo XIX: el personal nos necesita más que nosotros a ellos”.

Si contrastamos la frase con la cantidad de accidentes laborales, la cantidad de enfermedades producto de la exposición laboral, así como las muertes, la cantidad de desempleo, la pérdida de productividad por afectaciones, nos deje una evidencia, cualitativa y cuantitativa, que las organizaciones no definen que los trabajadores son su principal activo.

De los conceptos para el contexto

Ahora bien, ¿Somos Activos Humanos? Por muy llamativa la frase, la rimbombancia y cercanía que genera con la Gestión de Activos (Término de moda, vendido erróneamente) no define nada realmente en el mundo organizacional. La frase es poli semántica en si lo que ya le dará diversas interpretaciones o connotaciones, incluso para algunos

seria parte de la discusión dialéctica de filosofías de carácter político.

Para argumentar el escrito, vamos a aplicar los principios de la hermenéutica en el análisis e interpretación de algunos conceptos importantes y que debemos integrar al cuerpo del artículo, ya que son de gran utilidad.

Primer término, lo analizamos desde la óptica de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF, Activo: un activo es considerado como un recurso controlado por la entidad como resultado de sucesos pasados y del cual espera obtener en el futuro beneficios económicos NIIF- NIC 38.8. (F.49(a)).

Según la ISO 55000 un Activo es algo que posee valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero. Note el lector, que entre ambas normas existe una diferencia basada conceptual, pero que apertura el debate; es decir, si la organización considera que los trabajadores tienen valor, son activos, así en la realidad no se manifieste. Para la Gestión de Activos entonces el trabajador es un activo, pero no lo llama activo humano sino Personas. *(Cabe destacar que la postura de ambos escritores, de llamar Personas, no es porque la ISO lo define, su postura es desde la década de los 80 y 90 hasta la actualidad; sin embargo, la ISO 55000 viene a soportar su postura).*

Humano: Que tiene naturaleza de hombre ser racional. Diccionario de la RAE.

Activo Humano: Los comportamientos, el conocimiento y la competencia de la fuerza laboral tienen una influencia fundamental en el desempeño del activo físico. Documento PAS 55.

Activo intangible: un activo identificable, de carácter no monetario y sin sustancia física que generarán beneficios económicos futuros controlados por la entidad. NIIF C-8, NIC 27.4 NIIF 3.A.

Veamos el siguiente concepto sujeto de análisis, es el de Capital humano:

Potencialidad productiva de las personas de una empresa en función de su educación, formación y capacidades. Es decir, se refiere al conocimiento útil para la empresa que poseen las personas, así como su capacidad para regenerarlo, es decir su capacidad para aprender. Incluye los siguientes tipos de conceptos y elementos: saber cómo, educación, calificación vocacional, conocimiento relacionado con el trabajo, valoración ocupacional, competencias relacionadas con el trabajo, satisfacción del personal, otras. En este concepto se observa el impacto que tuvo en el documento PAS 55 al definir activo humano.

Otro aspecto importante que debemos destacar, es que la visión del activo se da desde la visión de dueño, del que posee los medios de trabajo y domina el sistema productivo o por lo menos está bajo su control.

Iniciemos el análisis de los conceptos, así como la experiencia que hemos tenido en la investigación

En primer lugar, desde mi percepción y luego de analizar los conceptos así como conversar con especialistas en economía y contabilidad, el ejemplo más cercano al concepto de activo y que de un Activo Humano es un deportista que juegue en el Béisbol, Fútbol, Hipismo, Voleibol, o Hockey, así como cualquier deporte y al final el concepto y el análisis de expertos en finanzas y contabilidad del mundo deportivo se decanta hacia que el deportista es un Activo Intangible, incluso se sorprenderán, ¿sabían que Messi uno de los mejores jugadores actuales, su valor contable es Cero?

Continuando con el ejemplo, un deportista es observado desde niño, fichado, llevado a una granja donde solo se dedica a jugar y sus habilidades medidas en datos y resultados le van subiendo de nivel, de categoría, la organización entonces en base a los resultados obtenidos proyecta su actuación a X años y monetiza el valor en el futuro y aún con todo esto no considera al jugador como un activo humano. Finalmente, los expertos en economía, finanzas y contabilidad del mundo deportivo se decantan hacia ver al deportista desde la óptica de un Activo Intangible.

En segundo lugar veamos desde el punto de vista financiero y contable, activos humanos es una expresión que coloquialmente se emplea con cierta frecuencia, muchos la asocian

a una evolución del departamento de personal, recursos humanos o talento humano, sin embargo estos análisis se quedan cortos en su visión, la frase en cuestión tiene una gran repercusión financiera en las instituciones de cualquier índole, contablemente, no podemos hablar de activos humanos y desde el punto de vista financiero, las características del activo son uno de los factores que más influyen en la valoración de la empresa.

Por ello, la valoración del Humano como activo se convierte en un gran reto para los responsables financieros, contables y de gestión de personas en las empresas. Comprender las diferencias de enfoque es fundamental para lograr un buen entendimiento de la información que cada departamento produce o reclama de los demás y mejor aún para el desarrollo y crecimiento de la Organización.

Converse con mi amigo Daniel Díaz, un Economista, para argumentar la investigación y el me comento al respecto: *“Te puede llamar la atención que leyendo un balance, observando el patrimonio de la empresa, que en los libros contables, incluso aparezcan la valoración de elementos importantísimos para su funcionamiento, tanto materiales como intangibles, y sin embargo, no figure una partida referida a los activos humanos, incluso las partidas que RRHH destina para capacitación la registra como gastos de formación”*.

Así que concuerdan Daniel Díaz y Gonzalo Abad en sus opiniones.

De sus opiniones puedo rescatar lo siguiente: En realidad, la explicación es bastante sencilla: Los trabajadores no cumplen con la definición de activo. Si bien es cierto, de ella se esperan esfuerzos que contribuyan a generar rendimientos a lo largo del tiempo. Pero, para que un elemento de la empresa pueda considerarse activo contable debe tratarse de un recurso controlado económicamente por la empresa.

Así, podemos decir que controlamos económicamente, un inmueble, una marca o una máquina, por ejemplo. Por el contrario, en el caso de las personas, su libertad escapa al control de la empresa. Tampoco sería fácil establecer una valoración fiable desde el punto de vista contable. No hay un precio de adquisición de los trabajadores, ni un coste de producción, a pesar de que las empresas destinen sumas importantes a invertir en sus trabajadores, más allá de la mera retribución. Sería muy complicado determinar qué tipos de desembolsos van destinados a un hipotético activo contable denominado personal.

Pero como les comenté, si hacemos una analogía con el mundo del deporte podemos encontrar avances, pero no para conceptualizar a los trabajadores como activos humanos sino como activos intangibles, pero para ello la organización debe dar un giro de 360° y fortalecer su visión, no todas lo entienden.

Pero antes que salgan de su asombro y vayan a investigar si Messi vale cero para el Barcelona, sigamos con el análisis.

El período desde la generación de un activo hasta el final de su vida, es la vida del activo. La vida del activo no necesariamente coincide con el período durante el cual cualquier organización tiene responsabilidad sobre el mismo; en cambio, un activo puede proporcionar valor potencial o real a una o más organizaciones a lo largo de la vida del activo y el valor del activo para una organización puede cambiar a lo largo de la vida del activo. Una organización puede elegir gestionar sus activos como un grupo, en vez de individualmente, de acuerdo con sus necesidades y para alcanzar beneficios adicionales.

Tales agrupamientos de activos pueden ser por tipo de activos, sistemas de activos o portafolio de activos.

Está claro que, aunque se puedan agrupar a los trabajadores en equipos de trabajo, turnos y líneas de reporte, no obedece al 100% con lo descrito anteriormente, ¿y si lo vemos desde el enfoque del valor?

La ISO 55000, define el Valor: Los activos existen para proporcionar valor a la organización y a sus partes interesadas. La gestión de activos no se enfoca en el activo en sí mismo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización.

El valor (que puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero) será determinado por la organización y sus partes interesadas, de acuerdo con los objetivos organizacionales.

Para iniciar este proceso en la organización, primero debe conceptualizar y politizar en todo el personal el nuevo proyecto, medir el talento de cada trabajador ajustado a las necesidades de la empresa, es decir el “Talento del Trabajador” y esto es lo que debe registrarse contablemente, debe entonces cumplir con los aspectos contables para ello; sin embargo, debe existir de manera transversal en la Organización. Los procesos que forman parte de la gestión del conocimiento son el descubrimiento, la captura, la clasificación y almacenamiento, la distribución y disseminación, el compartir el conocimiento y la colaboración. Ahora bien, si desarrolla un marco general para el manejo de los activos

intangibles, así como algunas de las actividades que pueden contribuir a las competencias y desarrollo de las personas en una organización. Este punto es interesante entenderlo y divulgarlo, las normas de la Gestión de Activos no consideran el término de activos humanos.

Para muchos la venta y marketing que ha tenido la ISO 55000 y sus normas hermanas asociada a la Gestión de Activos, no ha sido la panacea, ni tampoco se encuentra entre las normas con mayor interés en certificarse. El lector puede revisar el ISO Survey 2019, pero podemos rescatar que ella no usa entre sus conceptos el de Activo Humano, como si lo indicaba el documento PAS 55 dentro de su propuesta de activos.

Hay algunos autores que consideran que Activos Humanos puede ser considerado una marca, pero no una denominación de los trabajadores y consideran utilizar el término de Capital Humano, y hasta allí está todo bien, pero el análisis sigue quedándose corto aún.

Hay dos aspectos importantes que debemos destacar: Por el principio de la ajenidad, así como la capacidad de sustitución sea voluntaria o no que tiene el trabajador en una empresa ya limita su concepción de activo cuyo uno de sus elementos es que sea de propiedad de la empresa y si bien puede cuantificar su aporte, muy lejos está de ser dueña del hombre.

Cuando una empresa toma en serio esto del capital humano como activo intangible o intelectual implementa todo lo relacionado a la Gestión del Conocimiento, adicional que comienza a sopesar la pérdida del personal y su impacto en la productividad, hacer cambios en los sistemas de medición, hay cambios en la forma como gerencia y gestiona los factores humanos, aplica estrategias centradas en las personas.

Hay que dejar claro algo, una cosa es que la Organización proyecte el valor de la mano de obra y grupal en el tiempo, y otra implementar un sistema de valoración del aporte a los activos intangibles de la empresa y su impacto en los procesos, productividad y competitividad.

El capital intelectual como parte de la valoración intangible contribuye de forma notable a mejorar el rendimiento, la eficiencia y la competitividad de la empresa de múltiples formas:

- La salud y la calidad de vida de los trabajadores mejoran, lo que se traduce en un mayor rendimiento y una mayor calidad en su trabajo.
- Un entorno de trabajo adecuado y una atención a las personas crean un clima de confianza que favorece la motivación y satisfacción de los trabajadores, así como su identificación con la empresa y sus objetivos.
- Invertir en prevención y formar a los trabajadores aumenta sus potencialidades, los prepara para el correcto desempeño de sus tareas y favorece su creatividad.

Una cultura preventiva en la empresa mejora la imagen de la misma, con el beneficio que esto conlleva en sus relaciones con proveedores, clientes y sociedad en su conjunto.

Las personas interactúan con todos los activos definidos en la organización para generar valor, tal como lo indica la figura a continuación:

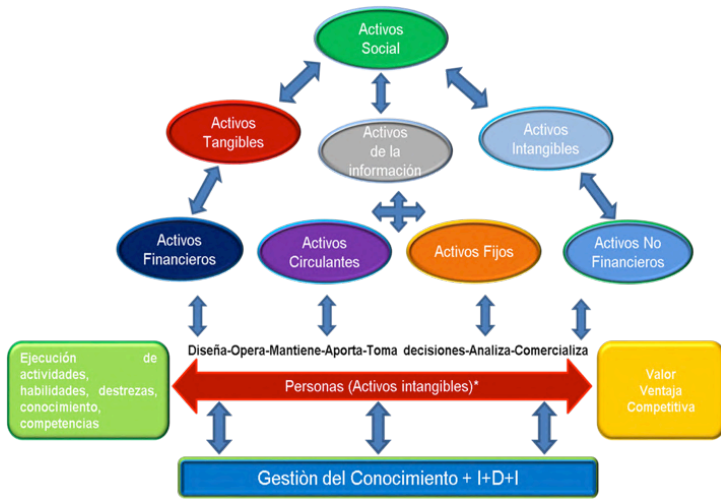


Figura 1. Interacción de las personas con los activos de la organización. Fuente: El autor.

(* El aporte de las personas puede ser clasificado como activo intangible.

A partir de aquí, una vez que existe un proceso de captación del conocimiento y reinyectado como mejoras, entonces si podríamos decir que el trabajador mediante su Talento, que trae consigo o que la organización le ayuda a desarrollar y potenciar, puede aportar valor. Solo así se puede hablar del Valor de las personas o como aportan valor las personas a los resultados de la empresa. Como anteriormente mencionamos, este aspecto lo contempla la ISO 55001.

¿Somos activos humanos desde el enfoque de las emociones?

Otro enfoque a esta interesante pregunta sobre suponer activos humanos a las personas, si lo está considerando desde el punto de vista del valor agregado para la organización, entonces este supuesto podría tener sentido. Sin embargo, ¿debería declarar con precisión a las personas como Activos Humanos, aunque el Sistema de Gestión de Activos GA las considere activos intangibles? Mi opinión personal sería: no podemos. No solo por la simple razón de que no podemos tener propiedad de una persona o medir los beneficios económicos futuros en términos de dinero, sino por el simple hecho de que no podemos controlarlos con parámetros diseñados o definidos en la descripción del puesto o función.

Las personas son mucho más complejas que los activos físicos, bien proporcionemos o no formación profesional para el puesto de trabajo. Esto se basa en el hecho de que lo que observamos en el comportamiento humano es aproximadamente el 10% de lo que está en nuestra mente, lo que a sabiendas impulsa nuestro comportamiento.

Todos tenemos un conjunto de habilidades que nos permiten funcionar correctamente en circunstancias normales. Sin embargo, las situaciones ideales no son las que enfrentamos en la vida real. Las condiciones estresantes pueden hacer que los humanos reaccionen

de manera diferente a lo esperado. Podría causar distracción perdiendo su concentración en la tarea en cuestión. Además, podría obligarlo a reaccionar en piloto automático o en una respuesta de estrés agudo produciendo una serie de resultados indeseables.

Las emociones son fuertes impulsores de nuestro comportamiento, y debemos prestar mucha atención, ya que hay datos que intentan decirle lo que está sucediendo. En consecuencia, nuestra alfabetización emocional, reconocimiento de patrones o reacciones automáticas, las opciones disponibles y las capacidades de toma de decisiones, son muy importantes. Por lo tanto, la inteligencia emocional o EQ por su acrónimo en inglés, es vital para asegurar una respuesta adecuada en situaciones en las que las habilidades funcionales no brindan resultados positivos. Fomentar la inteligencia emocional ayudará a las personas a ver definitivamente sus opciones y tomar decisiones mejores y óptimas. Aquí es donde la Confiabilidad Centrada en las Personas resulta útil. El comportamiento es solo lo que vemos, los factores o impulsores más importantes subyacen al comportamiento. Es el efecto iceberg (Figura 2).



Figura 2. Iceberg del comportamiento. Fuente: Adaptaciones propias.

Hay algunas creencias de que EQ es algo que lo tienes o no, nada está más lejos de la verdad. EQ se puede aprender, mejorar y medir.

El modelo de inteligencia emocional de Six Seconds es un proceso de tres (3) pasos: 1 Conócete a ti mismo, que implica la conciencia de ti mismo, 2 Elígete a ti mismo, gestiona tus opciones, y 3 Entrégate a ti mismo, que se trata de dirección y visión a largo plazo. Este proceso también se conoce como 123KCG. Es un proceso cíclico que se representa intencionalmente en un círculo, porque en la medida que completas cada ciclo, eres más consciente, más intencional y más decidido. Soportando el modelo, hay nueve (9) competencias que apoyan todo el proceso (Figura 3).



Figura 3. Modelo de la Inteligencia Emocional de Six Seconds.

Lo más esencial para recordar es que las emociones son datos y es importante comprender el mensaje que trae. Hágase estas preguntas. ¿Qué estoy sintiendo? ¿Qué opciones tengo? ¿Qué es lo que realmente quiero? De esa manera, estás aportando inteligencia emocional a tu vida. Cuanto más atraviese este proceso, mejor obtendrá y aumentará las competencias de EQ.

Las organizaciones suelen considerar las relaciones humanas en el trabajo como habilidades blandas. Me pregunto qué tan blandas debería considerarse la confianza como un impulsor importante de los indicadores clave de rendimiento (**KPI**), como la productividad, la retención, el enfoque en las partes interesadas y el éxito futuro. Estudios recientes¹ revelaron que **La Confianza** predice el 62% de la variación de estos KPI combinados. Aun así, la confianza obtuvo el puntaje más bajo de los cinco impulsores importantes en el clima de la organización: confianza, motivación, cambio, ejecución y trabajo en equipo. Esto se asocia frecuentemente con un liderazgo deficiente. El compromiso normalmente alrededor del 30% según Gallup, está principalmente relacionado con las emociones y las relaciones, y según este estudio, los problemas emocionales y relacionales son 2,5 veces las principales preocupaciones en las organizaciones en lugar de las técnicas y financieras (Figura 4).

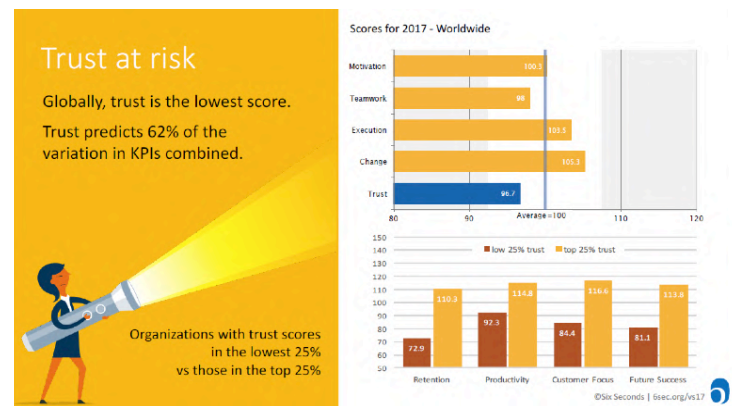


Figura 4. Datos estadísticos de la influencia del compromiso en la productividad.

La confianza es la base de cualquier relación, y es la confiabilidad de que alguien o algo no fallarán en determinadas circunstancias y en un período definido. Por supuesto, esto no es del todo cierto ya que nada o nadie es completamente infalible, pero es posible llevar esta confiabilidad a niveles más altos.

En las organizaciones, la confianza es el eje de los impulsores mencionados anteriormente: motivación, cambio, ejecución y trabajo en equipo, y depende en gran medida del liderazgo. Los gerentes y supervisores deben saber cómo liderar a las personas. Desafortunadamente, las organizaciones no preparan ni capacitan a verdaderos líderes. No es solo una cuestión de autoridad o dirección de las personas de las que cree que está a cargo; es algo más profundo. Es estar a Cargo de ofrecerles una visión que puedan sentir como propia y todos los recursos necesarios para tener éxito en ese objetivo.

Entonces, surge la pregunta, ¿cómo podríamos capacitar líderes, ya que parece que nacen naturalmente con buenas cualidades de líder? No existe tal cosa; las personas pueden formarse en esas capacidades, y lo más interesante es ver cómo crecen y miden sus competencias.

Existen herramientas diseñadas para tal fin y los resultados se presentan en informes normativos.

Además, la forma en que las personas reciben información, cómo toman decisiones y qué las impulsa más, pueden perfilarse en informes gráficos simples sobre el individuo. La realización de una evaluación de la inteligencia emocional completando un cuestionario, es todo lo necesario para realizar una evaluación completa de la persona evaluada. Los informes muestran una foto instantánea, en cuanto a las variables reportadas, del sujeto en evaluación. Los resultados son un reflejo de la persona exactamente en ese momento. El desarrollo de las competencias de Inteligencia Emocional afectará las puntuaciones y se notará la mejora de la persona en las distintas áreas.

Estas herramientas también podrían aplicarse a un grupo de personas y evaluar su desempeño como equipo. Las aplicaciones de estas herramientas son numerosas. A menudo se usa para la selección

¹ ¿Cuán vital es su organización? Hallazgos clave e informe sobre la encuesta de vitalidad de 2017 de Paul Stillman | 23 de julio de 2017 | EQ Business, Six Seconds.

personal para un rol, tarea o proyecto específico, evaluaciones de desempeño, liderazgo, clima organizacional, etc.

Si bien las personas necesitan ser vistas y escuchadas, motivadas para trabajar en equipo, también necesitan ser líderes por sí mismas, estar intrínsecamente motivadas y actuar de forma coherente con lo que piensan y sienten. Por supuesto, deben estar entrenados

primero en todas las competencias de EQ para tener un dominio para responder adecuadamente a diferentes situaciones. El objetivo final es crecer y proteger el talento humano ya que la Retención es uno de los cuatro resultados que muestran lo Vital que es la organización. Hay una cita famosa de Richard Leider: **“La gente no deja las empresas, deja a los líderes”**.

De las Conclusiones

Como conclusión, podríamos considerar, que la poca comprensión del impacto de la Gestión de Activos, la interpretación poli semántica aunado a la venta distorsionada que ha tenido, tiene saturado el mercado de la consultoría empresarial en este sentido.

Ciertamente creo que, como la parte más importante de cualquier organización, las personas deben estar en el centro de todos los procesos y la planificación. No somos máquinas ni somos completamente racionales, y nuestras emociones juegan un papel importante en la forma en que nos enfocamos, en cómo tomamos decisiones y en lo que nos impulsa a desempeñarnos.

Si usted quiere tener avance en la implementación de la Gestión de Activos, centre sus esfuerzos, estrategia, políticas, liderazgo y disciplina en las Personas.

Utilice la, estrategia organizacional, Confiabilidad Humana Centrada en las Personas.

Recuerde, si la organización estructura un aprovechamiento del aporte de las personas mediante el proceso diseñado, sostenido, medido y aplicado de la gestión del conocimiento y logra medir el impacto del trabajador en el producto final, será un aporte como Activo Intangible no como Activo Humano, y esto lo demarca de alguna manera la ISO 55000 – 55002 al delinear el desarrollo de competencias, medir el error humano, pero no es mucho.

Cada organización puede gestionar el valor de su personal. Finalmente hay que destacar que existe una interrelación entre los valores intangibles y los tangibles. Es evidente que trabajar bien, y formar, y motivar a las personas (valores intangibles) ha de repercutir en el beneficio empresarial (valor tangible).

Finalmente, estimado lector:

- Las personas que forman la parte de un Sistema Socio-técnico no pueden ser conceptualizados como Activos Humanos.
- Aunque las personas que conforman todos los niveles de la empresa pueden (si existe un proceso de gestión de conocimiento y medición del valor) ser consideradas un activo intangible, desde una perspectiva humana el término correcto debe ser Personas.
- Las emociones son sentidas y controladas por ellas mismas.
- La denominación contable que se le asigne, el nombre rimbombante a la gerencia o al proceso interno dentro de la empresa no tiene una repercusión directa en las personas si no hay una gestión centrada en ellas realmente, la empresa los puede llamar “Activos Humanos” pero si no existe motivación, comunicación, condiciones seguras de trabajo, salario emocional, planes de carrera y desarrollo de competencias ni siquiera el nombre es real.

Nos gustaría terminar este escrito con una frase:

“Utilizar la palabra “Personas” dentro de las organizaciones nos hace recordar siempre lo importante que somos dentro de un proceso, es un término alejado de la política, de ambigüedad, de enfoques poli semánticos y nos mantiene cercanos, humildes, servidores, con capacidad de aportar y aprender”

Adrián Aguirre, 2021

CMMS /EAM. 100% MÓVIL
FÁCIL DE USAR Y RÁPIDO
DE IMPLEMENTAR.



—
**Optimice la gestión
de mantenimiento
para que todo
funcione.**

www.consuman.com
ventas@consuman.com



Jorge Alarcón

Global Technical Manager, OCM

jorge.alarcon@bureauveritas.com



Oil Condition Monitoring

Analítica de Datos Aplicada al PQindex

El PQindex es uno de esos ensayos de laboratorio que están en el limbo, entre lo físico explicable, medible-cuantificable y lo etéreo. Aporta un valor, ¡pero con cuidado! es un valor adimensional y debe ser tratado como tal. La pregunta es ¿cómo deberíamos tratar a un valor que no tiene unidades? Mientras escribía este artículo y realizaba unos análisis con un lote de muestras de cerca de 10 mil muestras, consulté con un profesor de estadística aplicada, como se debe trabajar con un valor de estas características. Su respuesta respaldó las suposiciones iniciales sobre las que había basado el estudio. El verdadero aporte del PQ al análisis de aceite como herramienta de mantenimiento predictivo tiene un matiz interesante y esto dio lugar a que este test haya cobrado nuevamente una importancia relevante.

Veamos el caso de fallo de una reductora con un aceite EP220 y un volumen cercano a los 250 litros. Por una razón técnico económica se decidió no realizar el análisis de PQ en el laboratorio, hablamos de alrededor de \$3 adicionales por muestra - una ruina para cualquier empresa. Una concentración elevada de hierro alertó al usuario final de un potencial desgaste anormal y sus posibles consecuencias en un plazo de tiempo medio, algo entre 6 a 9 meses según experiencias previas. El informe establecía claramente que debido al tipo de desgaste los análisis posteriores podrían presentar una caída drástica en la concentración de hierro y ¡así fue!

Esta caída se debía simplemente a que la rugosidad de las superficies en contacto había sido pulida debido al contacto metal con metal. El problema en este tipo de componentes radica en que muchas veces ese contacto no se detiene ahí,

sino que continúa y los desgastes se siguen generando, pero van a más en cuanto a tamaño de la partícula.

Una explicación gráfica relativamente sencilla de cómo se producen las partículas de desgaste

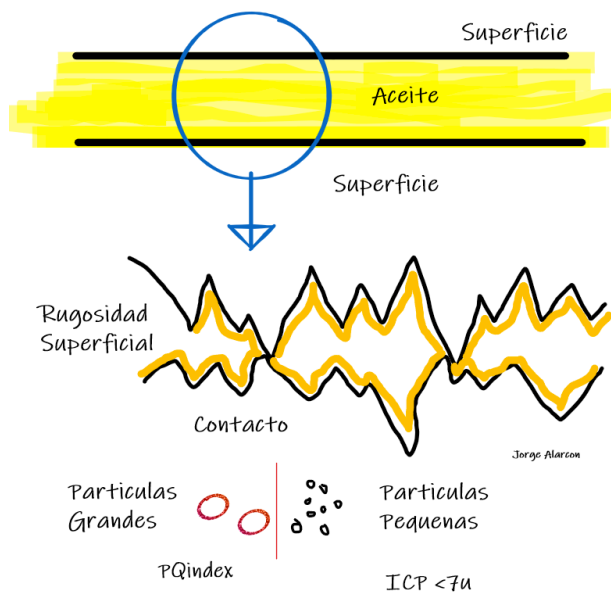


Figura 1

(por contacto) en sistemas lubricados ya sea por grasa o por aceite es la que tenemos a continuación. Es indiscutible que en muchos casos nos perdemos parte del escenario del desgaste cuando, por la razón que sea,

no se determina si existen partículas ferromagnéticas superiores a las 7-10µ.

Volvamos a la reductora en cuestión. En casos de desgaste anormal como este, el fallo funcional puede ser detectado con anterioridad

si se ponen las piezas en el orden adecuado, es decir la concentración de hierro y partículas ferromagnéticas en función tiempo-producción.

Veamos primero el gráfico en función de tiempo sin tomar en cuenta el valor maximizado de PQ

(PQ_m), que es como llamaremos de aquí en adelante al dato tratado como un par de ecuaciones basadas en estadística aplicada

y en datos operacionales. A menos que se haya realizado algún tipo de rectificado mecánico o reemplazo de la(s) pieza(s) que sufre(n) desgaste, un deterioro tan marcado no puede simplemente desaparecer, de 78ppm a 14ppm.

BUREAU VERITAS ANÁLISIS DE ACEITE

ANÁLISIS DE ACEITE | ANÁLISIS DE REFRIGERANTE
| ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE | ANÁLISIS DE
GRASAS | ANÁLISIS DE FLUIDOS DE CORTE
ANÁLISIS DE FLUIDOS DE SISTEMAS HVAC
ANÁLISIS DE ACEITE PARA TRANSFORMADORES

La confiabilidad de las máquinas móviles e industriales comienza con un programa continuo de análisis de aceite. La red mundial de laboratorios de última generación de Bureau Veritas proporciona resultados precisos y fiables en los que puede basar su programa de mantenimiento predictivo. Contacte con nosotros.

LOAMSSM - Sistema de gestión de análisis de aceite lubricante. Nunca ha sido más fácil para los gestores de equipos y el personal de mantenimiento optimizar la productividad utilizando datos de análisis de aceite usado en tiempo real.

NUESTROS LABORATORIOS:

Los Angeles, CA
3401 Jack Northrop Avenue
Hawthorne, CA 90250
Tel: +1 800-248-7778

Houston, TX
12715 Royal Drive
Stafford, TX 77477
Tel: +1 800-248-7778

Chicago, IL
2450 Hassell Road
Hoffman Estates, IL 60169
Tel: +1 800-424-0099

Atlanta, GA
3385 Martin Farm Road
Suwanee, GA 30024
Tel: +1 800-241-6315

CONTACTO:

Jorge Alarcon,
Global Technical Manager OCM
jorge.alarcon@bureauveritas.com
www.oil-testing.com



BUREAU
VERITAS

GLS13A
Model No. CMT77800200
Made in China
CE

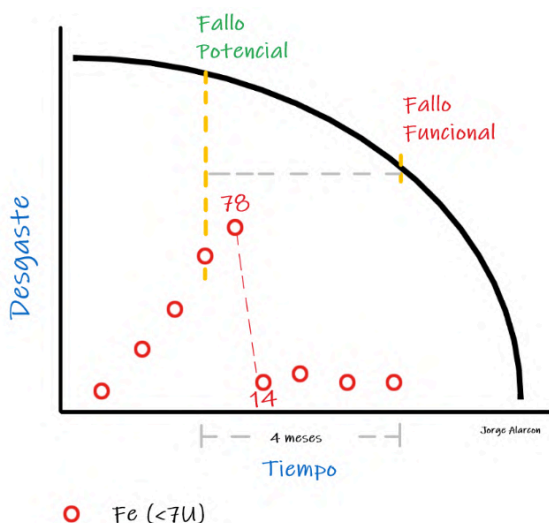


Figura 2

Descrito algunas líneas atrás, el gráfico anterior evidencia que la desaparición del hierro de la concentración de hierro se debe al proceso de pulido. Es aquí, en el punto de inflexión donde la pendiente desaparece por completo y muchos usuarios del análisis de aceite dan por hecho que con ella también desaparece el desgaste, aquel que meses antes había llamado su atención debido no únicamente al incremento en la concentración de hierro sino a la tasa normalizada de desgaste.

La pregunta que surge aquí es ¿cómo se llega al fallo funcional o en algunos casos a uno catastrófico si se está haciendo un seguimiento al desgaste con una frecuencia establecida?

Volvamos a ver el mismo gráfico pero esta vez añadiendo el PQ_m . Una de las maneras más comunes de utilizarlo es ponerlo en comparación en una serie temporal (no de unidades) con la concentración de Hierro (Fe) determinada por un equipo de espectroscopia de emisión atómica como puede ser el ICP.

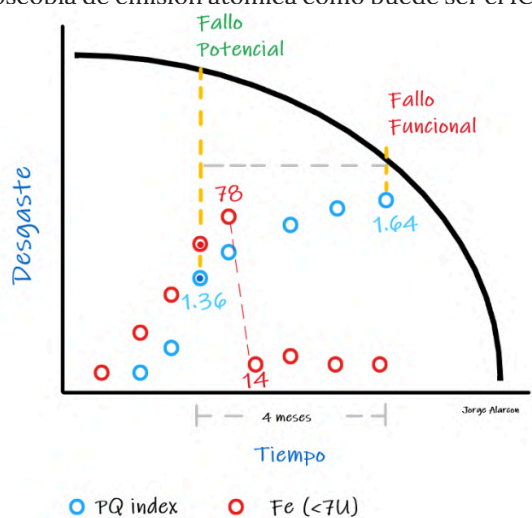


Figura 3

Con solo ver el gráfico completo, hace falta poca explicación de porqué se produce un fallo funcional del componente. Es evidente que el desgaste no se detuvo en ningún momento sino que evolucionó hacia uno mucho más drástico en el que la generación de partículas de desgaste se vio incrementada en cuanto al tamaño de las partículas. En el punto del Fallo Funcional el tamaño de partículas ferromagnéticas superó las 200μ .

Los valores de seguimiento de ambos parámetros se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 1

Hierro (ppm)	PQ
8	-
12	8
16	12
19	15
27	15
37	21
45	25
46	29
49	37
58	48
67	57
72	63
78	64
14	77
17	81
14	76
12	75
15	83

Recuerde que la mayoría de los ensayos de laboratorio están, de una u otra manera, ligados entre si y que unos suelen medir el efecto de los cambios en los otros.

No menosprecie nunca el valor que puede tener un ensayo por muy sencillo que parezca y sobre todo valore los avances de la analítica de datos y el conocimiento aplicado que le brinda su laboratorio, al mismo tiempo evalúe la potencial aplicación de estos avances en sus máquinas.

¿Le interesa conocer un poco más del PQ_m ? en un próximo artículo entraré más en detalle de su aplicación y los beneficios de trabajar con la analítica de datos aplicada al mantenimiento predictivo.

Gestión de Activo 4.0

Predicción del índice de fiabilidad y crecimiento de fiabilidad automática (Fiabilidad 4.0)

The screenshot displays the 'Equipment History' window. It includes 'Equipment Details' for a 'PRODUCED WATER RECIRCULATION PUMP' and an 'Equipment Reliability' section with metrics like Availability (0%), MTTR (31446 hrs), and MTBF (38882 hrs). A 'Maintenance History' table lists past events with columns for Failures, Entered Service, Failure Event, Return to Service, Reported By, Service Period, Time Between Failures, Days to Repair, Time to Repair, and Failure Mode.

Failures	Entered Service	Failure Event	Return to Service	Reported By	Service Period (days)	Time Between Failures (hrs)	Days to Repair	Time to Repair (hrs)	Failure Mode
#4	01/02/13	01/04/14		Mark Sayre	424	10176	0	0	
#3	01/04/12	01/01/13		Mark Sayre	275	6600	0	0	Operational/Corr
#2	01/02/11	01/03/12	04/10/18	Mark Sayre	394	9456	2408	57792	
#1	01/01/10	01/01/11	04/10/18	Mark Sayre	365	8760	2833	67992	

Más Información:
ec@duardocalixto.com

Ver Productos

PHM

Predicción del estado de salud (SoH) y vida remanente (RUL) automática

A hand is shown from the top, holding a glowing blue globe of the Earth. The globe is covered in a network of glowing blue lines and dots, representing the Internet of Things (IoT). The background is a dark blue space with stars. The text "Hablemos de IoT" is written in white, and "(Internet of Things)" is written in yellow below it.

Hablemos de IoT

(Internet of Things)



Raúl Castrillón
Ingeniero de
Desarrollo IoT,
Fractal Colombia
www.fractal.com



El internet de las cosas, más conocido como IoT, llegó a nuestras vidas de una forma acelerada, sin pedir permiso. Hoy, casi cualquier objeto viene pensado para conectarse a internet, lo que permite tener más información y hacer de nuestra vida cotidiana algo más fácil, práctico y eficiente.

Antes de explicar cómo funcionan o que son los dispositivos de IoT, hay que ofrecer un concepto más concreto sobre qué es el Internet of Things.

El Internet de las Cosas (traducción al español), es la interconexión de dispositivos a internet donde se comparte información, se controlan procesos, se muestran estadísticas y hasta llega al punto de generar predicciones.

Este concepto está creciendo de forma tan acelerada que casi todas las personas del mundo han consumido algún servicio alimentado por información disponible en internet, de la que su interfaz puede ser algún dispositivo de medición o algo tan simple como un smartphone. En 2020 se alcanzaron cifras cercanas a los 31.000 millones de dispositivos IoT en funcionamiento alrededor del mundo.

Los dispositivos de IoT y todo el ecosistema de conexión ya es parte de nuestra dinámica de vida. Diariamente consumimos información que viene de internet, como por ejemplo cuando manejas tu auto y le pides a tu teléfono inteligente que trace una mejor ruta, o cuando verificas el estado del clima. Esas acciones tan simples y cotidianas son posibles gracias al IoT.

¿Cómo aporta valor el IoT a las empresas?

El crecimiento de la implementación de equipos de IoT en los procesos empresariales ha sido exponencial. Las industrias han mejorado sus procesos gracias a la rápida respuesta que pueden dar al contar con la información que ofrecen los dispositivos conectados a sus procesos.

La estadística muestra el tamaño del mercado del Internet de las cosas (IoT) industrial a nivel mundial desde 2017 hasta 2025. El valor de mercado estimado para este segmento en 2020 fue más de 77.000 millones de dólares y, de cumplirse las previsiones, podría superar los 100.000 millones de dólares en 2024.

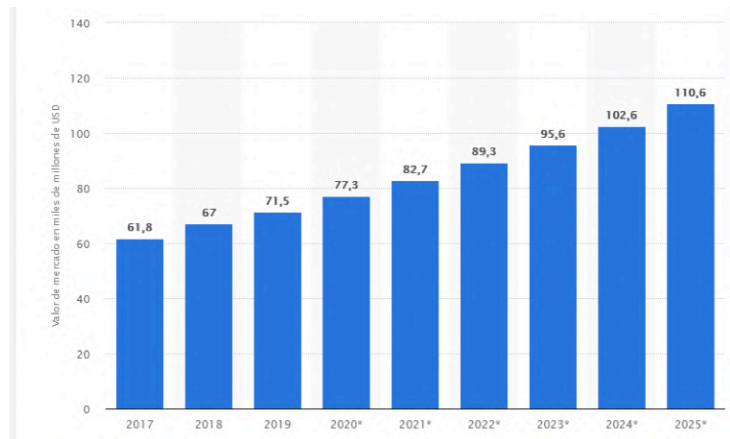


Figura 1. Valor de mercado del Internet de las cosas industrial a nivel mundial de 2017 a 2025 (En miles de millones de dólares)

Es evidente que las empresas requieren cada vez más de la información para mejorar todos sus procesos.

Pero, ¿cómo entender este fenómeno de una manera más práctica?

Pongamos en contexto una situación. Pensemos en una empresa de alimentos perecederos por pérdida de cadena de frío; solo por el hecho de contar con un dispositivo de IoT que mida la temperatura dentro de sus cavas de almacenamiento y que dé aviso de forma temprana en caso de pérdida de frío, puede mitigar el riesgo de pérdida de estos alimentos hasta en un 90%. Llevemos este ejemplo al sector médico, donde es necesario la conservación de vacunas bajo cadena de frío, medicamentos de control, muestras, reactivos, tejidos. Si vamos un poco más lejos, pensemos en todas las industrias de cadena de frío; si todas implementaran IoT para el monitoreo de temperatura, las pérdidas de material refrigerado cada vez serían menores y el ahorro incalculable.

Ahora, no solo la temperatura es importante para las empresas, hay múltiples variables que pueden afectar los procesos industriales y el hecho de monitorear estas variables puede ser crítico en la operación. Por ejemplo: caudal de agua, nivel, presión, humedad, calidad del aire, son solo algunas que se convierten en variables críticas en los procesos industriales actuales y que gracias al IoT se pueden tomar decisiones anticipadas a eventos catastróficos en las empresas.

¿Por qué es importante el IoT en el mantenimiento de los activos?

El IoT no solo se utiliza como método de vigilancia para evitar eventos, también existen múltiples aplicaciones que aportan información necesaria para tomar las mejores decisiones de mantenimiento. Implementar dispositivos IoT en los activos nos permite conocer de primera mano el comportamiento del activo en todo momento y cuáles son los cambios de las variables que pueden afectar el funcionamiento de dichos activos y de este modo acelerar, o en algunos casos, retrasar las rutinas de mantenimiento.

El IoT llegó para quedarse. Ya es parte de nuestra vida y está a solo un paso de convertirse en una vanguardia para proteger procesos y activos utilizando los mejores métodos de medición y hacer los equipos más eficientes.

SDT Training es nuestra plataforma online de entrenamiento en confiabilidad dedicada a enseñar y a empoderar a los ingenieros de confiabilidad a través de nuestros cursos, webinaris gratis, artículos, y comentarios en blogs.

Esenciales de Ultrasonido™ 1 es un curso de 25 módulos llenos de información y recomendaciones útiles para cualquier nivel de técnico de monitoreo de condición; pero particularmente útil para aquellos comenzando su jornada en la confiabilidad

Quien Deben Tomar Esenciales de Ultrasonido™

- * Gerentes de Planta
- * Supervisores de Turno
- * Inspectores de Ultrasonido
- * Planeadores de Mantenimiento
- * Lideres de Confiabilidad
- * Técnicos de Monitoreo de Condición
- * Técnicos
- * Mecánicos
- * Electricistas
- * Operadores



Haga clic abajo en el link para registrarse y aprender mas. Utilice el codigo **Predictiva21** para el 50% de descuento en **Esenciales Ultrasonido™ 1!**



Ultrasound Solutions

escuchar mas



Cáculo de frecuencias de re-lubricación de rodamientos



José Páramo
Presidente y Fundador
del Grupo Techgnosis
www.grupo-techgnosis.com



Explicación Teórica

El exceso de grasa en un rodamiento incrementa la temperatura de operación y ocasiona daño al rodamiento. Por otro lado, la falta de lubricación es un factor determinante para la falla del rodamiento.

del 50% de las fallas de los rodamientos se deben a una lubricación incorrecta y a la contaminación del lubricante. Igualmente FAG menciona que más del 50% de todas las fallas de los rodamientos se deben a una lubricación inadecuada.

De acuerdo con SKF, más

De las normas DIN 51825 Parte 2 se tiene:

$$T = K \left[\left(\frac{14,000,000}{n \times \sqrt{d}} \right) - 4 \times d \right]$$

Donde:

- T = Frecuencia de re-lubricación en horas de operación
- K = Producto de todos los factores de corrección (ajuste) = $F_t \times F_c \times F_m \times F_v \times F_p \times F_d$
- n = Velocidad del rodamiento en RPM
- d = diámetro interior (en mm)

Nota: Fórmula válida para rodamientos donde:

$$\left\{ \frac{14,000,000}{(n \times \sqrt{d})} \right\} > 4 \times d$$

Una vez que, usado n y d se calculan las horas de operación, éstas deberán corregirse de acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla 1 - Cálculo de Frecuencias de Re-lubricación de Rodamientos.

Fuente: SKF y NORMA DIN 51825, Parte 2.

TIPO DE RODAMIENTO	RODAMIENTO RADIALES DE BOLLAS	RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS O DE AGUJAS	RODAMIENTOS DE RODILLOS ESFERICOS, BOLLAS DE RODILLOS CONICOS Y RODAMIENTOS DE EMPUJA, BOLLAS DE RODILLOS CILINDRICOS, DE AGUJAS O DE RODILLOS ESFERICOS
FORMULA BASE DE CALCULO $T = \left(\frac{14,000,000}{n \times \sqrt{d}} \right) - 4 \times d$			
diámetro interior (d), en mm	100	1500	300
rpm	3000	1500	300
Re-lubricar en estas horas de operación	3000	1500	300
	<p>CRITERIO DE AJUSTE DEL PERIODO DE RELUBRICACION DE ACCESORIOS: 1. SI LA TEMPERATURA ES MAYOR A 70 °C, ENTONCES REDUCIR EL PERIODO A LA MITAD POR CADA 15 °C POR ARRIBA DE 70 °C. 2. SI EL EJE ES VERTICAL, REDUCIR EN UN 50 %. 3. SI HAY PROBLEMA DE VIBRACIONES O CARGAS DE CHOQUE, REDUCIR EN UN 50 %. 4. SI HAY ALTA CONTAMINACION, REDUCIR TAMBIEN EN UN 50 %. NOTA: ESTA FORMULA NO APLICA PARA RODAMIENTOS GRANDES (D > 200 CM).</p>		
	<p>CRITERIO DE AJUSTE EN EL CASO DE LA NORMA DIN 51825 PARTE 2. EL CALCULO MOSTRADO (EN HORAS DE OPERACION) SE MULTIPLICA POR EL FACTOR K. K = FT x FC x FM x FV x FP x FD. DONDE: FT = FACTOR DE TEMPERATURA, FC = FACTOR DE CONTAMINACION, FM = FACTOR DE HUMEDAD, FV = FACTOR DE VIBRACIONES, FP = FACTOR DE POSICION. NOTA: FD, EL FACTOR DE DISEÑO YA HA SIDO CONSIDERADO EN LOS CALCULOS DE LAS HORAS DE OPERACION QUE SE MUESTRAN ARRIBA Y DEPENDEN DEL TIPO DE RODAMIENTO POR LO CUAL, YA ESTA IMPLICITO Y NO HACE FALTA VOLVER A MULTIPLICAR POR FD (FD = 10 PARA RODAMIENTOS DE BOLLAS, FD = 5 PARA RODAMIENTOS DE RODILLOS CILINDRICOS O DE AGUJAS Y FD = 1 PARA RODILLOS ESFERICOS, CONICOS O DE EMPUJA).</p>		
	FACTORES	CONDICIONES DE OPERACION	VALORES
	FT	TEMPERATURA - CARGA	0.9
		ENTRE 38 Y 45 °C	0.9
		ENTRE 46 Y 55 °C	0.5
		ENTRE 56 Y 70 °C	0.2
		ARRIBA DE 74 °C	0.1
	FC	CONTAMINACION	0.9
		BAJA, PARTICULAS NO ABRASIVAS (FIBRAS DE TELA, PINTURA, PLASTICO, RESIDUOS VEGETALES, ETC.)	0.9
		ALTA, PARTICULAS NO ABRASIVAS	0.6
		BAJA, PARTICULAS ABRASIVAS (REBABAS, TIERRA, POLVO, METALES DE DESGASTE, ETC.)	0.3
		ALTA, PARTICULAS ABRASIVAS	0.1
	FM	HUMEDAD	0.9
		POR DEBAJO DEL 85 %	0.9
		ENTRE 86 Y 88 %	0.7
		CONDENSACION OCASIONAL	0.4
		PRESENCIA DE AGUA EN EL ALOJAMIENTO DEL RODAMIENTO	0.1
	FV	VIBRACIONES Y/O CARGAS DE CHOQUE. NOTA: 0.2 IPS = 0.2 MM/SEG. MENOS DE 0.2 IPS	0.9
		DE 0.2 A 0.4 IPS, ALTA	0.6
		POR ARRIBA DE 0.4 IPS, MUY ALTA	0.3
	FP	POSICION DEL EJE	0.9
		HORIZONTAL	0.9
		ANGULO DE 45 °	0.7
		VERTICAL	0.5
	FD	DISEÑO DE RODAMIENTO - TIPO DE RODAMIENTO	0.9
		VER NOTA ARRIBA, YA HA SIDO CONSIDERADO EN LA FORMULA DE CALCULO DE LAS HORAS	0.9

Technosis Reliability Services

Ejemplo de aplicación practica

¿Cada cuándo recomienda lubricar un rodamiento de bolas que gira (Y 2000 RPM, su diámetro interior (d) es de 100 mm, la temperatura de la carcasa es de 52 °C, hay baja contaminación con partículas no abrasivas, la humedad es del 73%, no hay problema de vibraciones (menos de 0.2 IPS) y el eje es vertical?

Solución:

El software le indica que se requiere lubricar cada 3000 hrs de operación, como el factor Fd ya está considerado en tal cálculo, entonces:

$$K = F_t \times F_c \times F_m \times F_v \times F_p = 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.5 = 0.32805$$

Entonces:

$$\text{Tiempo de Re-lubricación} = 3000 \times 0.32805 = 984,15 \text{ hrs}$$

Software de cálculo

Abrir [archivo de Excel](#) adjunto.

Instrucciones:

- Paso #1.** Capturar el diámetro interior (d), del rodamiento en mm.
- Paso #2.** Capturar las RPM a las que gira el rodamiento.
- Paso #3.** Automáticamente se calculan las horas de re-lubricación, mostrándose:

- a) las de rodamientos de bolas.
- b) las de rodamientos de agujas o de rodillos cilíndricos.
- c) las de rodamientos de rodillos esféricos o cónicos, de empuje, etc. respectivamente.

Nota:

Fd, el factor de diseño, ya ha sido considerado en los cálculos de las horas de operación y depende del tipo de rodamiento, por lo cual, ya está implícito y no hace falta volver a multiplicar por Fd:

Fd = 10 para rodamientos de bolas.

Fd = 5 para rodamientos de rodillas cilíndricas o de agujas.

Fd = 1 para rodillos cónicos, esféricos o de empuje.

Paso #4. El tiempo de re-lubricación así calculado deberá de multiplicarse entonces SOLO por los siguientes factores:

$$F_t \times F_c \times F_m \times F_v \times F_p$$

 ONLINE

EN VIVO

CALENDARIO DE CURSOS CON CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL

RCT I

Experto en Lubricación de Clase Mundial y Control de la Contaminación

Certificación RCT I por TICD, o por ICML como MLA I/MLT I

26 al 29 de Jul

30 de Ago al 02 de Sept

25 al 28 de Oct

RCT II

Experto en Análisis de Aceite con Método ABCDE (Aditivos-Básico-Contaminación-Desgaste-Eliminación de Modo de Falla)

Certificación RCT II por TICD, o MLA II por ICML

20 al 23 de Sept

 Techgnosis®

RCT III

Experto en Evaluación Financiera de los Beneficios de un Programa de Lubricación de Clase Mundial

Certificación bajo el estándar TICD-JB-0506-93

23 al 26 de Ago

RCT V

Master of Lubrication Administration

Certificación bajo el estándar TICD-MT-3012/55

Próximamente

 TICD | TECHGNOSIS INTERNATIONAL CERTIFICATION DIVISION



¿Por qué implementar S&OP en nuestros Negocios, y no morir en el intento?



Richard Zamora

Ejecutivo Senior en Logística-Operaciones
y Docente Universitario

rzamora@outlook.com



La planificación interfuncional o coordinada es un principio clave en el proceso de S&OP. La falta de colaboración de las partes interesadas daría lugar a una mayor variabilidad y costos innecesarios.

Por ejemplo, el "efecto látigo"; es una consecuencia común de la operación no sincronizada; y como hemos comprobado, genera más stock inmovilizado en toda la cadena.

Los principales objetivos de la planificación de ventas y operaciones

1) Adaptar la capacidad de la cadena de suministro de la empresa a los requisitos del cliente

Más aún con el contexto actual, donde el cliente; demanda un mayor servicio y más capacidad de respuesta, para poder continuar con su propio negocio (Utilizar nuestra materia prima, reventar nuestro producto terminado o utilizar nuestro servicio).

2) Proactivo a la demanda previsible y reactivo a la demanda inesperada

Aquí, el reto mayor; puesto

que la demanda impredecible es la más compleja de estimar; por ende, demandará "cubrirnos con stock" (Con una medida, que algunos Negocios pueden asumir), o estar más cercano al cliente, y así, "leer" los requerimientos diarios/semanales/mensuales; con el fin de tener la información de la primera fuente.

3) Cerrar la brecha entre oferta y demanda

Esto necesitará revisar nuestras capacidades de planta; además de medir nuestros indicadores de OEE, y comparar la evolución respecto a los

últimos meses de gestión VS El estándar internacional.

Si no estamos enfocados en la gestión del mantenimiento y lograr medir nuestros tiempos de parada de plantas; y peor aún, estamos acumulando tiempo perdido, por una desincronización entre tener las autopartes disponibles y las fechas dedicadas al mantenimiento; estamos generando venta perdida; por tener las máquinas paradas.

4) Reducir la variabilidad de la demanda

Si es posible, renegociar

tiempo de entrega con algunos clientes; para esto, debemos de definir nuestro Pareto de clientes ABCD; y en base a esto, establecer nuestra política de servicio; partiendo que a nuestros clientes más rentables y de mayor valor de venta (Como una variable a considerar), tendrán mejor tiempo de respuesta.

También, es necesario; considerar variables cualitativas en la definición de priorización de atención a nuestros clientes; como por ejemplo: Años de relación comercial, visibilidad de nuestros productos y servicios en su canal.

Ralentizar la cadena

Cualquier elemento que ralentice el rendimiento de nuestra SCM, es una limitación; estas pueden ser máquinas, disponibilidad de materia prima, mano de obra, conocimiento del producto o logística.

Cuando se resuelven las limitaciones de la SCM, el plan de requisitos de recursos debe estar disponible para una reunión inicial.

Inclusive; esta "lenta respuesta", nace de la burocracia en la toma de decisiones de la Alta Gerencia y Gerencia media; por la misma necesidad de tener toda la información; y quizás, la falta de costumbre para laborar en escenarios de incertidumbre.



Figura 1

Referencias

Adoptado de Wallace y Stahl, Sales and Operations Planning, The How-To-Book, 3ª edición.

Un procedimiento para analizar el riesgo en el proceso de innovación de



sistemas de gestión
del mantenimiento



Fernando F. Espinosa

Académico en Universidad de Talca, Chile

fespinos@utalca.cl



Introducción

Enfrentar un proceso de innovación en la forma de hacer la gestión del mantenimiento trae consigo riesgos asociados a las múltiples tareas que hay que llevar a cabo, que emergerán durante la etapa de levantamiento de los requerimientos para atender los objetivos de negocios de la empresa hasta el último paso, que es la valoración de los beneficios, que traerá consigo la innovación propuesta. Las incertezas pueden acompañar el proceso en seleccionar el modelo de concepción más adecuado, en definir quien será el líder del proceso de cambios, poseer la información adecuada, entre otros aspectos.

Las fallas en un proyecto son el resultado de la multiplicidad de riesgos inherentes en el proceso de desarrollo del proyecto, porque se trata de un conjunto de etapas con muchas interacciones y dependencias entre ellas, además que involucra la creación de algún producto o servicio que nunca antes fue hecho, aunque el proceso de desarrollo es similar con otros proyectos. La identificación del riesgo es la fase inicial para gerenciar el riesgo, y es un proceso que revela y determina los riesgos posibles que enfrentan los recursos de la organización. La identificación se realiza por la investigación de las actividades organizacionales en todos los sentidos, y en todos los niveles administrativos, y es la base para todo trabajo futuro correctamente hecho en la organización (Tchankova, 2002).

Para aumentar las posibilidades de éxito de un sistema innovador es necesario en la organización tener una comprensión del riesgo potencial, evaluar sistemática y cuantitativamente estos riesgos, anticipando las causas y efectos posibles, y escoger entonces los métodos más apropiados para tratarlos. Hay metodologías y técnicas que pueden ser utilizadas para esta actividad como las presentadas por Reason (1997), Kumamoto y Henley (1996), Dias et.al.(2006), Mosleh et al (2004).

Una vez identificados estos riesgos pueden ser reducidos, removidos, evitados o aceptados. La organización necesita también adoptar una actitud más proactiva hacia el riesgo, comprendiendo como una evaluación y un análisis eficaz pueden ser usados para anticiparse a los riesgos potenciales al diseñar o ejecutar sistemas nuevos, y minimizar de ese modo aquellos riesgos (Mobey y Parker, 2002).

Para asegurarse de que todos los riesgos potenciales estén controlados eficazmente, el proceso de análisis del riesgo necesita ser construido explícitamente en el proceso de toma de decisiones. Un análisis del riesgo puede ser resumido en tres etapas: (1) identificación: todos los riesgos potenciales que afectan un proyecto están identificados; (2) estimación: están determinados los riesgos y evaluados con su importancia, su probabilidad, su severidad y su impacto; y (3) análisis y evaluación: están evaluadas la aceptabilidad del riesgo determinado y las acciones que pueden hacer el riesgo más aceptable.

El proceso de innovación de la función de la función

El proceso de innovación de la gestión comienza con la definición de la misión de la función mantenimiento, conforme con las estrategias y tácticas de la empresa definidas para alcanzar sus objetivos de negocios. Esta es la primera información que deberá tener la función mantenimiento para dimensionar su meta, la cual debe ser totalmente compatible con la de la empresa. El proceso completo es descrito en la Figura 1.

En la etapa de evaluación del nivel de atendimento de los equipamientos productivos, mantenimiento, producción y logística a los objetivos de la empresa, se explora la condición de los equipamientos para atender dichos objetivos, conjuntamente con los servicios relacionados: mantenimiento, operación, abastecimiento (logística) y capacidad administrativa. La evaluación del nivel de atendimento de los requisitos es calificada conforme a la visión del equipo que atiende la función mantenimiento. El objetivo es tener una visión bastante clara del nivel de atendimento de los equipamientos, a esos requisitos, como también de los

servicios que la empresa tiene y que están relacionados con el parque de máquinas.

Otro análisis realizado es el de la situación actual de la función mantenimiento y esta parte está orientada a evaluar la función mantenimiento con relación a la gestión de los aspectos humanos, técnicos y económicos. La situación es analizada bajo el punto de vista de la capacidad administrativa del responsable del mantenimiento y los resultados pueden ser usados para analizar el sistema de mantenimiento actual que la organización tiene en relación al sistema de

administración, métodos y procedimientos, a la estructura organizacional, al sistema de información y al uso de tecnología para el mantenimiento.

Como en todos los aspectos considerados, la interpretación de los resultados (la apreciación del nivel de desarrollo) es una instancia muy particular del administrador o del encargado del mantenimiento. De cierta forma, está al alcance de él la percepción de la capacidad de administración y del nivel de respuesta de sus recursos en relación a los objetivos fijados para la función mantenimiento.

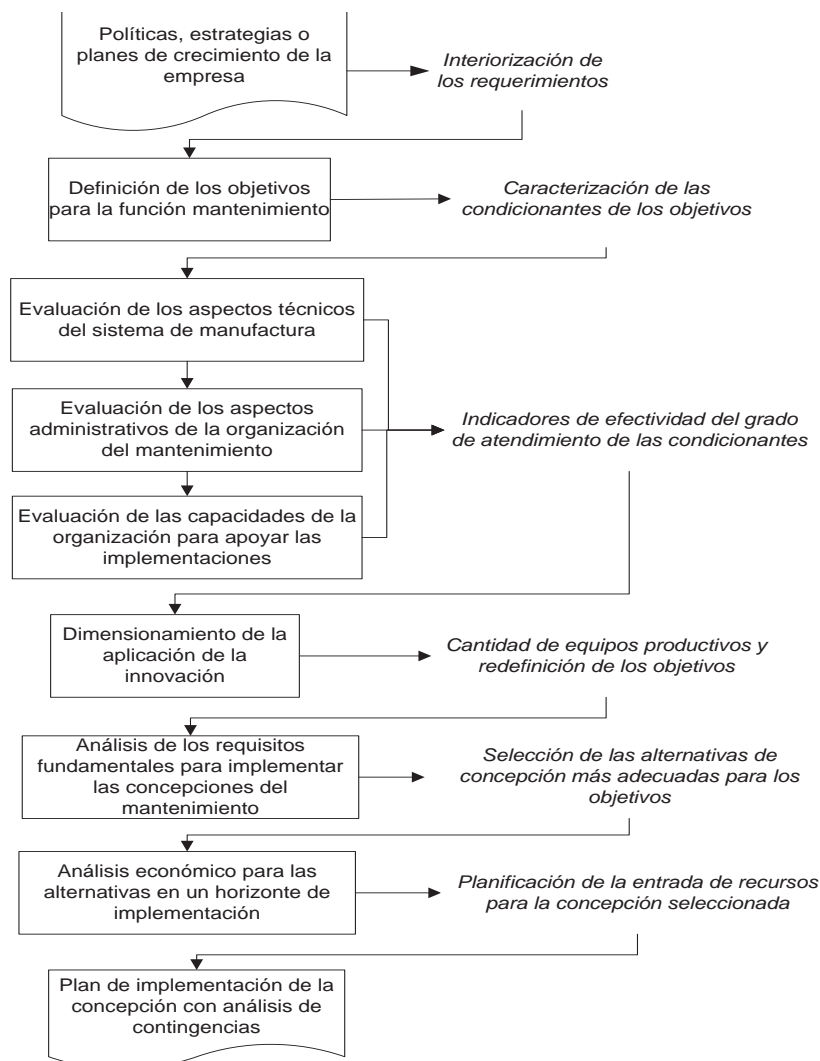


Figura 1. Proceso de análisis para la innovación de la gestión del mantenimiento.

Con respecto al análisis de la madurez de la organización se aplica este concepto en la organización para constatar el estado donde la organización está en relación a los atributos que están siendo evaluados (Espinosa, 2006). La madurez de la función mantenimiento podría indicar que la organización definida para la mantenimiento está perfectamente condicionada para emprender todos sus proyectos de innovación, sean tecnológicos o de gestión integral de sus recursos. La medición de la madurez es más subjetiva que objetiva y depende del juicio del administrador sobre su entorno. La madurez es principalmente, la combinación del apoyo o comprometimiento que el entorno ofrece a la función mantenimiento más la capacidad o conocimiento que se tiene de las metodologías relacionadas con implementación de proyectos (Clarke y Garside, 1997).

En el análisis de la criticidad de los equipamientos y de la función mantenimiento el objetivo es decidir si el proceso de innovación se aplica a toda la línea o solamente a un grupo más reducido de equipamientos y si se aplica también la innovación a todas las funciones que involucra la gestión del mantenimiento. Es recomendable no abarcar todo el conjunto de equipamientos, en especial si este conjunto fuese numeroso y de alta complejidad. Es preferible concentrarse en adquirir experiencia en equipamientos que son conocidos y para los cuales con la introducción de mejoramientos, sean estos tecnológicos o de gestión, se obtienen resultados apreciables. En este análisis también se define

el número de equipamientos que entrarán en la primera etapa del estudio, lo que influye directamente en el análisis de costos para cada concepción.

El análisis de los parámetros y selección de la concepción del mantenimiento está referido a la selección de aquellos parámetros que definen las características de cada concepción y que están relacionados con los aspectos técnicos, administrativos, de gestión, de apoyo del entorno, de conocimientos básicos, de uso de metodologías y herramientas de optimización y de modelos de proyecto. Para cada uno de ellos se fija un nivel mínimo que la función mantenimiento debería atender en conformidad con su entorno competitivo, y el mercado que enfrenta y estos niveles son comparados con las evaluaciones ya hechas en las etapas anteriores. Se tiene un punto de referencia sobre las condiciones cualitativas que la organización posee para la implementación de algunas concepciones.

Finalmente se llega al análisis económico de las alternativas de mantenimiento y es un paso importante en la selección final de la concepción del mantenimiento, ya que en esta parte se valora el real impacto de la innovación en la gestión. Este módulo es el más difícil de realizar, porque cuantificar los beneficios es una tarea que requiere un conocimiento (y una estimación del futuro) que muchas veces no está presente, en especial cuando se está trabajando delante de una experiencia innovadora y su valoración requiere el trabajo de un equipo experimentado y calificado.

Las fuentes de riesgos y su identificación

Según Aven y Kørte (2003) la forma más adecuada de abordaje para conseguir una buena decisión es considerar la toma de decisiones como un proceso de análisis, considerando un riesgo formal para proveer apoyo, seguido por un juzgamiento informal del administrador y un proceso de revisión, resultando finalmente en una decisión, tal como se muestra en la Figura 2.

El proceso de análisis es usado para evaluar, de forma completa, los variados aspectos que están relacionados con la función mantenimiento, e identificar los más importantes que deben ser mejorados en el sentido de direccionar correctamente el proceso de innovación de la gestión del mantenimiento. Hay que tener presente que en la cadena de requisitos, aquel

que es considerado deficiente tiende a marcar el ritmo del proceso de gestión. En otras palabras, es más productivo eliminar las debilidades detectadas en el proceso de evaluación del sistema, antes de seguir para el próximo paso en la implementación de la concepción, de lo que reconsiderar cuando el proceso ya estuviese encaminado para resolver estos problemas que quedaron pendientes.

En cada etapa de la aplicación de un modelo de evaluación, se genera un conjunto importante de informaciones sobre los puntos fuertes y débiles de la gestión actual y aspectos que pueden ser potenciados en la organización

del mantenimiento. Estas informaciones deben ser tratadas como una fuente de datos para un análisis de la deficiencia, para buscar alternativas de mejoras y para definir un plan de implementación de acciones orientadas a optimizar la eficiencia de la función mantenimiento. Estos análisis entregan información para tener un lazo de retroalimentación para definir planes de mejoramientos, eliminar los factores negativos y volver a la implementación de la concepción con una base más robusta para la gestión, lo que dará a la función mantenimiento las herramientas para alcanzar sus objetivos.

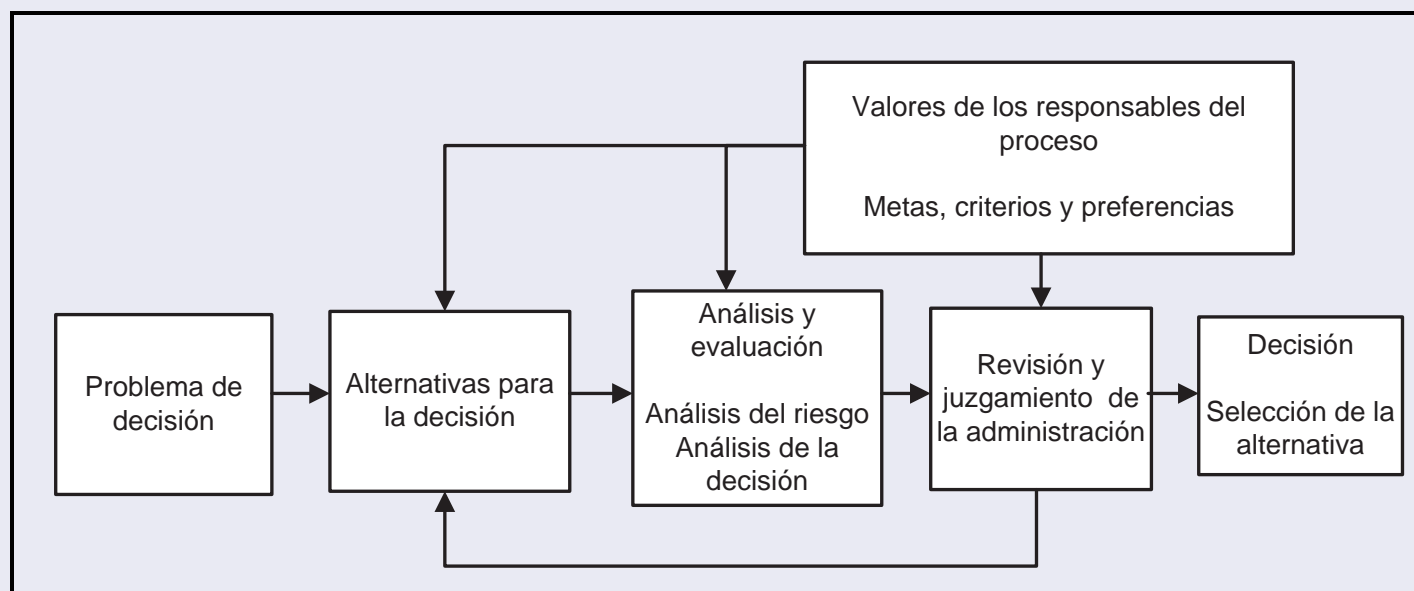


Figura 2. Proceso de análisis y evaluación para la toma de decisiones con riesgo inherente.

El concepto presente en el análisis apunta a la importancia de conocerse, antes de optar por una concepción del mantenimiento específica. Si la empresa existe, entonces hay también un conocimiento presente en todos los niveles. Así, al optar por innovar la gestión de mantenimiento, que en este caso se da de forma progresiva, se debe profundizar el conocimiento de sus activos y recursos humanos y financieros. Pero para que se tenga un real apoyo a la gestión del mantenimiento, el objetivo de la función debe estar en total concordancia con el objetivo de negocio de la empresa.

Es cierto que todo el proceso de evaluación está apoyado, principalmente en escalas de valoración, muy sujeta a la apreciación del encargado del mantenimiento. Así, para evitar las distorsiones, producto de la apreciación cualitativa y, de esta forma obtener un valor que es relativo entre todas las variables consideradas, el equipo que asumirá el papel de analista debe ser siempre el mismo en todo el estudio, para que el padrón de medición se mantenga durante la aplicación.

Transformaciones organizacionales han ayudado a algunas compañías a adaptarse a los cambios de las condiciones en sus ambientes, a obtener un incremento en la competitividad y a posicionar compañías para un futuro mejor. Sin embargo, en diversas situaciones, las mejorías han sido decepcionantes, con resultados muy debajo de lo esperado, resultando en desperdicio de recursos, en pérdida de confianza en los agentes de cambio, en frustración en las personas involucradas y, tal vez lo peor de todo, en miedo de enfrentar nuevos cambios (Rentes, 2000). Esos fracasos ocurren porque los administradores tienen gran dificultad en identificar, priorizar y alinear apropiadamente sus recursos para hacer frente a los muchos factores que producen transformaciones organizacionales sustentables.

Diversas preguntas vienen a la mente durante cualquier proceso de cambio organizacional o funcional (Rentes, 2000), las cuales deben ser tratadas con el máximo cuidado en el momento de la implementación de un proyecto de innovación:

- *¿Será que existe un claro motivo para ese cambio? ¿Será que ese motivo es suficientemente comprendido por las personas del equipo de mantenimiento y de producción? ¿Será que las personas deben concordar para que el cambio sea exitoso?*
- *¿Si él es comprendido, será que él es aceptado como un buen motivo para el cambio por las personas claves de la empresa? ¿Las personas claves concuerdan con la necesidad de hacer cambios?*
- *¿Si el motivo ya es entendido y aceptado, será que está claro cuál es el área de producción o procedimiento de mantenimiento que debe ser cambiado?*
- *Antes de eso, ¿será que existe una clara visión de la situación de la empresa compartida por los individuos de forma de existir consenso sobre lo que debe ser cambiado?*
- *¿Quién va a ser el agente (o agentes) que va a conducir el proceso de cambios? ¿Cuáles deben ser las características de ese agente?*
- *¿En qué nivel será conducida la construcción de las alternativas de cambio? ¿El nivel superior de la función? ¿Las personas del nivel operacional deberían estar involucradas?*

Este primer grupo de cuestionamientos es importante ya que sus respuestas tienen que ser convincentes para las demás personas de la empresa. Esto requiere un estudio profundo de las condiciones actuales de la organización del mantenimiento, sus deficiencias y fuerzas, una evaluación de su posición relativa del mantenimiento hecha en las empresas competidoras, en la forma como el mantenimiento apoya a la empresa y contribuye positivamente para su éxito. No es suficiente que el administrador esté seguro de la necesidad de un cambio, los motivos tienen que ser demostrados con cifras y hechos para que todo el personal apoye con nuevas ideas y dé las facilidades para que el equipo que liderará los cambios tenga éxito.

La conducción de la implementación de cambios en la concepción del mantenimiento debe ser realizada por un equipo que represente todas las áreas de aplicación de la función mantenimiento. Pero, es muy importante que en la fase de elaboración y evaluación del proyecto de innovación forme parte activa del equipo de trabajo el personal de la dirección superior de la empresa. En la fase de implementación su presencia es requerida como un apoyo para facilitar el relacionamiento y la cooperación del restante de los involucrados o afectados por la aplicación del proyecto. En la fase de evaluación de los resultados de la aplicación de la nueva concepción, la participación del personal superior tiene como finalidad conocer los beneficios conseguidos con el proyecto de innovación y también para contribuir en la solución de conflictos que pudiesen surgir durante el proceso de desarrollo del proyecto.

Otros aspectos que también son fuentes de riesgo y que dicen relación con los requerimientos de tecnología, conocimientos, capacidad de administración, disponibilidad de recursos financieros, se pueden expresar como:

- *¿Los equipos productivos atienden la evolución tecnológica, estructural y operativa de los productos fabricados? ¿Contribuyen en la reducción de costos de producción? ¿Pueden ser intervenidos a fin de aumentar la productividad, mejorar la calidad, disminuir el consumo de energía, ser más seguros en su operación y disminuir la polución?*
- *¿Cómo se planean, organizan, analizan y controlan los servicios, estructura, calidad, métodos de trabajo, recursos y materiales de mantenimiento? ¿Se mide la economía del mantenimiento?*
- *¿Cómo manifestar las metas de mantenimiento: mantener la capacidad de utilización, reducir los trabajos de mantenimiento, aumentar la confiabilidad de la línea, mejorar la mantenibilidad, mejorar la seguridad, aumentar la disponibilidad?*
- *¿Se está en condiciones de evaluar económicamente la producción rechazada, producción perdida por fallas imprevistas, tiempos de preparación, ajustes o disminución de velocidad de producción, el exceso de inventarios y productos intermedios, perdidas por entregas atrasadas o faltantes? ¿Pérdidas por deterioro de los equipos?*
- *¿Se tiene la preparación para identificar los requerimientos de información y conocimientos, de técnicas y herramientas, de infraestructura y de apoyo logístico para innovar la gestión?*
- *¿Existe la capacidad para evaluar los beneficios y costos en un proyecto de inversión para implementar una nueva concepción del mantenimiento?*

Todas estas preguntas son igualmente importantes y están relacionadas con los aspectos del conocimiento de técnicas y herramientas, disponibilidad de recurso, capacidad de trabajar en equipo, facilidad para administrar los cambios y los conflictos que de ellos derivan, sistema de evaluación de la efectividad de los cambios y buena relación con los niveles superiores.

La lista de preguntas es larga y más preguntas pueden aparecer en el proceso de cambio. Cada una de estas preguntas representa un riesgo en potencia para el éxito de un proyecto de transformación y, por tanto, debe ser llevada en consideración por el líder del proceso.

De esa forma, queda claro que no basta a la empresa tener un buen motivo, buena voluntad, sino también personal calificado en sus áreas de actuación para iniciar y tener éxito en este proceso. Sin duda eso es vital, pero es necesario también saber planear cuidadosamente el proceso de transformación, de forma de anticiparse al mayor número posible de riesgos que puedan surgir durante el desarrollo.

En la Figura 3 se entrega una lista, no siendo esta exhaustiva, de factores presentes en el proceso de análisis, que por sus características de información en primer lugar, y de manejo de relaciones humanas en segundo lugar, son fuentes de riesgos para el buen final del proyecto. Así, para cada estudio específico que hay que realizar en la evaluación de la factibilidad de

implementar una innovación en el proceso de gestión, se pueden identificar aquellos factores que son parte integrante de cada etapa en el desarrollo, y para los cuales el equipo de mantenimiento debe procurar la información más actualizada y sus relaciones con otros sistemas y personas, tal que refleje el real comportamiento del sistema bajo estudio y, de esta forma generar planes de contingencia para el caso que se presenten situaciones no deseadas, o bien, generar con anticipación las condiciones para tener un proceso de innovación con alta probabilidad de éxito.

Los factores de riesgos a identificar por el equipo de estudio pueden ir desde la compatibilización de los objetivos de la empresa con los de mantenimiento y expresarlos en términos de parámetros medibles mediante los resultados de la gestión, hasta la cuantificación de los costos y beneficios de la futura implementación de una concepción del mantenimiento.

Durante el proceso de estudio de alternativas para la innovación, tener un ciclo de retroalimentación efectivo, o sea con información actualizada de indicadores de eficiencia, es fundamental porque a través de revisiones sucesivas, y a medida que se va adquiriendo un conocimiento más profundo durante el proceso de innovación, se pueden visualizar soluciones para cada riesgo posible en la futura aplicación del proyecto o bien debilidades en el proceso.

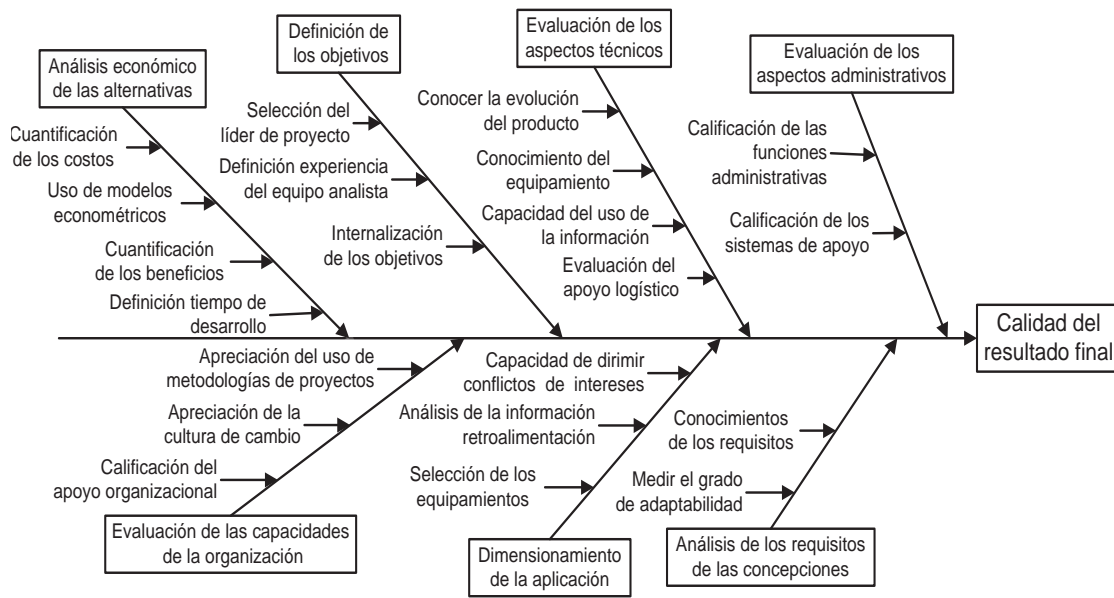


Figura 3. Diagrama de causa y efecto de los factores identificados que pueden ser fuente de riesgos.

Otros factores que pueden afectar el análisis, Backlund y Hannu (2002) incluyen: una especificación vaga de los requisitos, la ausencia de un análisis preliminar de los riesgos, una documentación incompleta del análisis efectuado, complejidad de las interrelaciones y número de influencias

entre factores, mucho tiempo asignado para el análisis que al final el administrador abandona y no respetar las características propias del personal involucrado en el análisis. Para lo anterior, hay que tener presente que un estudio de riesgos precisa de una cuidadosa preparación, asegurando

un abordaje sistemático con objetivos y metas claras, el cliente o usuario necesita tener suficiente competencia para entender y evaluar abordajes y resultados de los análisis hechos, y finalmente para el equipo de analistas, es muy importante entender la cultura y valores de la organización.

Decisiones para minimizar el riesgo

Determinar, entender y administrar el riesgo es ahora una parte clave de cualquier política de mantenimiento o proceso de toma de decisiones, donde la determinación del riesgo es a menudo un proceso integral para satisfacer la legislación, alcanzar las marcas de clase mundial o al menos para implementar buenas prácticas en la gestión (Hudson, 2006).

El riesgo es una combinación

de la probabilidad de que un escenario no deseado en particular sea realidad, con las consecuencias o impactos que produciría esa falla en el proceso de interés (Emblemsvåg y Kjølstad, 2002). Es este par de parámetros los que deben ser tratados con el mayor cuidado por el equipo de análisis, utilizando una metodología que los conduzca a la cuantificación de ellos, basados en una apreciación

cuantitativa y que esta pueda ser trasladada a un valor de referencia, el cual más adelante servirá para jerarquizar las acciones mitigantes del riesgo.

En cualquier situación que se exige una decisión están involucradas amenazas y oportunidades y ambas deben ser manejadas. El objetivo del administrador nunca debe permitir eliminar el interés de uno para el otro. Además de eso, las oportunidades y las amenazas pueden a veces ser tratadas separadamente, pero raramente son independientes. Los cursos de acción están frecuentemente

disponibles los cuales reducen o neutralizan amenazas potenciales, y ofrecen simultáneamente oportunidades para mejorías positivas en el desempeño del proyecto. No es aconsejable concentrarse en reducir amenazas sin considerar las oportunidades asociadas, como también no es aconsejable perseguir oportunidades sin consideración de las amenazas asociadas (Ward y Chris, 2003).

Para la valoración del par, probabilidad e impacto, se hace necesario que en el equipo de análisis estén presentes

profesionales que tengan experiencia en proyectos de innovación similares, ya sea de la misma naturaleza o magnitud, a fin de poder dar un valor a cada uno de los factores, basado en las características que deberían poseer la variable en estudio para que el riesgo sea el mínimo.

Estas características pueden ser

ponderadas según sea la importancia de poseer un cierto atributo para asegurar un nivel de éxito en la ejecución de las tareas del proyecto. Por ejemplo, para el caso relacionado con la designación de un líder, el equipo de analistas puede indicar que la característica de poseer un conocimiento acabado del problema es más importante que poseer ascendencia

sobre sus colaboradores, por lo cual deberá tener una mayor ponderación en el momento de evaluar el nivel de probabilidad de riesgo. Para evaluar el impacto sobre el proyecto se debe tener en mente el efecto que provocaría en el proyecto si se da el fracaso de la tarea, por causa de la característica que está siendo evaluada (ver Figura 4).

Con respecto al nivel actual del factor evaluado, el riesgo para la característica se califica con valor:

5: Muy alta probabilidad de fracaso
 4: Alta probabilidad de fracaso
 3: Probabilidad media para fracasar
 2: Probabilidad baja de fracasar
 1: Probabilidad casi nula de fracasar

Características	Ponderación	Calificación
Preparación profesional	30%	3
Gestión de activos	30%	2
Manejo de personal	40%	4
Calificación del factor =		3,1

En caso de producirse el fracaso a causa del factor, el impacto se califica como:

5: Muy alto con efecto irreversible
 4: Alto, retrasará mucho al proyecto
 3: Medio, significa sólo inversiones extras
 2: Bajo, reacondicionamiento de recursos
 1: Casi nulo, pequeños inconvenientes

Calificación del impacto =	3
Calificación final del factor =	9,3
Situación con inestabilidad	

Figura 4. Planilla de valoración de la probabilidad y del impacto.

Para las distintas combinaciones que se pueden dar para el par probabilidad e impacto, el espacio de implementación de mejoras se mueve principalmente en el eje de las probabilidades, porque permite crear las condiciones para que la probabilidad asociada al riesgo disminuya, ya que ahí se pueden identificar acciones concretas y directas. Mientras que, las acciones para mitigar el impacto no son inmediatas y se refieren principalmente a tener planes alternativos de contingencia, o bien crear defensas para que no se propague el daño, en el caso que sucedan trastornos en el proyecto, el cual es un escenario a futuro (ver Figura 5).

Okumus (2003) identifica cuatro condicionantes que se deben conocer para asegurar que la implementación de la estrategia de innovación, la cual ya fue definida, tenga éxito y se consiga cumplir con las metas trazadas para la organización y las cuales deben estar presentes al momento de definir las acciones para asegurar un bajo riesgo en el proyecto. Estas condicionantes en el ámbito del mantenimiento son:

- El contenido estratégico se refiere a cómo y porqué la innovación es iniciada. Las acciones emprendidas deben ser consistente con los objetivos globales de la empresa, por lo cual el eje central para la nueva iniciativa debe estar claramente identificado, como así también la participación activa de todos los niveles administrativos de la empresa.
- El contexto estratégico se puede dividir en dos: el contexto externo y el contexto interno. El contexto externo está

directamente relacionado con la variabilidad del ambiente donde está inserta la organización productiva y son estos cambios los que repercuten en la función mantenimiento. Todo esto impone nuevas formas de gestión para los activos físicos.

- En referencia al contexto interno, las acciones tienen que llevar en cuenta los aspectos relacionados con la estructura organizacional y el proceso de toma de decisiones. También se debe incluir en el análisis la cultura organizacional y el aspecto del liderazgo.
- En el proceso operacional los aspectos las acciones tienen relación directa con la preparación y, el planeamiento de la implementación de las actividades consideradas para el proyecto. Además de la coordinación de las diferentes áreas que participaran del proyecto y la aprobación de un cronograma de actividades, principalmente.
- El último punto considerado es la salida deseada del proyecto, que puede ser tangible o intangible. Para el equipo que está a cargo de la implementación del proyecto, debe tener la capacidad de analizar los resultados que se obtuvieron, sean estos exitosos o no. Para ambos casos, se debe analizar las fuentes de errores y las áreas dentro del planeamiento y de la ejecución, que pueden ser mejoradas y para donde estos conocimientos pueden ser transmitidos.

Una herramienta muy usada para definir prioridades, contrastar situaciones y evaluar alternativas es el análisis matricial (Clarke y Garside, 1997; Govers, 1996; Han et al, 2001). Esta herramienta será usada en este trabajo para desarrollar un modelo que ayudará al administrador, en su proceso de definición de las prioridades para implementar los mejoramientos necesarios en su sistema de mantenimiento (ver Figura 6).

La matriz que se usa está compuesta, en un eje, por las acciones de mejoramiento que se podrían implementar para disminuir el riesgo y en el otro todos los factores que pueden ser fuentes potenciales de riesgos en el desarrollo del proyecto. Como los factores no son independientes entre sí, las acciones de mejoramiento pueden tener impacto en más de uno de ellos, por tanto ese efecto debe ser considerado al momento de definir cuál será en definitiva el conjunto de tareas que se implementarán, como también debe ser considerado en la jerarquización de las acciones la variación esperada en la calificación de cada característica. Todo esto da más de una dimensión a la selección de las acciones, con lo cual la aplicación será más eficiente.

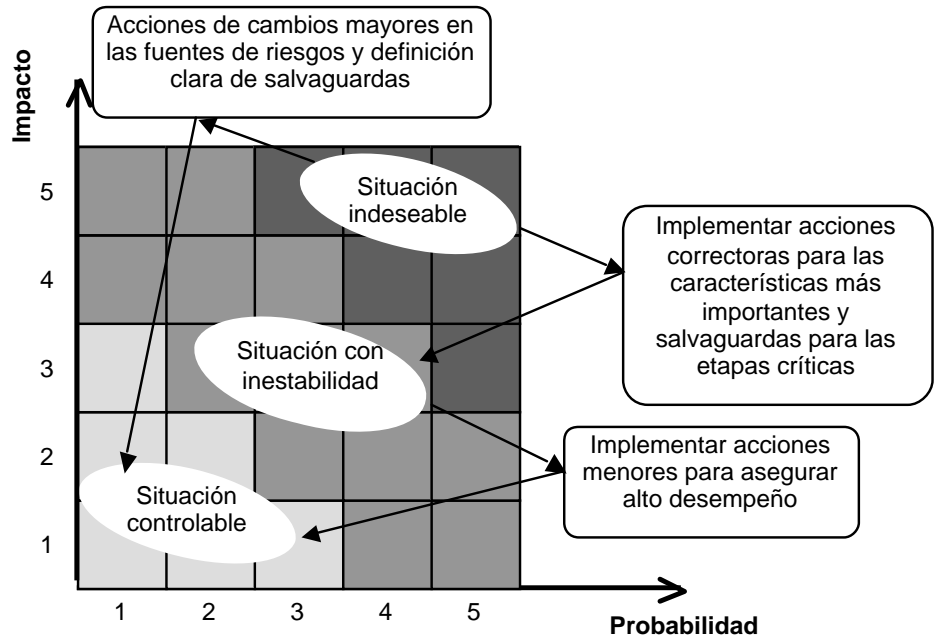


Figura 5. Plano de evaluación del par probabilidad e impacto y característica de las acciones correctoras.

La matriz que se usa está compuesta, en un eje, por las acciones de mejoramiento que se podrían implementar para disminuir el riesgo y en el otro todos los factores que pueden ser fuentes potenciales de riesgos en el desarrollo del proyecto. Como los factores no son independientes entre sí, las acciones de mejoramiento pueden tener impacto en más de uno de ellos, por

tanto ese efecto debe ser considerado al momento de definir cuál será en definitiva el conjunto de tareas que se implementarán, como también debe ser considerado en la jerarquización de las acciones la variación esperada en la calificación de cada característica. Todo esto da más de una dimensión a la selección de las acciones, con lo cual la aplicación será más eficiente.

Figura 6. Matriz de relaciones entre acciones de mejoramiento y fuentes de riesgos.

	X1: Formalización del sistema de información	X2: Jerarquización de los objetivos	X3: Capacitación en evaluación de proyectos	X4: Capacitación en relaciones humanas	X5: Capacitación en gestión de la mantención	X6: Análisis capacidad técnica de recursos	X7: Definición de responsabilidades	X8: Análisis SWOT																															
Acciones de mejoramiento																																							
Factores																																							
Análisis económico de las alternativas																																							
Quantificación de los costos	3	1	5											5,2	4,0	1																							
Uso de modelos econométricos																6,0	3,0	1																					
Quantificación de los beneficios	3		5															8,4	4,0	1																			
Definición tiempo de desarrollo		5																	7,0	3,0	1																		
Ponderación primer grupo de factores	0,3																																						
Definición de los objetivos																																							
Selección del líder de proyecto		3		5	3			5													9,3	3,0	2																
Definición experiencia del equipo analista																							4,0	4,0	1														
Internalización de los objetivos			5																						6,0	3,0	1												
Ponderación segundo grupo de factores	0,1																																						
Evaluación de los aspectos técnicos																																							
Conocer la evolución del producto		1																										7,6	3,0	1									
Conocimiento del equipamiento																														3,0	3,0	1							
Capacidad de uso de la información histórica		5																													6,0	2,0	1						
Evaluación del apoyo logístico			5		3	3																										6,6	4,0	1					
Ponderación tercer grupo de factores	0,15																																						
Evaluación de los aspectos administrativos																																							
Calificación de las funciones administrativas			3		5	3																												4,0	3,0	2			
Calificación de los sistemas de apoyo			3																																4,0	4,0	1		
Ponderación cuarto grupo de factores	0,15																																						
Evaluación de las capacidades de la organización																																							
Calificación del apoyo organizacional			3		3																															5,8	3,0	1	
Apreciación de la cultura de cambio			1		5																															4,5	2,0	1	
Apreciación del uso de metodologías de proyectos						5																														6,0	3,0	2	
Ponderación quinto grupo de factores	0,1																																						
Dimensionamiento de la aplicación																																							
Selección de los escenarios																																					3,0	3,0	1
Análisis de la información retroalimentación				3	3																																7,1	2,0	2
Capacidad de disminuir conflictos de intereses				3																																	2,0	2,0	1
Ponderación sexto grupo de factores	0,15																																						
Análisis de los requisitos de las conexiones																																							
Medir el grado de adaptabilidad				5																																	6,0	3,0	2
Conocimiento de los requisitos																																					5,8	2,0	1
Ponderación séptimo grupo de factores	0,05																																						
Costo de la inversión (US \$)																																							
	2000	600	1000	1200	1600	2000	800	600																															
Tiempo estimado de implementación (años)	1,5	0,3	1	0,9	1,1	0,5	0,7	0,2																															
Suma de los puntos de impacto	2,7	5,8	5,45	2,8	4,45	3,15	4,5	2,1																															
Valor unitario del impacto	740,7	103	293,6	428,6	356,6	634,9	178	286																															

La forma recomendada para usar la matriz es comenzar por definir las actividades que son necesarias implementar para pasar de una situación con inestabilidad a una situación más controlable, si es el caso, y, como tienen relación directa con la disminución de la probabilidad de riesgo evaluar el impacto con nota cinco. La definición de las acciones debe emerger del análisis que se realiza al momento de evaluar el riesgo asociado al factor, basado en sus características presentes. A continuación se analiza cual sería el impacto de la actividad definida en el resto de los factores que identifican las fuentes de riesgo y calificar

con nota cinco si el impacto es muy importante, con nota tres si el impacto es notorio, nota uno si aporta algún beneficio y nota cero si no hay relación alguna, tal como se muestra en el ejemplo reducido de la Figura 6. Este proceso dará una visión de las relaciones que existen entre los parámetros y las acciones de mejoramiento que se seleccionen.

Se ingresan además datos adicionales como ser el costo de la implementación de la actividad, el tiempo estimado de duración para conseguir el resultado deseado y las relaciones de interdependencias entre las acciones de

$$\begin{aligned}
 \text{Max } G_1 & 2,7X_1 + 5,8X_2 + 5,45X_3 + 2,8X_4 + 4,45X_5 + 3,15X_6 + 4,5X_7 + 2,1X_8 \\
 \text{Max } G_2 & 4X_1 + 12,6X_2 + 10,1X_3 + 7,65X_4 + 10,85X_5 + 4,6X_6 + 10,5X_7 \\
 \text{s.a. } & 2000X_1 + 600X_2 + 1600X_3 + 1200X_4 + 1600X_5 + 2000X_6 + 800X_7 + 600X_8 \leq 7000 \\
 & X_7 = 1 \\
 & X_1 + X_3 = 2 \\
 & X_2 + X_6 = 2 \\
 & X_3 + X_4 = 1 \\
 & X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 = \{0,1\}
 \end{aligned}$$

Ecuación 1

Solución : Función Objetivo $G_1 = 21,6$

Función Objetivo $G_2 = 41,8$

$X_1 = 1; X_2 = 1; X_3 = 1; X_4 = 0; X_5 = 0; X_6 = 1; X_7 = 1; X_8 = 0$

de mejoramiento (parte superior de la matriz). Estas últimas se identificarán por la siguiente notación: “o” acción que debe ser implementada, “d”: acción que para ser implementada depende de la implementación de otra, “i”: acción independiente de las restantes, y “e”: acción que excluye a otra (ver Figura 6). Todo este conjunto de datos ingresados en la matriz de impacto darán los antecedentes para plantear un modelo de programación lineal (Ecuación 1), que permitirá optimizar el impacto total de las acciones de mejorías (Función G_1) e el impacto global sobre la disminución del riesgo (Función G_2) sujetas a la disponibilidad de recursos (US\$ 7000) y relaciones de interdependencias.

Al igual como se planteó en la planilla de valoración de la probabilidad y del impacto también se puede dar peso relativo a cada grupo de factores que son fuentes de riesgos en la implementación del proceso de innovación. Para el caso desarrollado en la Figura 6 de dio mayor peso al aspecto económico en comparación con el resto de los grupos identificados. También es una decisión del grupo de análisis quienes decidirán si existen aspectos relevantes que deberían ser atendidos con mayor premura.

Las acciones X_4 , X_5 y X_8 no se implementarían de acuerdo a las condiciones definidas por el grupo a cargo del proceso de innovación. Este resultado debe ser corroborado con

un análisis de tipo cualitativo basado en experiencias de especialistas en la materia y que en ocasiones es difícil modelar. Además, el modelo puede ser incrementado con otros tipos de restricciones, si la situación así lo indica, como ser tiempo disponible para la implementación (acciones de mejoramiento realizadas en serie o en paralelo), condicionantes de secuencia de implementación, entre otros.

Como la gestión del riesgo no es ampliamente usada y entendida, esto puede ser una ventaja competitiva significativa para aquellos que implementan la gestión del riesgo en sus proyectos (Kwak y Stoddard, 2004) y más aún si en ellos existen recursos y personas comprometidas con el futuro de su organización.

Conclusión

La forma recomendada para usar la matriz es comenzar por definir las actividades que son necesarias implementar para pasar de una situación con inestabilidad a una situación más controlable, si es el caso, y, como tienen relación directa con la disminución de la probabilidad de riesgo evaluar el impacto

con nota cinco. La definición de las acciones debe emerger del análisis que se realiza al momento de evaluar el riesgo asociado al factor, basado en sus características presentes. A continuación se analiza cual sería el impacto de la actividad definida en el resto de los factores que identifican las fuentes de riesgo

y calificar con nota cinco si el impacto es muy importante, con nota tres si el impacto es notorio, nota uno si aporta algún beneficio y nota cero si no hay relación alguna, tal como se muestra en el ejemplo reducido de la Figura 6. Este proceso dará una visión de las relaciones que existen entre los parámetros y las acciones de

mejoramiento que se seleccionen.

Se ingresan además datos adicionales como ser el costo de la implementación de la actividad, el tiempo estimado de duración para conseguir el resultado deseado y las relaciones de interdependencias entre las acciones de mejoramiento (parte superior de la matriz).

Referencias

- Aven T., Kørte J. On the use of risk and decision analysis to support decision-making. *Reliability Engineering and System Safety* 70, (2003).
- Backlund F., Hannu J. Can we make maintenance decision on risk analysis results? *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 8 No. 1, (2002).
- Clarke A., Garside J. The development of a best practice model for change management. *European Management Journal* Vol. 15, No. 5, (1997).
- Clarke A., Garside J. The development of a best practice model for change management. *European Management Journal* Vol. 15, No. 5, (1997).
- Dias, A; Calil, Luis; Rolim, R.; Guembarovski, R.; Cardoso, V. Metodologia para gerenciamento de risco. IV Simpósio Internacional de Confiabilidade. São Salvador, BA. (2006).
- Emblemsvåg Jan, Kjølstad Lars Endre. Strategic risk analysis - a field version. *Management Decision* 40/9, pp. 842 - 852, (2002).
- Espinosa F. Metodologia para Inovação da Gestão de Manutenção Industrial, Tese Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2006).
- Govers C.P.M. What and how about quality function deployment (QFD). *Int. J. Production Economics*. 46-47, pp. 575-585, (1996).
- Han S. B., Chen S. K., Ebrahimpour M., Sodhi M.S. A conceptual QFD planning model. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 18 No. 8, pp. 796-812. (2001).
- Hudson Brian G. Risk-based maintenance. *Petroleum Technology Quarterly*. PTQ Q4, pp. 37-45 (2006).
- Kumamoto, Hiromitsu; Henley, Ernest, J. *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*. IEEE Press, New York, USA. Second Edition. (1996).
- Kwak Y.H., Stoddard J. Project risk management: lessons learned from software development environment. *Technovation* 24, (2004).
- Mobey A., Parker D. Risk evaluation and its importance to project implementation. *Work Study*, Volume 51. Number 4. pp. 202-206, (2002).
- Mosleh, A., Dias, A., Eghhali, G., Fazen, K. An Integrated Framework for Identification, Classification and Assessment of Aviation Systems Hazards. *International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM 7 and ESREL 04)*. Berlím, Germany. Jun 2004. Ref. H11 p.34. <http://www.psam7.org/finalprogram.pdf>.
- Okumus F. A framework to implement strategies in organizations. *Management Decision* 41/9, pp. 871-882, (2003).
- Reason, James. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Asgate, Burlington, USA. (1997).
- Rentes A. TransMeth - Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, (2000).
- Tchankova L. Risk identification - basic stage in risk management. *Environmental Management and Health*, Vol. 13 No. 3, pp. 290-297. (2002).
- Ward Stephen, Chapman Chris. Transforming project risk management into project uncertainty management. *International Journal of Project Management* 21, pp. 97-105, (2003).

ENETOR

ENERGY ENGINEERING SIMULATORS

ENETOR, es una empresa de tecnología enfocada en el desarrollo de simuladores de ingeniería para la industria energética.

Somos una empresa centrada en el cliente, donde el conocer sus problemas para ofrecer soluciones ajustadas a sus necesidades son nuestra prioridad.

Nuestra visión es ser el simulador de ingeniería en línea más confiable del mundo para todo tipo de proyectos.

Para usar nuestros simuladores contáctanos por el correo electrónico inf@enator.com o suscríbete gratis en nuestra página www.enator.com



Revisión del documento: Claves para un rodamiento perfecto (de Kluber Lubrication)

Consejos para lubricación
de rodamientos



Gaspar Soto

Coordinador de proyectos en OMC SAS

gaspar.soto@udea.edu.co

omcmantenimiento8@gmail.com



Las ecuaciones forman parte fundamental del lenguaje en ingeniería y para que este lenguaje sea comprensible y consistente, las unidades de los términos presentes en dichas ecuaciones deberían ser dimensionalmente homogéneas y la lubricación de rodamientos no puede escapar de ese principio de la física.

Los rodamientos siguen siendo los componentes fundamentales de las maquinas rotatorias en todo el mundo y por ende todos los aspectos relacionados con ellos son de suma importancia. Los fabricantes de rodamientos producen mucha documentación técnica para ser usada como guía, abarcando los principales aspectos en catálogos y recomendaciones de las mejores prácticas en:

- Diseño y fabricación de rodamientos.
- Aplicaciones.
- Selección del tipo adecuado de rodamiento.
- Montaje e instalación.
- Desmontaje.
- Mantenimiento y lubricación.

Cada uno de los anteriores aspectos es un submundo en el cual se han realizado investigaciones y desarrollos tecnológicos que buscan aumentar la confiabilidad y eficiencia de ese importante componente. La lubricación de rodamientos es un aspecto muy importante ya que el 80% de las fallas de rodamientos son por problemas asociados a lubricación (*Congreso de mantenimiento y confiabilidad latinoamericano, 2016*)

Fabricantes multinacionales de lubricantes como “Klüber lubrication” han dedicado muchos esfuerzos a la elaboración de documentos técnicos que faciliten las

tareas de lubricación de rodamientos. Uno de estos documentos llamado: “*Claves para un rodamiento perfecto, consejos para la lubricación de rodamientos*”¹ Constituye un buen documento de consulta en el tema de lubricación de rodamientos sin embargo hay algunos aspectos que deben revisarse con cuidado con respecto a algunas de sus ecuaciones.

Revisión del documento

El contenido del documento está distribuido en varias secciones:

- 1.** Selección de la grasa adecuada.
 - 1.1.** Determinación de la viscosidad del aceite base.
 - 1.2.** Cálculo del factor de velocidad del rodamiento que se requiere lubricar.
 - 1.3.** Relación de carga C/P.
- 2.** Aplicación de la grasa en rodamientos.
 - 2.1** Determinación de la cantidad de grasa en rodamientos.
 - 2.2** Determinación de la vida teórica de servicio de las grasas Klüber.
- 3.** Grasas lubricantes especiales Klüber.
- 4.** Limpieza de rodamientos.
- 5.** Protección contra la corrosión de rodamientos.
- 6.** Montaje de rodamientos con pastas.

¹ <https://www.klueber.com/ecomaXL/files/Waelzlager-SP.pdf>

Análisis dimensional de la ecuación de factor de velocidad

Extracto del documento “Claves para un rodamiento perfecto, consejos para la lubricación de rodamientos (Klüber lubrication)”, respecto al cálculo del factor de velocidad:

Factor de velocidad

El factor de velocidad

$n * d_m$ para rodamientos

El factor de velocidad $n * d_m$ resulta de multiplicar la velocidad de giro en el punto de aplicación n en $[\text{min}^{-1}]$ por el diámetro medio del rodamiento d_m en $[\text{mm}]$.

El factor de velocidad

$n * d_m$ para grasas lubricantes

El factor de velocidad de una grasa lubricante depende en gran medida del tipo y viscosidad del aceite base, del espesante y del tipo de rodamiento. Si el aceite fluye rápidamente al punto de fricción, el espesante libera aceite de una forma continua previamente definida y se aprecia una buena adherencia del aceite base y del espesante al material del rodamiento, se habrán cumplido los principales requisitos para una lubricación eficaz en aplicaciones a altas velocidades. En las grasas de Klüber Lubrication para rodamientos se especifican los factores de velocidad máximos para la lubricación de rodamientos radiales rígidos. Asegúrese de que dicha cifra no es inferior a las velocidades requeridas en el campo de aplicación previsto; en caso contrario, rogamos se ponga en contacto con nosotros. (p.7).

Como se observa en la página 7 del documento (Klüber lubrication, s.f.) La definición del factor de velocidad para la selección del lubricante se limita a una ecuación que se discutirá más adelante, por ahora se debe revisar la definición del concepto. **El factor de velocidad** “Es un término que sirve para definir la relación entre la velocidad a la que rota un rodamiento y el tamaño de este. El factor de velocidad puede ayudar a determinar una gama de propiedades del lubricante, las cuales puede usar para seleccionar el lubricante adecuado. Entre dichas propiedades están la viscosidad del aceite y el grado de consistencia NLGI para la aplicación” (Noria Latinamerica, 2017).

Volviendo a la ecuación planteada por (Klüber lubrication, s.f.)

Tabla1. Ejemplos de unidades SI derivadas expresadas en términos de unidades SI.
Fuente: D'Gregorio, 2002.

Magnitud	Unidad SI derivada	
	Nombre	Símbolo
superficie	metro cuadrado	m ²
volumen	metro cúbico	m ³
velocidad lineal	metro por segundo	m/s
velocidad angular	radián por segundo	rd/s
aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s ²
aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rd/s ²
número de onda (wave)	recíproca de metro	m ⁻¹
densidad de masa	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m ³ /kg
densidad de corriente	ampere por metro cuadrado	A/m ²
fuerza de campo magnético	ampere por metro	A/m
concentración	mol por metro cúbico	mol/m ³
luminosidad	candela por metro cuadrado	cd/m ²

$$F_v = n * d_m$$

Ecuación 1

F_v: factor de velocidad del rodamiento.

n: velocidad de giro

d_m: diámetro medio del rodamiento [mm]

De la física y la cinemática del movimiento circular uniforme se recuerda que:

$$v = \omega * r$$

$$v = \omega * \frac{d}{2}$$

Ecuación 2

v: Velocidad lineal o tangencial

w: Velocidad angular

r: Radio de curvatura, d/2

Como se puede observar en la ecuación 2, la unidad en el sistema SI para velocidad angular **w** (velocidad de giro, n) son [rad/s] y [rev/min] esta última muy común en máquinas rotativas. Entonces para calcular **F_v** se tendría el siguiente análisis dimensional:

$$F_v = n * d_m$$

$$F_v [=] \frac{rev}{min} * mm$$

$$F_v [=] \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{rev} * mm$$

$$F_v [=] 2\pi(rad) * \frac{mm}{min}$$

El radian es adimensional ya que es la medida de un Angulo que se obtiene del cociente entre la longitud de arco y la longitud de su radio. **[Rad] = [L] / [L]**. Entonces considero que la ecuación planteada por Klüber (Ecuación 1), debería corregirse para obtener una repuesta que sea dimensionalmente homogénea, para el factor de velocidad del rodamiento. Recordando la Ecuación 2 se tiene que la velocidad lineal está en función de la velocidad angular y el radio del rodamiento.

$$F_v = 2\pi * n * \frac{d_m}{2}$$

$$F_v = \pi * n * d_m [=] \frac{mm}{min}$$

Ecuación 3

La ecuación 3 sería la ecuación corregida y dimensionalmente homogénea para calcular el factor de velocidad del rodamiento.

Análisis dimensional de la ecuación de relubricación de rodamientos

Esta ecuación del documento (Klüber lubrication, s.f.) pretende dar una guía para determinar la cantidad de grasa en la relubricación periódica de rodamientos. Preguntarse ¿cuál es la cantidad correcta de grasa para aplicar? constituye el pan de cada día de los lubricadores e ingenieros en la lubricación de rodamientos en las plantas industriales.

Extracto del documento “*Claves para un rodamiento perfecto, consejos para la lubricación de rodamientos (Klüber lubrication)*”, respecto a la ecuación de relubricación:

Lubricación a pérdida

En determinadas aplicaciones, la relubricación de los rodamientos es inevitable. A continuación presentamos de forma sistemática una guía para determinar las cantidades e intervalos de relubricación, así como otras informaciones útiles sobre la lubricación a pérdida en general.

a) Intervalos de lubricación

Los intervalos de lubricación pueden variar sensiblemente para una misma aplicación en función de la grasa utilizada. Por tanto, resulta razonable que los ingenieros encargados de desarrollo y diseño decidan en una fase temprana antes de iniciar su trabajo si el rodamiento requerirá un sistema de lubricación central o si éste podría resultar superfluo en caso de elegir una grasa adecuada. En el caso de

instalaciones ya existentes, se pueden reducir los intervalos de relubricación –y, por tanto, el consumo de grasa– optando por un lubricante de mayor rendimiento. Además, de este modo se incrementa la fiabilidad y seguridad de funcionamiento.

Los intervalos de relubricación deberían ser aprox. 0,5 a 0,7 x la duración de servicio reducida teórica de la grasa F_{10q} . Para calcular la duración de servicio reducida teórica de la grasa F_{10q} , véase el párrafo respectivo de este capítulo.

b) Cantidad de lubricación

Para la lubricación inicial de un rodamiento –sea lubricación de por vida o lubricación a pérdida–, las cantidades se determinan del modo descrito en el apartado “Determinación de la cantidad de grasa en rodamientos”. Para calcular las cantidades e intervalos de relubricación, la hoja de trabajo GfT 3 hace una distinción entre tres casos diferentes:

1. Relubricación desde una vez a la semana hasta una vez al año

La cantidad de relubricación M_i –para intervalos de relubricación desde una vez a la semana hasta una vez al año– se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$M_1 = D \cdot B \cdot X$, partiendo de un factor

semanal: $X = 0,002$

mensual: $X = 0,003$

anual: $X = 0,004$

M_1 en cm^3

D = diámetro del rodamiento [mm]

B = anchura del rodamiento [mm]

Como puede verse, la cantidad de relubricación M_1 depende del intervalo estimado y del intervalo efectivo. A fin de obtener un mejor efecto de barrido, especialmente en rodamientos con largos intervalos de relubricación, la cantidad de relleno M_1 puede aumentarse hasta el triple. (p.13).

En la página 13, cuando se plantea la ecuación para calcular la relubricación desde una frecuencia semanal hasta una anual se tiene:

$$M_1 = D \cdot B \cdot X$$

Ecuación 4

M_1 : Cantidad de relubricación con grasa [cm^3]

D : Diámetro exterior del rodamiento [mm]

B : Ancho del rodamiento [mm]

X : Factor de frecuencia, no se describen sus unidades.

X (semanal) = 0,002

X (mensual) = 0,003

X (anual) = 0,004

$[L^3] = [L] * [L] * [X]$, Sería lógico decir que el factor X tuviera unidades de longitud $[L]$ pero resulta que como lo indica el documento, la respuesta está dada en unidades de volumen, pero en una escala diferente.

$$[\text{cm}^3] = [\text{mm}] * [\text{mm}] * [X]$$

$$[X] = \frac{\text{cm}^3}{\text{mm}^2} = \frac{L^3}{L^2} = L$$

Ecuación 5

Concluyo que el factor X no puede ser adimensional y que este debería tener las unidades descritas en la Ecuación 5 de cm^3/cm^2 para que la ecuación planteada en el documento (Ecuación 4), sea dimensionalmente homogénea.

Referencias

Congreso de mantenimiento y confiabilidad latinoamericano. (23 de Mayo de 2016). Obtenido de <https://cmc-latam.com/12-razones-las-fallan-los-rodamientos/>

D'Gregorio, D. R. (Marzo de 2002). Scielo.org. Obtenido de Sistema Internacional de Unidades SI: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322002000100010 Klüber lubrication. (s.f.).

Obtenido de <https://www.klueber.com/ecomaXL/files/Waelzlager-SP.pdf>

Noria Latinamerica. (30 de octubre de 2017). lublearn. Obtenido de <https://noria.mx/lublearn/seleccion-de-una-grasa-para-alta-velocidad/>

Publica tu artículo

Consulta las pautas

<https://predictiva21.com/articulista/>

Artículo Técnico



2.1 Definición de las Fallas Funcionales y Base de Conocimiento

La primera tarea a realizar será el diseño de la base de conocimiento que permitirá definir el conjunto de reglas, necesarias para realizar las estrategias u operaciones de mantenimiento según el análisis RCM (realizado conjuntamente con los expertos de operación, mantenimiento e Ingeniería). En la Figura, se especifica las relaciones y dependencia que existen entre los diferentes elementos considerados por el RCM, tales como estados funcionales, fallas funcionales, equipos, modos de falla, entre otros.

2.2 Variable Difusas y Conjuntos Difusos

En esta sección, se define el conjunto de variables difusas que son usadas en las reglas de control.

Es necesario mencionar que para la definición de las variables difusas se tomó en cuenta las variables de interés analizadas por los operadores y mantenedores las cuales permiten describir el estado del sistema y/o equipo de gas de proceso, cada variable difusa está relacionada con una magnitud específica localizada en planta específicamente con un instrumento de medición en específico, creando las tablas que vinculan cada una de las variables lingüísticas con los instrumentos del sistema y/o equipo, con esta tabla es posible ubicar físicamente cada variable lingüística con ayuda de la identificación (TAG) de los instrumentos asociados. Así entonces se pueden tomar variables como:

1. Temperatura.
2. Presión.
3. Humedad.
4. Vibraciones Radial y Axial.

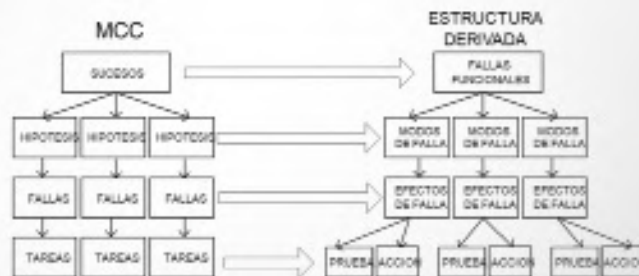


Fig. 9 Adaptación (RCM - BASE DE CONOCIMIENTO)

2.3 Reglas de Control

En esta sección se hace mención al grupo de reglas de control, que arrojarán de acuerdo a sus pesos la información a interpretar y así proceder a la obtención de las tareas de mantenimiento idóneas.

Debe mencionarse que la reducción de las reglas está orientada a la detección de estados anómalos (Anormalidades) en los sistemas y/o equipos de acuerdo a los valores lingüísticos que se van tomando las variables difusas, de este modo la estructura general que siguen las reglas es la siguiente:

Si <Prop.1> Oplag ... <Prop.N> entonces <Prop. Resultante>

Las reglas de control cumplen con la finalidad de tomar las variables lingüísticas de entrada y de acuerdo a su valor lingüístico, direccionar el suceso o la variable lingüística de salida.