

PREDICTIVA21

HABLEMOS DE RAM

- Armando Vittorangeli

¿QUEDAREMOS OFF LINE EN EL MANTENIMIENTO APLICADO A RODAMIENTOS?

- José Luis Leal

PRECONLUB y
CBM+RELIABILITY
CONNECT 2023

LO QUE DEJO
EL 2023 EN
PREDICTIVA21

- Lisset Chavéz

Año 9 - No. 46
Diciembre 2023

INSPIRACIÓN LITERARIA

Una charla con José Contreras



Índice

01 Editorial

04 Explorando el universo de la Gestión del Mantenimiento y la Inspiración Literaria

Una charla con José Contreras Márquez

10 Predyc para empresas: Construye equipos listos para el futuro

Lisset Chávez

13 Comunidad Predyc

Lisset Chávez

16 PRECONLUB 2023

Lisset Chávez

19 Hablemos de RAM

Armando Vittorangeli

24 Análisis Causa Raíz

Augusto Constantino

32 CBM + RELIABILITY CONNECT

Lisset Chávez

34 ¿Quedaremos offline en el Mantenimiento aplicado a rodamientos?

Jose Luis Leal

37 El indicador global de prestigio

Brau Clemenza

39 Autodiagnóstico de fallas con sensores inteligentes

Leonardo Vieira

44 Data analytics: Toma de decisiones efectivas

Claudia Fabián Vargas

49 ¿Por qué es importante medir la calidad en el servicio?

Richard Zamora Yansi

52 Migración de eventos de Mantenimiento Correctivo a eventos de Mantenimiento Preventivo en base a un análisis de gestión y gastos de alta frecuencia

Cristobal Ramos Correa

57 Propagar la sostenibilidad en la cadena de valor

Paula Quilhot

61 Experto en Mantenimiento Predictivo: Carlos E. Torres

Nos comparte sus perspectivas y conocimientos

63 El internista de la 21

Rafael Arguelles

70 Cerrando brechas... La "Confiabilidad del dato" en la correcta aplicación de las metodologías de confiabilidad

Nayrih M. Medina C.

72 Inspecciones visuales:

Digitalización e integración en Mantenimiento Predictivo

Carlos E. Torres

76 Experiencia y compromiso

Una conversación con Carlos Javier Velázquez de Argos Cemento

79 Re-evolución de la naturaleza holística del aire

Laudelino Javier Sánchez

89 Tecnología y eficiencia:

El camino hacia la industria inteligente

CTN Global

91 Optimizando las finanzas de tu empresa a través de estrategias de confiabilidad

María Teresa Romero Barrios

98 Lo que dejó 2023 en Predictiva21

Tú eres parte de eso...

Lisset Chávez

EDITORIAL



Andrés Enrique González Giraldo

Editor y CEO de Predictiva21.
andres.gonzalez@predictiva21.com

Enrique Javier González Hernández

Fundador y Chairman de Predictiva21
enrique.gonzalez@predictiva21.com

Lisset Chávez González

Dirección Editorial
lisset.chavez@predictiva21.com

Alejandro José Godoy Rodríguez

Director de Marketing
alejandro.godoy@predictiva21.com

Montserrat Sánchez González

Diseñadora Gráfica
montserrat.sanchez@predictiva21.com

En esta edición, tenemos el honor de presentarles una entrevista exclusiva con una figura destacada en el campo de la Gestión del Mantenimiento: **José Contreras Márquez**.

José Contreras Márquez es un reconocido Instructor Certificado ASME (The American Society of Mechanical Engineers), además de consultor con una impresionante trayectoria en el área de la Gestión del Mantenimiento. Sin duda, su experiencia y conocimientos lo han llevado a ser un referente en la industria.

No podemos dejar de resaltar el legado literario de **José Contreras Márquez**, quien ha escrito cuatro libros que han dejado una huella significativa en el campo de la Gestión del Mantenimiento. Sus obras, como **“Gestión de Activos y Mantenimiento”**, **“Planificación, Programación y Costos del Mantenimiento”**, **“Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento”** y **“Sistemas de Medición del Desempeño en Mantenimiento basados en Indicadores de Gestión”**, se han convertido en referencias clave para profesionales y entusiastas del sector.

En esta edición, tenemos el privilegio de adentrarnos en la mente creativa de José y conocer la inspiración detrás de sus obras, así como el impacto que ha tenido en la comunidad profesional de la Gestión del Mantenimiento. A través de esta entrevista, descubrimos su pasión por compartir conocimientos y su experiencia como instructor y consultor, formando a futuras generaciones de profesionales en la materia. Agradecemos a José por compartir su experiencia y conocimientos con nosotros, y esperamos que esta edición sea una fuente de inspiración y aprendizaje para todos nuestros lectores.

¡Disfruten de la lectura y sigan explorando con nosotros las mejores prácticas y novedades en Mantenimiento, Confiabilidad, Gestión de Activos e Industria 4.0 en Latinoamérica!.

Un abrazo grande.

Andrés González

Editor y CEO de Predictiva21



Cuéntanos un poco sobre tu trayectoria en el campo de la Gestión de Activos y el Mantenimiento. ¿Cómo fue el comienzo?

Explorando el universo de la Gestión del Mantenimiento y la Inspiración Literaria: Una charla con José Contreras Márquez

Entrevista por Lisset Chávez

“ Mi **trayectoria** en el campo de la Gestión de Activos y el Mantenimiento se inicia antes de la aparición de la especificación PAS 55 y posteriormente las normas ISO 55000. Realmente mis inicios en Gestión de Activos datan desde que cursé, a finales de la década de los 80, un postgrado en Ingeniería Empresarial y luego una especialización en Gerencia de Proyectos.

Mi **experiencia** práctica en Gestión de Activos nace desde que emprendí, junto con un socio, una PYME que se dedicó a la fabricación de artículos para el hogar. Esta empresa, muy pequeña desde sus inicios, evolucionó muy satisfactoriamente durante 15 años hasta que la situación económica en Venezuela comenzó su deterioro.

Para lograr nuestros objetivos comerciales, tuvimos que comprar, diseñar y fabricar activos y una vez que entraron en operación, teníamos que mantenerlos en funcionamiento. Obviamente tuvimos que hacer Gestión del Mantenimiento de nuestra maquinaria, pero la Gestión de Activos implicaba muchas cosas más, por ejemplo, decisiones sobre: seguir manteniendo o reemplazar, fabricar o comprar, nivel de inventarios de repuestos, expansión de la capacidad operacional.

Ahora bien, si nos referimos a la Gestión de Activos que se basa en los sistemas que describen las normas ISO 55000, entonces esta trayectoria comienza con la aparición de las normas en 2014.

A partir de este momento, ya como instructor y consultor en temas muy propios de la Gestión del Mantenimiento, reconocí la importancia de la Gestión de Activos como área imprescindible en cualquier organización industrial.

Con respecto al Mantenimiento, mi dedicación exclusiva a este campo se remonta al año 2007, cuando el Ing. Carlos Parra, de gran reputación en el mundo de la Confiabilidad Operacional, conociendo muy bien la actividad docente y de investigación que yo venía desarrollando en el campo de la Gerencia de Operacional, me invita a impartir un curso de Gerencia de Proyectos aplicada a las paradas planta y otros proyectos de Mantenimiento. Ese primer curso lo dicté en Quito-Ecuador en 2008. Posteriormente me dediqué a investigar la problemática asociada a los inventarios de mantenimiento para preparar un curso con un enfoque que distinguía las particularidades de la gestión de inventarios para Mantenimiento. Después desarrollamos el curso planificación y programación del Mantenimiento y el curso sobre indicadores de Gestión para Mantenimiento.



Como Global Certified Instructor ASME ¿cómo ha sido su experiencia impartiendo conocimientos y capacitando a profesionales en el campo del Mantenimiento?

José Contreras —Definitivamente debo reconocer la importancia que ha tenido haber logrado que todos mis cursos hayan sido aprobados por ASME para ser certificados en cualquier país que se impartan, siempre que estos cursos sean organizados por una empresa que esté aprobada por ASME como su representante oficial en ese país.

Esta experiencia inicia en 2010, cuando presenté a ASME mi primer curso, que fue aprobado y a partir de ese logro me propongo que cada nuevo curso que desarrollara fuese propuesto a ASME para su aprobación y de esa forma logré certificar todos mis cursos.

Simultáneamente con este proceso de certificación, viajaba regularmente a varios países. Esta actividad fue creciendo satisfactoriamente a tal magnitud que ya he impartido mis cursos en todos los países de Latinoamérica. Debo destacar que mi principal actividad se ha desarrollado en Argentina, Colombia, México y Perú. Los profesionales con mayor participación provienen de la industria energética, petrolera, minera y manufacturera.

Una vez que aparece el COVID-19 y se declara la pandemia a nivel mundial, mi actividad se desarrolla completamente a distancia “online” por las plataformas que todos conocemos, con la principal ventaja de poder contar con la participación de alumnos de varios países simultáneamente. En nuestro caso, esta actividad no solo se ha mantenido, sino que está en constante crecimiento.



Ha escrito cuatro libros destacados en el campo de la Gestión del Mantenimiento. ¿Podría compartir con nosotros cómo surgió la idea de escribir su primer libro y cómo ha evolucionado su enfoque en los libros posteriores?

José Contreras —La idea de escribir un libro siempre había estado presente, pero el impulso definitivo lo da el requerimiento de una empresa de capacitación en España que se interesa en mi curso de indicadores (KPI) de mantenimiento, para ser promovido como curso a distancia asincrónico. Les preparé el curso, pero el único material de soporte descargable era las diapositivas diseñadas en power point, entonces la empresa me indica que era imprescindible que las diapositivas fuesen explicadas a través de un documento de texto. Me dediqué a cumplir con ese requisito, les envié los documentos correspondientes a los ocho módulos del curso. El material fue aprobado y hasta la fecha el curso se mantiene vigente.

Después me di cuenta que esos ocho documentos se podían convertir, con muy poco esfuerzo adicional, en un libro.

Me entusiasme y el resultado fue un libro impreso por primera vez en Venezuela el año 2017.

A raíz de esa primera experiencia, quedé muy motivado para publicar un libro por cada uno de mis cursos y así emprendí el desarrollo del libro “Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento”. Deseo destacar que este libro lo publiqué por primera vez a finales de 2018 en Argentina, país al que emigré con mi familia, en el que residimos actualmente y del que estamos muy agradecidos por la gran receptividad que nos han brindado.

Continuando con mi intención de publicar un libro por cada uno de mis cursos, comencé con los preparativos del libro “Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento”, el cual fue publicado a finales de 2021.

Finalmente llegamos a la publicación del libro “Gestión de Activos y Mantenimiento”, cuya publicación es muy reciente (julio 2023). Anecdóticamente, este fue el libro que inicialmente quise desarrollar, debido al reconocimiento que se le dio a la Gestión de Activos por la publicación de la serie de normas ISO 55000 para estandarizar el desarrollo e implantación de sistemas de Gestión de Activos en cualquier tipo de organización, dentro de los cuales la Gestión del Mantenimiento debe jugar un papel demasiado importante, pero sin ser su absoluta responsabilidad.

El hecho de que no existía esa conexión necesaria entre Gestión de Activos y Mantenimiento y los enfoques adoptados eran aislados, es decir, aplicar ISO 55000 independientemente de Mantenimiento o considerar que Gestión de Activos era una evolución del Mantenimiento, decidí esperar a que este movimiento madurara un poco más para contar con mayor sustento y experiencia, hasta que llegó el momento de poder construir ese puente inexistente pero necesario.





En su libro “Gestión de Activos y Mantenimiento”, aborda temas de gran relevancia. ¿Cuál considera que es el factor más importante para lograr una gestión efectiva de activos y Mantenimiento?

José Contreras —Para lograr una gestión efectiva de activos y Mantenimiento se requiere una gestión eficaz y eficiente de ambas. Lo primero que hay que reconocer es que la gestión de activos y la Gestión del Mantenimiento son dos cosas distintas. Por supuesto, todo lo que se haga en Mantenimiento es parte de la Gestión de Activos, pero no todo lo que se debe hacer en Gestión de Activos pertenece o es responsabilidad de Mantenimiento.

Tratar de indicar un solo factor es difícil, sin embargo, considero que el factor más importante es considerar el ciclo total de la vida de los activos y reconocer todos los procesos que deben ser desarrollados en todas las etapas de ese ciclo de vida. Mantenimiento es la función más importante dentro de todos estos procesos, pero no es la única.

“Planificación, Programación y Costos del Mantenimiento” es otro de sus libros destacados. ¿Cuál es el desafío más común al que se enfrentan las empresas en la gestión de estos aspectos del Mantenimiento?



José Contreras —La correcta Gestión del Mantenimiento se sustenta en tres grandes pilares que podríamos considerar las funciones básicas que deberían llevarse a cabo en todo departamento de Mantenimiento.

El **primer pilar** es la Confiabilidad de los activos y la mejor metodología que existe para lograr la máxima Confiabilidad es el

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad ya que permite definir las estrategias de Mantenimiento que satisfacen los requisitos de riesgos, costos y beneficios.

El **segundo pilar** es la planificación de la implementación de las estrategias de Mantenimiento que se divide en dos procesos separados y con objetivos distintos: la planificación del trabajo que busca disminuir el tiempo necesario para ejecutar cada trabajo y la programación que permite programar la mayor cantidad de trabajos posible cada semana.

El **tercer pilar** se refiere a la supervisión del trabajo, que también se debe descomponer en dos procesos, la ejecución del trabajo y el cierre formal de la orden de trabajo para recopilar la información necesaria y poder llevar a cabo la mejora continua de la gestión del trabajo.

Mi libro “Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento” aborda de forma general el modelo apropiado para la Gestión del Mantenimiento, pero con un objetivo central que es mostrar la forma correcta de gestionar el trabajo de Mantenimiento para alcanzar la máxima eficiencia durante su ejecución y contribuir con la máxima disponibilidad al mínimo costo. Es un libro necesario y demasiado importante para todo profesional que se dedique al mantenimiento de activos físicos.

En su libro “Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento”, explora cómo optimizar la gestión de inventarios. ¿Podría compartir algunos consejos clave para lograr el nivel óptimo de inventario sin sacrificar la disponibilidad de los activos?



José Contreras —Mi libro y curso “Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento”, tienen una particularidad y es que están enfocados en la gestión de inventarios para Mantenimiento, es decir, repuestos (refacciones) y consumibles. Esto es muy importante reconocerlo porque la gestión de inventarios para Mantenimiento es radicalmente distinta a la gestión de otros inventarios como las materias primas

y productos terminados. La literatura existente sobre gestión de inventarios es muy extensa, pero la literatura especializada en inventarios para Mantenimiento es muy escasa y lo que he desarrollado considera de manera muy cuidadosa esas particularidades.

Los consejos que podría dar para abordar correctamente la gestión de inventarios para Mantenimiento se centran en los siguientes aspectos:

- » Reconocer las diferencias entre los inventarios para Mantenimiento y otros inventarios.
- » Clasificar los materiales por su valor en existencia (clasificación XYZ)



- » Clasificar los materiales por su valor en existencia (clasificación ABC)
- » Determinar la criticidad de los repuestos con el único objetivo de optimizar su nivel de existencias. No es la misma criticidad que se determina para definir estrategias de Mantenimiento.
- » Aplicar los modelos matemáticos y estadísticos apropiados para el nivel de rotación. No es un modelo único.
- » Definir los indicadores de gestión propios de los inventarios para Mantenimiento. No utilizar un indicador de rotación general porque no aplica y por tanto no tiene utilidad alguna.

Finalmente, comprender que la optimización de los inventarios para Mantenimiento requiere de la participación de profesionales del área logística (compras, almacenes) y de Mantenimiento (Confiabilidad y planificación), cada uno con aportes específicos y responsabilidades específicas.

El libro “Sistemas de Medición del Desempeño en Mantenimiento basados en Indicadores de Gestión” suena intrigante. ¿Cuál es la importancia de medir el desempeño en el Mantenimiento y cómo se debe seleccionar los indicadores más adecuados?

José Contreras —Comencemos por aclarar por qué es intrigante hablar de un “sistema de indicadores” y no de una “lista de indicadores”.

Es muy frecuente el interés sobre cuáles indicadores deben ser utilizados en Mantenimiento y justamente ese es el origen del problema de no poder diagnosticar las causas que producen un resultado no deseado.

Los indicadores de gestión (*Key Performance Indicators-KPI*) son necesarios para evaluar el desempeño en todas las funcio-



nes y en todos los niveles jerárquicos de un departamento de Mantenimiento, pero esto no lo resuelve una lista de indicadores (KPI) para Mantenimiento. Es necesario desarrollar un sistema para medir el desempeño de los responsables y de los procesos en todos los niveles jerárquicos de la estructura organizacional del departamento de Mantenimiento.

Siempre que me preguntan *¿cómo se debe seleccionar los indicadores más adecuados? o ¿cuáles son los indicadores que deben ser utilizados en Mantenimiento?*, mi respuesta es que se debe tener perfectamente claro *¿qué es lo que se desea medir? y ¿para qué?* Al tener perfectamente respondidas esas dos preguntas, los indicadores (KPI) se pueden definir muy fácilmente.

Es demasiado importante evaluar el desempeño en la Gestión del Mantenimiento, porque es la única forma de demostrar el aporte que Mantenimiento hace para que la empresa logre sus objetivos estratégicos. Pero deseo destacar que los indicadores utilizados no deben provenir de una lista de KPI's sino de un sistema de medición del desempeño, por supuesto, conformado por un grupo de indicadores que deben estar organizados para que muestren el desempeño de lo que queremos evaluar.

Como autor de libros técnicos, ¿cómo ha visto que sus obras han impactado en la comunidad profesional de la Gestión del Mantenimiento? ¿Ha recibido retroalimentación de lectores o colegas?

José Contreras —En este sentido, quiero expresar mi **más sincero agradecimiento** a todos los profesionales que se han interesado en mis publicaciones, por supuesto la gran mayoría de esos profesionales están dedicados al Mantenimiento Industrial. Mi gran satisfacción se debe a que cuento con una gran cantidad de personas que están atentas a mis publicaciones, pero además me llena de orgullo la retroalimentación satisfactoria de un amplio grupo de profesionales expertos en estos temas relacionados con la gestión del Mantenimiento.

Permanentemente estoy recibiendo invitaciones de universidades y organizaciones privadas para colaborar con mis conocimientos y experiencia en postgrados y congresos destacados en diversos países de América Latina. En la medida de mis posibilidades de tiempo, siempre estaré dispuesto a colaborar donde se considere que mi participación es importante.

Su experiencia como escritor y la publicación de sus libros han contribuido significativamente a su trayectoria profesional como consultor e instructor. ¿Podría compartir cómo ha influido la escritura en su carrera y cómo ha enriquecido sus habilidades como experto en Gestión del Mantenimiento?

José Contreras —Esa pregunta es muy comprometedor, pero la responderé de una forma honesta.

Para escribir un libro sobre un tema muy profesional se requiere de dos cosas: 1. Muchos conocimientos y 2. Mucha experiencia. No hay otra forma posible de



cumplir con esos requisitos, que no sea haber acumulado muchos años dedicados a esa actividad profesional. Lo que quiero expresar es que no se trata solamente de ser muy proactivo sino de haber madurado lo suficiente como para poder intentar traspasar parte de esa experiencia y conocimientos a los más jóvenes.

Haber escrito cuatro libros ha sido posible con mucha dedicación y esfuerzo para tratar de presentar el estado del arte en cada uno de los temas tratados y me ha abierto muchas oportunidades que se traducen en un gran interés y un incremento considerable de la demanda de mis servicios como instructor y consultor en Gestión de Activos y Gestión de Mantenimiento.

A lo largo de su carrera como consultor, ¿cuál ha sido el proyecto más gratificante o desafiante en el que ha trabajado y por qué?

José Contreras —El proyecto más gratificante para mí ha sido la creación de una empresa dedicada a la fabricación de árboles de navidad, que evolucionó a la fabricación de artículos para el hogar. Fue muy gratificante poder poner en práctica mis estudios de postgrado en gerencia de operaciones y gerencia financiera. Esta empresa creció tanto hasta tener contratadas hasta 100 personas. Esta empresa venezolana se vio obligada a cerrar operaciones por circunstancias ampliamente conocidas.

El proyecto más desafiante en el que he trabajado no es precisamente en el campo de la Gestión del Mantenimiento, pero muy propio de la gestión de activos en la fase de creación/diseño/adquisición de activos.

Es una historia larga, pero voy a tratar de resumirla. En el año 2005 llega a Venezuela un grupo empresarial francés, que inicia operaciones con la comercialización de láminas para techos de viviendas y galpones industriales. Al poco tiempo, la empresa se interesa en el desarrollo de viviendas de interés social que el gobierno estaba muy interesado en producir. La empresa ve una gran oportunidad de negocios y asigna un presidente del grupo para Venezuela. Este presidente contrata a un ingeniero amigo para desarrollar todo el proyecto. Este ingeniero al poco tiempo considera que mi participación es importante y me pone en contacto con el presidente de la empresa, quien me designa como su asesor directo.

Este proyecto fue tan desafiante que implicó el diseño de las estructuras para las viviendas y sus procesos de fabricación. Esto implicaba todo lo relativo al ciclo de vida de todos los activos necesarios para la fabricación de las estructuras para las viviendas. Hay muchos detalles que no se pueden explicar en esta entrevista, pero ese proyecto significó la experiencia más desafiante que he tenido en Gestión de Activos y Mantenimiento.

¿Cuál es su opinión sobre la evolución de la Gestión del Mantenimiento en los últimos años y cómo ve el futuro de esta disciplina?

José Contreras —Es indudable que el Mantenimiento ha evolucionado significativamente de la misma forma que han evolucionado todas las funciones empresariales. Esto es debido a los grandes avances de la tecnología para evaluar la condición de los activos, de las telecomunicaciones y de la informática.

Con frecuencia veo muchas promociones sobre métodos y tecnologías que prometen resolver todos los problemas del mantenimiento en las empresas. Algunas de estas ofertas son puro humo, cuyo objetivo es exclusivamente mercadotécnico, por eso hay que reconocer los verdaderos objetivos que se deben alcanzar, saber como lograrlo y cuáles son los recursos necesarios.

Todos percibimos grandes avances en el corto plazo que facilitarán nuestro trabajo e incluso que sustituirán a algunos, pero el proceso de toma de decisiones que generan esos cambios está muy distante que sea sustituido por los avances tecnológicos. Ante una transición violenta y muy acelerada de la tecnología debemos estar muy atentos para aprovechar esos cambios que, justificadamente, debemos adoptar para beneficio de nuestro desempeño en Mantenimiento y Gestión de Activos. Los elementos comunes para que todos estemos alineados con los objetivos estratégicos de la empresa son: la capacitación, la actualización, la adaptación y la reinvencción.

Como experto en el área, ¿qué consejo le daría a los profesionales que están comenzando su carrera en Mantenimiento?

José Contreras —Esta pregunta es la que más me gusta responder a los jóvenes profesionales que me consultan en ese sentido. Lo primero que les digo es que, para garantizar el éxito en su desempeño profesional, deben capacitarse permanentemente transitando dos caminos diferentes: uno para lograr su misión y el otro para lograr su visión. Me refiero a que es imprescindible capacitarse para perfeccionar su desempeño en su responsabilidad actual, pero al mismo tiempo formarse para lo que visualizan ser en el futuro.

El primer objetivo se logra con capacitaciones específicas y puntuales en aspectos muy técnicos que quieren aprender o mejorar para lo que hacen hoy.

El segundo objetivo se logra con una formación de mayor duración que les permita superar su nivel académico actual. Esta formación debe estar más enfocada a aspectos administrativos y financieros que les posibilite el ascenso dentro de sus organizaciones.





Finalmente les recuerdo que deben prepararse para el futuro porque, así como todo evoluciona, ellos también deben evolucionar a la par de nosotros.

Además de su trabajo y escritura, ¿qué otras actividades disfruta en su tiempo libre que le ayudan a mantenerse inspirado y motivado?

José Contreras —A estas alturas de la vida, disfruto mucho con mi esposa en eventos culturales como teatro y conciertos, ya que tenemos la dicha de vivir en Buenos Aires, una de las ciudades con mayor actividad cultural del mundo, disfrutamos del buen vino y los buenos asados argentinos y por supuesto realizo largas caminatas frecuentemente. También estoy leyendo mucho más ahora que tienen mucho que ver con la evolución de las organizaciones.

Por último, ¿hay algún nuevo libro o proyecto que esté planeando desarrollar en un futuro cercano que nos pueda adelantar?

José Contreras —Si, estoy trabajando en un nuevo proyecto editorial que tiene que ver con la Gerencia Estratégica en Mantenimiento y Gestión de Activos, aparte de actualizar mis libros anteriores para las próximas ediciones, ya que, gracias a Dios, se agotan rápidamente.

Predyc para empresas: Construye equipos listos para el futuro



En el acelerado mundo industrial actual, la capacitación se ha convertido en un pilar fundamental para el éxito de cualquier empresa. La creciente complejidad de las operaciones exige un personal altamente capacitado y adaptable. Es en este contexto **Predyc**, está diseñada específicamente para el sector de Mantenimiento, con el objetivo de revolucionar la forma en que las empresas abordan el desarrollo de sus equipos.

La Importancia de la capacitación en Mantenimiento

Un plan de formación efectivo en Mantenimiento tiene objetivos claros y estratégicos. En primer lugar, busca desarrollar competencias clave en el personal, mejorando así la eficiencia operativa. La aplicabilidad directa de los conocimientos adquiridos se traduce en una fuerza laboral más preparada para abordar desafíos específicos. Además, el plan de capacitación puede apoyar los cambios organizacionales y preparar a los colaboradores para roles futuros, lo que resulta esencial en un mundo laboral en constante evolución.

La motivación del personal también es un componente esencial. La capacitación no solo aumenta la retención de conocimientos, sino que también fomenta un sentido de pertenencia y compromiso. Además de cumplir con requisitos legales, como certificaciones obligatorias y derechos laborales, se convierte en una responsabilidad ética y legal para las empresas.

Retos en la capacitación actual

A pesar de la importancia de la capacitación, las empresas a menudo subestiman su impacto y asignan recursos insuficientes. En promedio, las inversiones en entrenamiento por colaborador son un 30% menos que en operaciones y un 40% menos que en producción. Pareciera que las empresas siguen pensando en la capacitación en Mantenimiento en modo reactivo y esto no se alinea con las demandas de un entorno industrial dinámico y competitivo.

En **Predyc**, nos mantenemos comprometidos con el desarrollo de las competencias de nuestra comunidad. Por ello, desde hace algún tiempo venimos diseñando nuevas funcionalidades para que los líderes de empresas y sus equipos de trabajo tengan una experiencia excepcional con nosotros.

Ahora ofrecemos soluciones tanto de formación y aprendizaje como de gestión de aprendizaje. Esto será de gran ayuda para guiar a tu equipo de trabajo a alcanzar todo su potencial. **Predyc** ahora permite la creación de planes de estudio adaptados a perfiles técnicos específicos, garantizando que los colaboradores adquieran las competencias necesarias de manera progresiva.

Gerente de Mantenimiento

Definir y desarrollar las políticas de Mantenimiento

Definir procesos para apoyar las tareas de Mantenimiento

Definir estrategias políticas y criterios para con proveedores

Asegurar niveles de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad

Asegurar una continua mejora en el Mantenimiento

Controlar el presupuesto vs la condición de los activos

Definir, gerenciar y desarrollar el modelo organizacional de Mantenimiento



Juan Martinez

juanmtz@mail.com

1234567890

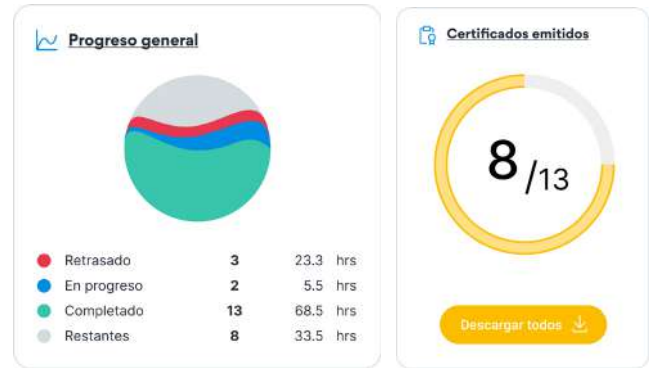
México

Supervisor e ingeniero de Mantenimiento

- Implementar estrategias y políticas de Mantenimiento
- Planificar las tareas de Mantenimiento
- Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de HSE
- Manejar los recursos: personal, materiales y equipos
- Asegurar la eficiencia técnica y económica de las tareas
- Participar en los aspectos técnicos de procura
- Hacer ingeniería para mejorar la eficiencia y la disponibilidad
- Comunicarse con compañeros, proveedores y clientes
- Cumplir con las obligaciones económicas y organizacionales

Técnico de Mantenimiento

- Asegurar la calidad de las tareas de Mantenimiento
- Coordinar o supervisar las tareas de Mantenimiento
- Trabajar de acuerdo a los procedimientos de HSE
- Asegurar la disponibilidad de materiales, equipos y herramientas
- Usar apropiadamente los sistemas de información
- Asegurar la efectividad de restauración en caso de falla
- Ejecutar los planes de Mantenimiento



Noviembre 2023	
Estrategias de Mantenimiento	● Ver detalles
Gestión de Paradas de Mantenimiento	● Ver detalles
Fundamentos Técnicos de Tribología y Lubricación	● Ver detalles
Octubre 2023	
Administración del Mantenimiento	● Ver detalles
Gestión de Costos de Mantenimiento	● Ver detalles
Gestión de Mantenimiento en SAP	● Ver detalles
Motocompresor Reciprocante: Funcionamiento, Operación y Mantenimiento	● Ver detalles
Bombas Rotativas	● Ver detalles
Septiembre 2023	
Bombas Reciprocantes	● Ver detalles
Motores Eléctricos	● Ver detalles
Gestión de los interesados	● Ver detalles
Coordinación de Proyectos de Ingeniería	● Ver detalles
Fundamentos de Dirección de Proyectos	● Ver detalles

Usuarios y Perfiles

Planificador de mantenimiento
Detalles del perfil
Buscar

Juan Pedro Castro Álvarez

juanpedro@mail.com

Medio

● completados ● en progreso

Activo

Francisco Arzola

francisco.arzola@inova.com

Bajo

● completados ● en progreso

Activo

Adriana Lucena

adriana.lucena@inova.com

Bajo

● completados ● en progreso

Activo

Michael Foster

michael.foster@inova.com

Medio

● completados ● en progreso

Activo

Carolina Ceballos

carolina.cebaldos@inova.com

Bajo

● completados ● en progreso

Activo

Pedro Fernandez

pedro.fernandez@inova.com

Medio

● completados ● en progreso

Activo

Alberto Sanchez Valle

albertosav@mail.com

Medio

● completados ● en progreso

Activo

Alma Manjarrez

alman24@mail.com

Bajo

● completados ● en progreso

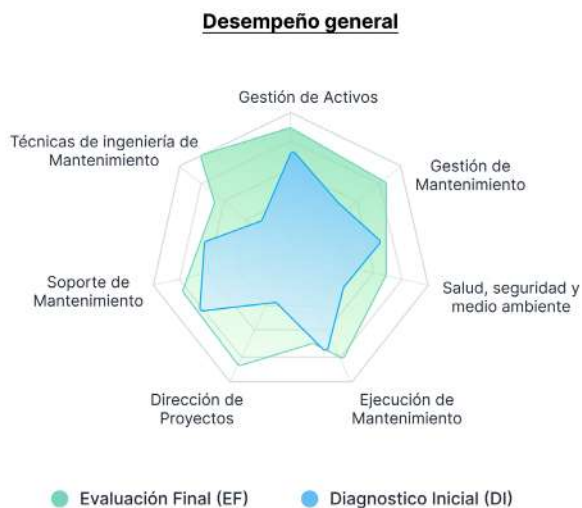
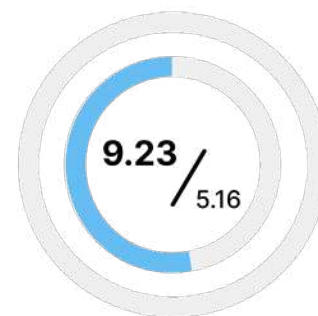
Activo

Acompañando a jefes, coordinadores, supervisores y gerentes de Mantenimiento, nos dimos cuenta que les hacían falta herramientas para gestionar el aprendizaje de su equipo de trabajo. Desde ese momento, empezamos a desarrollar un ecosistema totalmente nuevo con el fin de facilitar el desarrollo, la implementación y el monitoreo de la estrategia de formación en las empresas.

Hoy, **Predyc** se transforma para elevar las competencias de tu equipo de trabajo con una suite que ofrece soluciones y conecta el desarrollo de tu empresa con el de las personas.

Por ejemplo, si necesitas hacer más efectiva la inserción de nuevas personas a la empresa, puedes crear onboardings con cursos propios, tanto internos como regulatorios, y subirlos a nuestra plataforma para facilitar su acceso. Luego, tienes la opción de medir el avance de la capacitación de cada persona. Además de que si trabajas con procesos y normas que cambian constantemente, puedes subir esos contenidos a **Predyc** para que todo tu equipo se mantenga actualizado.

2022 - Actual | Ingeniero de ventas

**Comparativa de evaluaciones**

Por otra parte, si deseas capacitar a tu equipo en diversas áreas, como Mantenimiento, Confiabilidad, Operaciones, Proyectos cuentas con acceso a nuestros cursos y programas especializados para perfeccionar cualquier competencia.

¡Pero eso no es todo! Veamos en detalle cuáles son las actualizaciones de **Predyc** para empresas:

- **Planes de carrera a la carta:** Cada empleado tiene acceso a un plan de carrera personalizado que atiende a sus necesidades y ambiciones. Este enfoque no solo fomenta el compromiso, sino que también asegura una retención efectiva de conocimientos.
- **Estudios ajustados a perfiles técnicos:** La plataforma adapta los planes de estudio según las competencias necesarias en el sector de mantenimiento industrial.
- **Gestión de cronogramas integrada:** Predyc facilita la integración de la capacitación en la rutina diaria mediante una gestión de cronogramas efectiva.
- **Validación de competencias:** La plataforma proporciona herramientas para evaluar el progreso y validar las competencias adquiridas durante la formación.

- **Reportes y métricas:** revisa el performance de cada persona en tiempo real para medir el progreso de tu equipo y tomar las mejores decisiones.

Con este propósito en mente, hemos desarrollado un conjunto de herramientas complementarias para fortalecer las competencias de los equipos de trabajo de la industria a nivel LATAM, y mantenerlos actualizados con las últimas tendencias.

Bien, ahora ya sabes cuáles son las nuevas herramientas complementarias de **Predyc** para empresas con el fin de potenciar la formación. Cada una de ellos está diseñado para desarrollar tus equipos al máximo, pues aseguran que todos estén capacitados para alcanzar los objetivos sin complicaciones.

Por lo tanto, si quieres potenciar la gestión del aprendizaje en tu equipo de trabajo, no dudes en contactarnos. Nuestros asesores están listos para guiarte en el proceso y hacer que tu experiencia con **Predyc** sea la mejor.



Lisset Chávez González
Dirección editorial Predictiva21

Solicitar una demo
☎ +52 993 287 2551



#ComunidadPredyc

Conoce a nuestro equipo de Predyc México

Después de innumerables tazas de café, noches de desvelo y esfuerzos que dieron sus frutos, el equipo Predyc experimentó un notable crecimiento. Fue en el año 2021 cuando nuestros fundadores decidieron agregarle el auténtico picante mexicano a la receta de Predyc y, como resultado, abrimos nuestras oficinas en el vibrante corazón de Querétaro.

El **"Equipo Mx"** está compuesto por diversas personas con los que es probable que hayas tenido interacciones directas. **¿Te gustaría conocerlos más de cerca?** Estamos ansiosos de compartir contigo sus pasatiempos, motivaciones y, sobre todo, sus apasionantes historias. Estamos seguros de que encontrarás algo con lo que te identificarás.



> Lili

Con sus 30 primaveras, Lili no solo lidera el equipo de ventas en México, sino que le imprime alegría y determinación a cada paso.

Para ella, no se trata solo de vender, sino de construir conexiones auténticas que perduren. Como viajera empedernida, ha traído consigo experiencias de todos los rincones del mundo, y eso no pasa desapercibido en su mentalidad abierta y su actitud vibrante.

Lili va más allá de ser una máquina de alcanzar metas de ventas; es una experta en hacer que todos se sientan parte de la fiesta. Su dedicación a la empresa no se mide solo en números, sino en el palpitar del crecimiento y el cariño en el equipo. En su mundo, la empatía y la motivación son las verdaderas estrellas del show. Con Lili en el timón, el trabajo se convierte en un viaje donde la buena onda y el éxito van de la mano. Ella es el corazón latente del equipo, y cada día es una nueva aventura emocionante con Lili a la cabeza.



> Arturo

¡Con ustedes, el mago detrás de la pantalla, nuestro querido Arturo! Nuestro Desarrollador de Software es como el Dumbledore del código, sumergiéndose diariamente en el mundo tecnológico para hacer nuestras vidas digitales más fáciles.

Pero aquí viene la parte peculiar y fascinante de Arturo: fuera del código, se convierte en el coleccionista de teclados IBM antiguos. ¡Sí, esos que hacen clic y nos transportan a la nostalgia! Su pasión

lo conecta con una comunidad de fanáticos, mostrando ese toque único que solo Arturo puede tener. Pero eso no es todo, este aventurero curioso de la electrónica siempre está explorando el misterioso universo de gadgets y dispositivos.

Cuando no está resolviendo enigmas tecnológicos, lo encontrarás inmerso en emocionantes batallas virtuales o sumergido en las intrigantes historias de series como "Stranger Things" y "The Witcher". En Predyc, Arturo no solo es un genio del código, sino también un compañero de equipo increíblemente solidario y comprometido. Ama compartir conocimientos y experiencias, y su buen sentido del humor siempre arranca sonrisas.



> Montse

Conozcan a Montse, la mente brillante detrás de los mejores diseños en Predyc. Montse no solo es nuestra Diseñadora Gráfica, sino también la persona que convierte contenido técnico en piezas asombrosas. Aunque algo reservada, su amor por el diseño la sumerge en un mundo de creatividad, encontrando magia en cada pequeño detalle.

Cuando no está dejándonos boquiabiertos con su talento, Montse se convierte en una exploradora apasionada de series y películas, sumergiéndose en historias que la transportan a mundos increíbles. Pero eso no es todo, le encanta perderse en pueblos mágicos para encontrar inspiración en la belleza cotidiana. Su corazón late al ritmo de la creatividad, y su fascinación por la cultura coreana y el Kpop es tan grande como su entusiasmo por diseñar.

¿El secreto de Montse? Vive cada día con una actitud positiva y sin preocupaciones, siempre con la convicción de que cada momento es único.

#ComunidadPredyc



> Dani

Ella es Dani, nuestra alegre Coordinadora de Capacitación, cuya actitud positiva y sonrisa contagiosa iluminan la oficina. Además de destacarse en la planificación estratégica y ejecución de reuniones, es creativa y efectiva en el diseño y coordinación de cursos. Dani es generosa, siempre nos trae pan para el desayuno a la oficina, y su corazón abierto la lleva a ayudar a los demás.

Su presencia crea un ambiente acogedor y positivo, y destaca por su atención al cliente, buscando siempre la armonía entre las personas. Además, es altamente organizada en el trabajo y, aunque profesional, también es una compañera fiestera, siempre lista para una buena charla acompañada de una copita.



> Kevin

Aquí viene Kevin, nuestro Ingeniero de Ventas y el rey de la buena onda en la oficina. Este hombre no solo domina el arte de cerrar tratos, sino que también tiene el superpoder de convertir cualquier día gris en una fiesta.

Cuando no está deslumbrando con sus habilidades de ventas, lo encuentras conquistando niveles en sus videojuegos favoritos o explorando lugares tan locos como su sentido del humor. Pero aquí está lo mejor: Kevin no solo es un genio en el trabajo, sino que también es el gurú de los problemas. ¿Tienes un dilema? ¡Kevin tiene la solución!

Ya sea con una sonrisa, un chiste o una genial idea para cerrar un trato, Kevin es el tipo que te alegra el día. En Predyc, este no solo vende, sino que también reparte risas y buen rollo a diestra y siniestra. ¡Un auténtico rockstar!



> Luis María

Conoce a Luis María, nuestro Creador de Contenidos, Diseñador de Cursos e-learning, ¡y un torbellino de alegría en persona! Este apasionado de la música tiene un talento innato para cantar y siempre nos sorprende con acentos divertidos que nos hacen reír a carcajadas. Su risa contagiosa ilumina la oficina y su rostro, sincero como un libro abierto, no puede ocultar sus emociones.

Pero Luis María no es solo diversión; es el maestro del chisme y el creador de debates en la oficina. Le encanta generar polémica de manera lúdica entre nosotros, agregando ese toque único que mantiene nuestro equipo ligero y entretenido. En definitiva, es el corazón latente de nuestra oficina, haciendo que hasta los temas más serios se unan a la camaradería.



> Ale

¿Notaste cambios recientes en el diseño de la aplicación Predyc? Todo ese cambio increíble en el diseño es cortesía de Ale, nuestra Diseñadora UX/UI.

A pesar de ser una de las más jóvenes en nuestro talentoso equipo, Ale se destaca en entender a fondo las necesidades específicas de la industria y proporcionar soluciones intuitivas que mejoran las experiencias de usuario.

Pero espera, no creas que Ale está todo el día sumergida en códigos y diseños. ¡Para nada! En su tiempo libre, se sumerge en el mundo del cine y en historias que te dejan pegado a la pantalla. Su habilidad para convertir esas narrativas en experiencias digitales es algo fuera de serie.

Con un ojo agudo para el diseño y un amor desbordante por las historias visuales, Alejandra está en una misión para unir creatividad y tecnología.



Lisset Chávez González
Dirección editorial Predictiva21

DIPLOMADO DE CONFIABILIDAD

Marzo 2024

- Introducción a la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.
- Taxonomía según ISO 14224.
- Análisis de Criticidad de Equipos.
- Introducción Técnicas de Monitoreo Basado en Condición.
- Análisis Estadístico y Vida de Equipos con Weibull.
- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Planes de Inspección Basado en Riesgo.
- Gestión de Riesgos.
- Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Confiabilidad.
- Análisis Causa Raíz.
- Fundamentos de Evaluaciones Económicas en Mantenimiento y Confiabilidad.
- Estudios y Optimización Costo-Riesgo-Beneficio, Costos en Ciclo de Vida, Vida útil remanente y Obsolescencia.
- Gestión Óptima de Inventario de Repuesto.
- Análisis de Mantenibilidad de Equipos.
- Indicadores KPIs & Benchmarks.
- Confiabilidad Humana.
- Trabajo de Tesis Grupal.



+52 993 287 2551



ventas@predictiva21.com

PRECONLUB 2023

Congreso Internacional de Mantenimiento Predictivo, Confiabilidad y Lubricación de Clase Mundial

León, Guanajuato, México - 15 y 16 de Junio de 2023.

El distinguido *Congreso Internacional de Mantenimiento Predictivo, Confiabilidad y Lubricación de Clase Mundial (PRECONLUB)* celebró su más reciente edición los días 15 y 16 de junio en la ciudad de León, Guanajuato, México. Este magno evento se erige como el epicentro por excelencia para aquellos inmersos en el ámbito industrial, brindando un espacio exclusivo donde convergen las mentes más brillantes y las últimas innovaciones en las áreas de Mantenimiento 4.0, Confiabilidad, Gestión de Activos, Mantenimiento Predictivo y Monitoreo de Condición en Tiempo Real.

En su afán de ofrecer una experiencia única, **PRECONLUB** se dirige especialmente a gerentes y jefes de Mantenimiento, Confiabilidad, Producción y Operaciones, así como a especialistas en Lubricación y Mantenimiento Predictivo. La convocatoria se extiende a

líderes y directivos de plantas en diversos segmentos industriales, abarcando desde minería, refinación de crudo, petroquímica, química, generación de energía, hasta sectores como acero, cemento, aluminio, vidrio, plástico, cartón y papel, embotelladoras, entre otros.

El evento inaugural, que tuvo lugar a las 9:00 de la mañana del jueves 15 de junio, contó con la cálida bienvenida del Ingeniero José Páramo, distinguido Presidente y Fundador del Grupo Techgnosis y por supuesto, **PRECONLUB**. Además de brindar la apertura, el Ingeniero Páramo destacó como el primer conferencista, marcando el inicio de un programa enriquecido con la participación de renombrados especialistas provenientes de Europa, Estados Unidos y América Latina.





Las temáticas abordadas en las conferencias incluyeron aspectos cruciales para la industria contemporánea, como Planta 4.0, ISO 55001, Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Predictivo y Tribología Centrada en Confiabilidad.

PRECONLUB se distingue por ofrecer una visión fresca y dinámica, presentando casos de éxito no solo desde la perspectiva de proveedores, sino también desde la experiencia de usuarios pertenecientes a empresas líderes en sus respectivos segmentos, reconocidas a nivel global.



Este congreso no se limita a ser un evento de conferencias, sino que fomenta un ambiente propicio para el establecimiento de nexos comerciales y oportunidades de negocio. Los asistentes tienen la invaluable oportunidad de conocer de cerca a las empresas organizadoras, permitiéndoles identificar áreas de oportunidad de manera directa y eficaz.

Les compartimos una galería de fotos que captura los momentos más destacados del evento, ofreciendo un vistazo visual a la magnitud de las conexiones y aprendizajes generados en este espacio de vanguardia.



En conclusión, **PRECONLUB** no solo representa un foro de conocimiento y actualización, sino un epicentro donde convergen los líderes de la industria y las tendencias más actuales. Siendo testigos de la trascendental edición de este año, extendemos una cordial invitación a no perderse el **PRECONLUB 2024**, donde la excelencia, la innovación y las oportunidades de negocio se entrelazan para potenciar el crecimiento y desarrollo del ámbito industrial. **¡Nos vemos en PRECONLUB 2024!**



Lisset Chávez González
Dirección editorial Predictiva21

HABLEMOS DE RAM



 Autor: Armando Vittorangeli

Capitán de Navío Retirado de la Armada Argentina con 40 años de servicio, investigador y consultor independiente en Mantenimiento, Logística y Gestión de Activos.

Resumen

Una de las prácticas que está surgiendo para mejorar el mantenimiento es el Análisis RAM, acrónimo en inglés de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. En este artículo se explicará el origen del RAM, qué es, cómo se aplica y cómo articula con la soportabilidad para asegurar el readiness del sistema a un costo asequible, concluyendo con un análisis de su pertenencia, si es a la esfera del mantenimiento o de la Gestión de Activos.

Artículo

Una de las prácticas que está surgiendo para mejorar el mantenimiento es el Análisis RAM, acrónimo en inglés de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.

La publicación más antigua que habla del RAM es la "Guía del Departamento de Defensa de Estados Unidos para alcanzar el RAM" - DoD Guide for achieving Reliability, Availability, And Maintainability, publicada por dicho organismo en el año 2005, la cual dice que el objetivo principal del Sistema de Adquisiciones del Departamento de Defensa (DoD) es "adquirir productos (sistemas) de calidad que satisfagan las necesidades de los usuarios con mejoras cuantificables de la capacidad de cumplimiento de la misión y el apoyo operativo de manera oportuna y a un precio justo y razonable. También indica que esa guía apoya ese objetivo y aborda la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) como elementos esenciales de la capacidad para el cumplimiento de la misión.

La guía define la confiabilidad y mantenibilidad en línea con la Norma IEC 60050 capítulo 191, donde la primera está definida como "la probabilidad de que un elemento realice una función requerida en las condiciones establecidas durante un periodo de tiempo determinado" y la segunda como "la capacidad de un elemento de conservarse o restablecerse en un estado especificado cuando el mantenimiento lo realiza personal con niveles de destreza especificados, utilizando procedimientos y recursos prescritos, en cada nivel prescrito de mantenimiento y reparación", pero no así la disponibilidad, la cual define como la "medida del grado en que un elemento se encuentra en un estado operable y puede comprometerse al inicio de una misión cuando ésta se solicita en un momento desconocido (aleatorio)" y agrega que es una función de la frecuencia de fallas que requieren mantenimiento correctivo, la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento preventivo, la rapidez con la que se pueden aislar y reparar las fallas indicadas, la rapidez con la que se pueden realizar las tareas de mantenimiento preventivo y el tiempo que los retrasos en el apoyo logístico contribuyen al tiempo de inactividad.

También dice que es importante para un sistema alcanzar los niveles especificados de RAM por el efecto que este tiene en su preparación, seguridad, éxito de la misión, costo total de propiedad

Paso 1. Comprender y documentar las necesidades y limitaciones de los usuarios.

Paso 2. Diseño y rediseño para RAM.

Paso 3. Producir sistemas confiables y mantenibles.

Paso 4. Supervisar el rendimiento sobre el terreno.

Figura 1. Traducción de la figura 1-3 de la Guía RAM.

y la huella logística. Asimismo, indica que la clave para desarrollar y poner en servicio sistemas militares con niveles satisfactorios de RAM es incorporar este concepto como parte integrante del proceso de ingeniería de sistemas y gestionar sistemáticamente la eliminación de fallas y modos de falla mediante su identificación, clasificación, análisis y eliminación o mitigación.

En ese sentido fija los siguientes cuatro pasos clave que se pueden dar para alcanzar niveles satisfactorios de RAM (Ver figura 1- traducción de la figura 1-3 de la Guía).

Como se puede ver, estos pasos coinciden con el ciclo de vida de los activos, excepto la disposición final.

Analizando lo planteado hasta acá surge que el RAM es un medio para conseguir un fin, en este caso adquirir productos (sistemas) que permitan optimizar el valor que entregan las Fuerzas Armadas.

En este punto hay que desgranar la implicancia de cada uno de los parámetros que componen el RAM.

Tanto la confiabilidad como la mantenibilidad son atributos intrínsecos del equipo y al salir de fábrica están determinados. Una vez que el equipo se incorpora a un sistema comienza a ser operado, su confiabilidad debe ser sostenida en el nivel de fábrica a través de acciones de mantenimiento y reparación y en caso de ser necesario, tal como lo prevé el RCM, mediante tareas de rediseño para mejorarla confiabilidad.

Paralelamente, la mantenibilidad no tiene que ser sostenida en un nivel determinado y si el equipo es difícil de mantener, habrá que rediseñarlo para que comience a serlo, cosa que no es simple. Parece una verdad de Perogrullo, pero considero menester señalar que no debe confundirse mantenibilidad con mantenimiento.

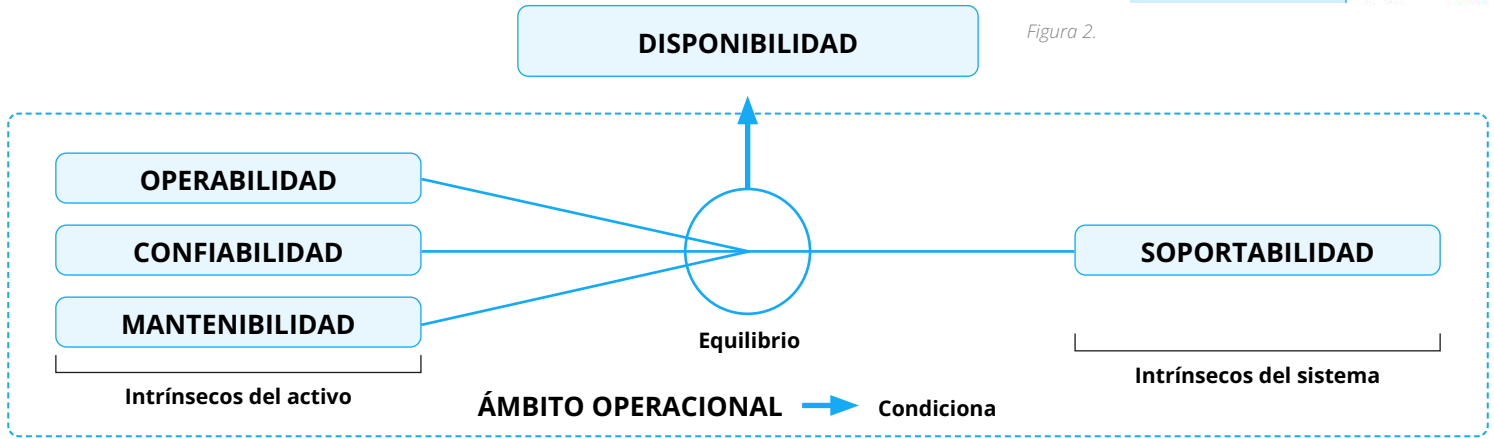
En definitiva, la confiabilidad y mantenibilidad, tal como lo muestra la Figura 1, se logran en las primeras tres etapas y se supervisan en la cuarta. Si se asocia al ciclo de vida de los activos, estos atributos se diseñan, se construyen / adquieren y luego la confiabilidad se sostiene mientras se opera el sistema.

20 ¹ Department of Defense. (2005). Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability. http://everyspec.com/DoD/DoD-PUBLICATIONS/RAM_Guide_080305_5593/.

² DoD Directive 5000.1. The Defense Acquisition System, 12 de mayo de 2003, párrafo 4.2, página 2.

DISPONIBILIDAD

Figura 2.



Respecto a la Disponibilidad, la guía indica que la confiabilidad y la mantenibilidad no aseguran la disponibilidad, poniéndolo en los siguientes términos: “las actividades de ingeniería de sistemas pueden orientarse al diseño y la fabricación de la confiabilidad y la mantenibilidad dentro del sistema, pero la disponibilidad es la función de esta confiabilidad y mantenibilidad inherentes, así como de la soportabilidad del sistema. La figura 2 sintetiza este concepto, agregando el contexto operacional en el cual funcionará el sistema y que debió ser considerado en la primera etapa de diseño como parte de las necesidades y limitaciones de los usuarios porque va a condicionar el funcionamiento de los activos y por consiguiente, la soportabilidad necesaria para sostener el equilibrio. Por ejemplo un sistema que contiene activos con problemas de confiabilidad, difíciles de mantener, de operar y/o trabajando en ambientes hostiles requerirá un esfuerzo de soporte mucho mayor que uno confiable, simple de mantener y/o que opera en condiciones normales. La disponibilidad es entonces el resultado del equilibrio entre los atributos intrínsecos del activo y la soportabilidad del sistema.

Nótese que en la figura aparece otro atributo de los activos: la “operabilidad”. El DoD indica que “Un producto que es difícil de operar debido a sus características de diseño requiere individuos con mayores habilidades cognitivas o de destreza manual que uno que es menos complejo” y se lo ha definido como el “Conjunto de características que harán que el activo sea “amigable” para los operadores, teniendo en cuenta la facilidad de operación, seguridad y ergonomía”. Las condiciones de la operabilidad son las mismas que las de la mantenibilidad, si se diseñó mal al comienzo, es muy difícil hacer que un equipo sea mas simple de operar cuando ya está construido.

Con el tiempo, el RAM ha mutado a RAMS, donde la S representa la seguridad que puede ser vista desde dos puntos de vista, desde los equipos donde es un atributo intrínseco del mismo y desde el sistema, donde juega la seguridad de operación, la seguridad e higiene de los operadores, etc. La soportabilidad debe velar para que no descienda la seguridad intrínseca del equipo durante su vida útil y que el sistema opere con seguridad.

Respecto a etapa de operación y apoyo, la Guía indica que se debe garantizar que los niveles necesarios de RAM se mantengan durante la vida útil del sistema, ya que los costos de esta etapa suelen representar alrededor del 80 % del costo de total de ciclo de vida y si bien señala que la confiabilidad y la mantenibilidad son las que determinan los elementos de apoyo y su costo, también la Operabilidad y el contexto operacional en el cual deberá trabajar los condicionarán. Cuando se refiere a los elementos de apoyo incluye el mantenimiento en todos sus niveles; mano de obra y personal para operar y apoyar el sistema; apoyo de suministros; equipos y herramientas de apoyo; datos técnicos; formación y apoyo a la formación; apoyo de recursos informáticos; instalaciones; y embalaje, manipulación, almacenamiento y transporte, ergo, todos estos elementos condicionarán la capacidad del sistema para cumplir su misión / función en el momento que se lo requiera.

En resumen:

01 El RAM es una herramienta para el diseño de equipos o sistemas. ¿Se puede aplicar un “análisis RAM” una vez que el equipo está operativo? Sí, pero como una función de supervisión para conservar los atributos de fábrica y en ese sentido, aprecio difícil y costoso mejorar la confiabilidad, mantenibilidad y operabilidad originales de los equipos, excepto que se lleven a cabo acciones de rediseño. Respecto a la disponibilidad, esta es una consecuencia de los otros factores, el contexto operacional y la soportabilidad, no es un atributo. Se puede mejorar la “Confiabilidad del Sistema”, trabajando sobre el personal, los procedimientos, los activos físicos (básicamente sosteniendo su confiabilidad intrínseca) y la soportabilidad.

02 Para sostener la confiabilidad de diseño de los activos, obrando a nivel sistémico, preferiría utilizar un esquema ILS (Integrated Logistic Support), como el de la figura 3 o directamente un RCM.

03 La confiabilidad, la mantenibilidad y la operabilidad deben ser diseñadas y construidas, la Guía para alcanzar el RAM indica los pasos a seguir para lograrlo.

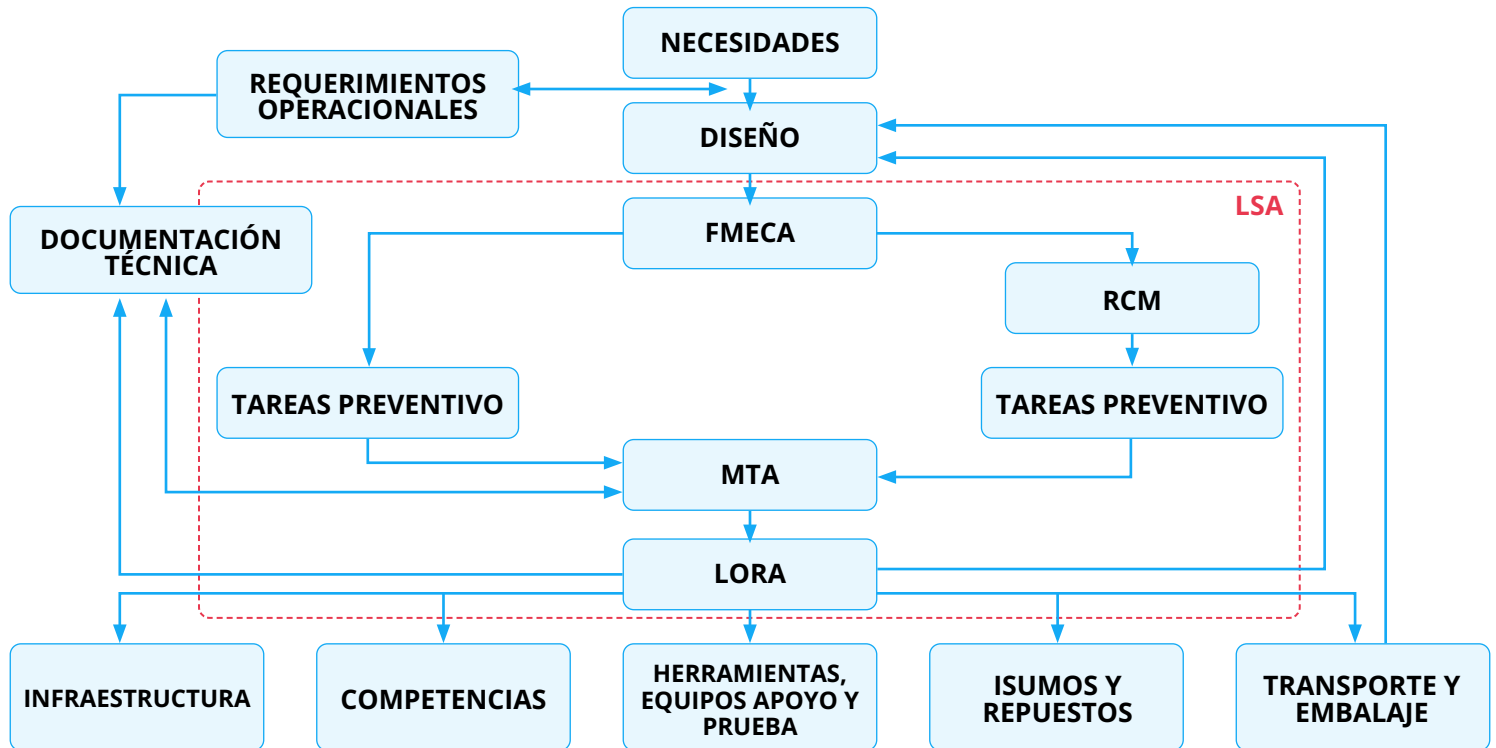


Figura 3. Esquema ILS- Adaptación del esquema de la DUTCH NAVY

04 La soportabilidad está definida como “un componente clave de la disponibilidad, que incluye diseño, datos de soporte técnico y procedimientos de mantenimiento para facilitar la detección, el aislamiento y la reparación o sustitución oportuna de las anomalías del sistema. Esto comprende factores como diagnósticos, pronósticos, recopilación de datos de mantenimiento en tiempo real y consideraciones de integración del sistema humano.” e implica que:

- El equipo o sistema debe ser diseñado para ser soportable.
- Paralelamente al diseño y construcción del equipo, debe diseñarse y adquirirse el sistema de soporte que asegure que el equipo podrá ser operado y mantenido durante su vida útil.
- Una vez que el equipo está operativo, debe ejercerse la soportabilidad para sostener la confiabilidad del mismo.

05 Creo que analizado desde un punto de vista sistémico y desde la perspectiva del ciclo de vida de un equipo, el RAMS podría pasar a ser RAMS+S, donde la S final representa la Soportabilidad, atributo del sistema cuya función es sostener la confiabilidad y seguridad en los niveles de diseño del equipo, asegurando su disponibilidad.

06 En definitiva, para hablar con propiedad sobre el RAM se debería considerar todo el ciclo de vida de los activos más la soportabilidad del sistema, dentro del contexto operacional en el cual deberá operar y eso está más cerca de la Gestión de Activos que del mantenimiento.

Bibliografía:

Department of Defense. (2005). Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability. http://everyspec.com/DoD/DoD-PUBLICATIONS/RAM_Guide_080305_5593/
 Department of Defense. (1997). MIL-HDBK-502 Department of Defense Handbook Acquisition Logistics. http://everyspec.com/MIL-HDBK/MIL-HDBK-0500-0599/MIL_HDBK_502_235/
 Vittorangeli, A.E. (2020). Incorporando un sistema, cuando lo barato sale caro. visión práctica de un proceso de análisis de ciclo de vida. <https://www.researchgate.net/publication/344961953>
 DoD Directive 5000.1, The Defense Acquisition System, 12 de mayo de 2003. 04014_Integrated_Logistics_Support_2017_tcm_12-110996.pdf

Defense Acquisition University. (2020). Glossary of Defense Acquisition Acronyms and Terms – Supportability. <https://www.dau.edu/glossary/Pages/Glossary.aspx#|both|S|28579>
 Blanchard, B. (1995). Ingeniería de Sistemas. ISDEFE (Sociedad Estatal Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España)
 Yolton, J. (2008). Integrated Logistics Support (I LS). SKF Aptitude Exchange. https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196802370e6GS04014_Integrated_Logistics_Support_2017_tcm_12-110996.pdf

Catálogo de cursos en línea y presencial a solicitud

MANTENIMIENTO

- Administración de Mantenimiento.
- Autoevaluación de Mantenimiento.
- Construcción de Estrategias para Optimizar una Gerencia de Mantenimiento.
- Estándares de Planeamiento y Control de Mantenimiento.
- Estrategias de Mantenimiento.
- Fundamentos Técnicos de Tribología y Lubricación.
- Gestión Avanzada de Mantenimiento en SAP.
- Gestión de Costos de Mantenimiento.
- Gestión del Mantenimiento.
- Gestión de Mantenimiento en SAP.
- Gestión de Materiales en SAP - Compras e Inventarios.
- Gestión normalizada de mantenimiento basado en la condición según ISO 17359.
- Gestión de Paradas de Mantenimiento.
- Gestion y Optimización de Inventarios para Mantenimiento.
- Gerencia de Proyectos de Mantenimiento con énfasis en Paradas de Planta.
- Inspecciones Rutinarias Autónomas.

CONFIABILIDAD

- Análisis de Criticidad de Equipos.
- Análisis de Costos de Ciclo de Vida LCC.
- Análisis HAZOP.
- Análisis Solución de Problemas y toma de Decisiones .
- Confiabilidad Humana.
- Formación y Preparación para la Certificación CMRP.
- Fundamentos de Evaluaciones Económicas.
- Fundamentos de Análisis Económicos en Proyectos de Confiabilidad.
- Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Gestión de Riesgo.
- Introducción a la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.
- Mantenibilidad y su soporte a la Confiabilidad Operacional.
- Monitoreo Basado en Condición (CBM) para equipos dinámicos y estáticos.



ANÁLISIS CAUSA, RAÍZ



Autor: Augusto Constantino

*Director en Sologic, Grupo MQ, y M&Q Service,
especialista en Análisis de Causa Raíz.*



El análisis causa Raíz en los problemas simples, complicados y complejos

En el día a día se presentan distintos problemas y es necesario resolverlos o tomar algunas decisiones para encaminarlos o tratar de mitigar sus efectos. Muchas veces se resuelven de forma simple otras no tanto y a veces es imposible hacerlo, se necesita apoyo externo, investigación y recursos.

Así, si un equipo sufre una falla y es posible resolverla inmediatamente hace que el proceso continúe y solamente perdiendo algún tiempo mínimo y con ello no será tan grave la pérdida. Si el equipo que sufre la falla es principal o clave dentro del proceso y se necesitan repuestos, mano de obra y tiempo para repararlo la pérdida será importante y si ese equipo forma parte de un problema mayor el cual contiene situaciones fuera del alcance, la situación puede ser incontrolable o deberá dependerse de otras intervenciones para resolver el problema o, al menos, mitigar la situación.

En definitiva, los problemas tienen diferentes grados de dificultad que dependerá del entorno donde se presentan, sus componentes, las respuestas, los recursos, y así podemos seguir enumerando. Pero entonces,

¿cómo es posible definir su estado o su categoría o su posición dentro de una escala de dificultad que permita enfocar un proceso de resolución o acciones a tomar, para encontrar las soluciones que eviten la recurrencia o mitiguen su efecto?

Entonces es posible advertir que los problemas evolucionan desde lo simple a lo complejo, que dentro de este rango es posible tener distintos grados de dificultad, pero ¿cómo distinguirlos? ¿cómo definirlos? ¿es posible hacerlo?

Al mismo tiempo, ¿se pueden definir las prácticas a utilizar que permitan llegar a soluciones? ¿cómo juega el Análisis de Causa Raíz ACR dentro de esto?



Figura 1. Situación de entorno.

Problemas simples, complicados y complejos

El salto de considerar un problema simple hasta un problema complejo implica tener en cuenta dos extremos muy distantes en el grado de dificultad de un problema, es así como es posible considerar un gradiente de dificultad: comenzando de problemas simples, complicados, o complejos, llegando hasta el caos o situaciones incontrolables.

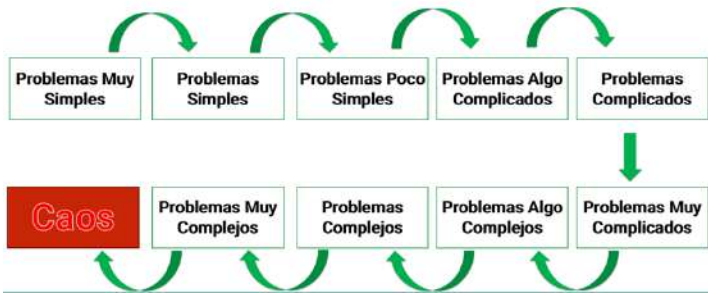


Figura 2. Gradiente de complejidad

El gradiente de complejidad permite ver cómo evoluciona un problema o como puede hacerlo en función del grado de dificultad, esto ayuda a establecer situaciones intermedias en las cuales es posible ubicar un problema. Pero será necesario establecer criterios para que un problema determinado entre dentro de algunos de estos rangos, tarea no sencilla que puede abarcar diferentes criterios en la definición de cada una de las alternativas de la escala. Lo que se observa que ahora la escala se compone de problemas simples, complicados y complejos en tres categorías que permiten escalar el grado de dificultad y no hacerlo tan extremo y también lograr incluir como el ACR se integra en este esquema.

Este esquema que se presenta no es casual, su base es el modelo Cynefin Framework de Dave Snowden definido en sus trabajos que comenzaron a fines de los 90's y que han evolucionado hasta entrado este siglo, cerca de fines de los 10's y aún hoy continúan con alguna evolución.

En él se pueden observar cuatro cuadrantes y un centro, los cuales representan cuatro estados con diferente dificultad de problemas y uno que se podría decir compartido.

Así se puede observar que los problemas se presentan como Simples, Complicados, Complejos y Caóticos, y en el centro el Desorden, estado de transición que puede derivar en alguno de los otros cuatro estados.

En cada una de estas situaciones es posible definir como se presentan, su definición, el entorno y como se aborda para analizarla, entenderla y tratar de contenerla o solucionar el problema que se presenta.



Figura 3: Cynefin Framework de Dave Snowden

El Análisis de Causa Raíz en el entorno Cynefin

En el diagrama de Snowden están representado 4 estados en los cuales se sitúan lo problemas y nos permite entender su evolución, su paso de uno a otro al cambiar el grado de dificultad de un problema y como es posible abordarlos, entenderlos y tomar acciones para resolverlos o mitigarlos.

En ACR tiene también una posición dentro de estos estados, pero se debe entender algo más antes de enfocarse en que estados se presentan con mayor frecuencia.

En principio, el ACR es un concepto genérico, amplio, que indica y predispone a entender cual es la o las causas que dieron origen a un problema con el objetivo de abordarlas para que no vuelvan a repetirse. Esto engloba una cantidad de prácticas definidas en herramientas, técnicas y métodos que permiten entender lo que sucedió, realizar el análisis, encontrar las causas principales y tomar acciones para evitar su repetición.

Así, las diferentes prácticas de ACR se pueden utilizar dentro de los estados Simple, Complicado y Complejo en forma única o combinadas, inclusive con otras prácticas no contenidas dentro del paraguas de las de ACR, como son las que contienen habilidades blandas y de gestión.

Al recorrer cada uno de los estados pueden identificarse el concepto y las prácticas que los contienen:

Problemas simples: es un estado donde se conocen muy bien los eventos y la situación es clara y estable, se puede saber como sucedió el evento, cuales fueron las causas y el conocimiento fluye. Así es posible clasificar los eventos y tomar acciones directas para contenerlos o solucionarlos, es posible aislarlos entre límites y estudiarlos. Normalmente están relacionados con elementos físicos: equipos, máquinas, procesos simples.

La toma de decisiones está clara:

1. Establezca los hechos.
2. Categorical.
3. Responda siguiendo la regla o aplicación de las mejores prácticas.

Existe la lógica clara: Si A - B y la relación causa efecto es evidente.

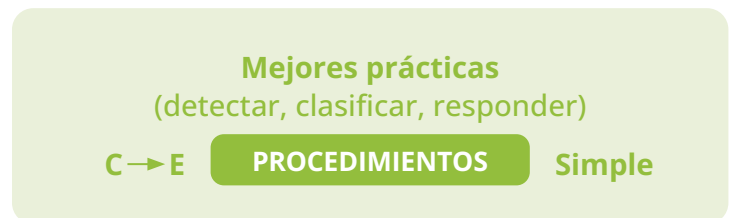


Figura 4. Estado simple.

El estudio y la aplicación de las prácticas de ACR puede realizarse sin problemas, son utilizadas prácticas simples como: 5 Porque, Espina de pescado, Árbol de causas, Línea de tiempo y no necesitamos especialistas solamente con personas con un entrenamiento básico pueden llevar adelante su aplicación.

Los eventos relacionados con este estado son los llamados simples o conocidos, así fallas menores de máquinas y equipos y su repetencia pueden ser analizados con estas prácticas y solucionados con acciones directas y controladas. También roturas leves, reemplazos de partes simples que no funcionan adecuadamente, roturas de elementos accesorios y de oficina en general, desvío en mantenimientos programados y controlados, son ejemplos de este tipo de eventos.

Problemas complicados: es esta instancia aparece un estado donde los eventos no están muy claros, si bien se mantienen en dentro de límites establecidos y corresponden a eventos físicos al igual que los anteriores, es más difícil su entendimiento y visualización. Aparecen ahora máquinas y equipos más sofisticados tecnológicamente hablando, procesos con mayor dificultad y necesidad de especializaciones en lo humano y en recursos, donde determinar la secuencia de un fallo se hace más engorroso y se necesitan de especialistas para entenderlos.

En estos casos la relación causa-efecto es difícil de encontrar y requiere del análisis o pericia de un experto en la materia. Aparecen en esta situación especialistas para realizar análisis y consultores, quienes aportarán sus conocimientos para una investigación.

La investigación, análisis, acciones y toma de decisiones puede variar, puede existir varias respuestas correctas, por lo que el modelo recomienda:

- Evalúe los hechos.
- Analice los hechos.
- Aplique las buenas prácticas operativas apropiadas.

Existen posibilidades: Si sucede A - Analizamos y respondemos con B, C, D...

Expertos y buenas prácticas
(detectar, analizar, responder)

C → E

PROCESOS

Complicado

Figura 5. Estado complicado.

Los eventos que se analizan son fallas de equipos con tecnología avanzada o mediana, procesos continuos que contienen equipos como los anteriores, equipos de control de procesos con análisis de datos e información, fallas de estos equipos difíciles de detectar y resolver, necesidad de aportes de más tecnología, incendios,

explosiones, salidas de servicios, eventos que involucran muchos equipos y procesos.

Si bien se incrementa el grado de complicación respecto al estado anterior, no deja de estar contenido entre límites y así debe recurrirse a especialistas en diferentes temas, así aparecen los consultores que aportan su experiencia que se basan en prácticas para identificar y resolver problemas probadas en otras situaciones, de tal forma que aportan recursos sistemáticos para llegar a ofrecer alternativas de solución o mitigación del evento.

Es interesante aclarar que entre el estado Simple y Complicado se presenta el ACR en su estado puro, con la aplicación de todas las prácticas conocidas, lideradas por especialista y consultores y que, utilizando herramientas, técnicas y métodos, es posible corregir cualquier situación o mitigar el efecto producido.

Problemas complejos: en este estado es donde comienza a aparecer la incertidumbre y los eventos no tan claros, donde los límites de los eventos son difusos y el evento se asemeja más a una telaraña que a un procesos formal y lineal. Donde las entradas del evento son más de una y nos siempre son directas o llevan a definir el evento, pueden derivar en otras salidas, una nueva entrada o perderse entre la maraña de situaciones.

Estos eventos tienen que ver con elementos biológicos, culturales, organizacionales, más que los físicos, donde el Factor Humano o Factor X forma parte como un elemento sustancial, pues los eventos en que se presentan dependen mucho de las personas, sus decisiones y conocimientos. Aparece el error humano con mucha claridad, la incertidumbre como un elemento diferencial, el desconocimiento de como sucedió y, más aún, puede seguir evolucionando en el tiempo.

Tienen características emergentes, las situaciones evolucionan y surgen nuevas situaciones caracterizados por elemento que fluyen, aparecen y desaparecen permanentemente. No se resuelve con un solo método, deben utilizarse combinaciones de métodos, prácticas y habilidades.

Ensayos/innovación. Próximas prácticas
(experimentar, detectar, responder)

C → E

PROYECTOS

Complejo

Figura 6. Estado complejo.

Se presentan "incógnitas desconocidas", la relación causa-efecto sólo se pueden deducir en retrospectiva, mirando hacia atrás, ya que no existen respuestas correctas, solo aproximaciones momentáneas que lleva a practicar prueba y error, con ello definir acciones para mitigar y, en muchos casos, cambiar la evolución del evento, situación que puede traer una mejora general o particular que

permita llevar el evento hacia lo Complicado.

La toma de decisiones depende del número de elementos que hacen compleja la situación, donde cada uno ejerce influencia sobre los demás.

El proceso de toma de decisiones:

4. Sonde

5. Sienta

6. Responda C o B como resultado, analizamos la situación y encontramos que en este caso A - B. Solo podíamos saberlo a posteriori. Además, B puede ser causado por diferentes sucesos (no solo A), y a su vez A y otros sucesos pueden haber causado C, D, E y que aún no nos hayamos percatado.

Para el abordaje de este tipo de eventos suele necesitarse especialistas generalistas, los especialistas puros solo aportarán una parte de su experiencia para contener o cambiar el proceso. Un generalista permite ordenar el abordaje orquestando el trabajo entre especialistas quienes tienen la suficiente libertad para decidir y afrontar los temas desde su perspectiva como un enfoque compartido con otros especialistas, no es un liderazgo típico, sino compartido respetando el conocimiento de los involucrados, escuchando y coordinando las actividades, sin influir.

Este tipo de eventos están inmersos en marcos de incertidumbre o incomprensibles que pueden analizarse a través de entornos VUCA: Volatility, Uncertainty, Complexity y Ambiguity (volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad) o BANI: Brittle, Anxious, Nonlinear e Incomprehensible, (frágil, ansioso, no lineal e incomprensible), pudiendo así aclarar el marco de situación.

Estos eventos están relacionados con temas como contaminaciones, pandemias, crisis económicas y financieras, incendios de grandes extensiones, lanzamientos de productos especiales a mercados muy competitivos, en ellos intervienen las fallas y roturas de máquinas y equipos, bloqueo y desvíos de procesos como parte del evento, destrucción de instalaciones o fallas permanentes y en evolución.

En estos casos las prácticas de Análisis de Causa Raíz son utilizadas en forma compartida con otras como las metodologías scrum, de innovación, creatividad y con un equipo de varias especialidades incluidas los stakeholders. También serán necesarias las habilidades blandas en las personas sumándose a aquellas habilidades duras que permiten el análisis.

Un elemento para destacar el CPS (Complex Problem Solving) Resolución de Problemas Complejos que es la disciplina que se encarga de maximizar las posibilidades de éxito a la hora de gestionar problemas sin precedentes, las cosas raras, lo nunca visto. Comprende todas las actividades, especialidades y prácticas mencionadas anteriormente.

Problemas caóticos: en este estado no es posible saber el origen y la evolución del evento, la situación es altamente confusa y no es posible esperar respuestas basadas en el conocimiento. Las relaciones causa-efecto desaparecen o no se pueden determinar o pueden aparecer y llevar a la situación hacia lo complejo, como una evolución positiva del estado de situación.

La aleatoriedad forma parte de la presencia de los eventos que emergen sin antes lograr preverlos, detectarlos o anticiparlos, solo aparecen y es posible detectar su origen luego de un tiempo, esperando su evolución.

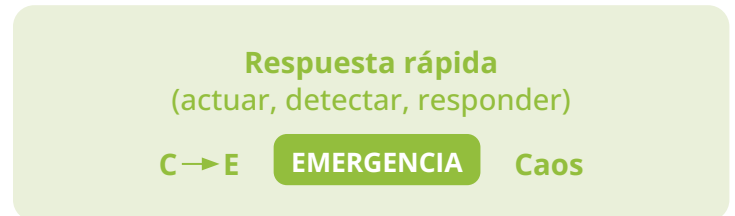


Figura 7. Estado de caos.

El modelo Cynefin aborda la toma de decisiones en una situación así se basa en actuar y responder según la percepción de la acción realizada:

- Actúe
- Perciba
- Responda

No hay posibilidades de asociaciones condicionales entre A y B

Este estado representa situaciones confusas como pandemias, eventos de terrorismo, eventos climáticos, debacles económicas y financieras, en todos ellos se presenta el deterioro de infraestructuras, instalaciones y equipamientos. Generalmente los eventos en este estado se presentan intempestivamente, con escasa o baja posibilidad de detección fluyendo sin posibilidad de contención y solo cabe esperar una evolución que permita aclarar como llevar a contener la situación hacia la complejidad, solo para tratar de entender que acciones tomar.

Las respuestas a estas situaciones pueden ser contraproducentes pues un análisis lógico puede llevar al agravamiento o a la presencia de un caos mayor o un nuevo caos.

El dominio del desorden: este estado representa situaciones donde no hay claridad sobre cuál de los otros dominios se aplica. Es un estado que puede derivar en cualquiera de los otros y por su propia naturaleza, es difícil ver cuando se aplica este dominio.

Son situaciones donde diferentes personas discuten y se producen situaciones de confusión, donde cada uno interpreta la situación de un modo diferente, según su especialidad, puntos de vista, experiencias o conocimientos mayores o menores de la situación.

El modelo invita a que se divida la situación en partes más pequeñas para asignarla a cada uno de los otros cuatro dominios, de modo que se pueda tomar decisiones e intervenir en contextos apropiados. Se han representado los cuatro estados en que se presentan y evolucionan los problemas, ellos pueden fluir de un estado a otros en mayor o menor medida. Los estados Simples y Complicados es donde las prácticas de ACR son más directas, como se mencionó, los estados Complejos y de Caos contienen esas prácticas y agrega otras con mayor poder de gestión.

Pero muchas veces estos estados no están definidos tan taxativamente, así existen situaciones llamadas Liminales que comprenden espacios compartidos, franjas donde aparecen los "grises" y no está claro si pertenece a uno u otro estado o están en constante cambio entre dos estados. Esto sucede entre los estados Complicado y Complejo y entre el Complejo y el Caos, la evolución entre ellos es permanente. No así entre los Simples y Complicados debido a que los primeros están más claramente definidos, un evento se presenta en uno o en otro, una evolución no es frecuente, un evento se presenta en uno o en otro.

Así un proceso que contiene máquinas y equipos tecnológicamente sofisticados puede variar su situación de Complicado a Complejo cuando el mismo se desata en una imposibilidad de contener su mal funcionamiento o deterioro. Una evolución de los Complicado a lo Complejo podría ser, por ejemplo, que el evento genere derrames ambientales, incendio o explosiones.

No obstante, una Situación Simple puede derivarse en el Caos cuando las barreras de contención se disparan y producen una situación incontrolable. Así un equipo que presenta una falla esporádica o permanente producto de un evento aleatorio genera una situación incontrolable, ejemplo es el tsunami en Japón que generó la caída de la Central Nuclear Fukushima, la situación permanecía bajo un estricto control y estabilidad, pero el tsunami produjo daños en las instalaciones que generaron deficiencias en los controles y una catástrofe incontrolable.

Formación y desarrollo de nuevas habilidades

Hasta hace un tiempo, algunos pocos años atrás, la dinámica de resolución de problema se centraba en prácticas de ACR considerando a los problemas como Simples en su mayoría y los Complicados se adjudicaban a expertos para abordarlos y resolverlos. En los últimos años los problemas han crecido en dificultad debido en parte al incremento de aplicaciones tecnológicas, desarrollos más avanzados, procesos más sofisticados, pero, por otra parte, el abordaje de problemas no ha crecido a la misma altura y se siguen utilizando prácticas simples en problemas complicados.

Además, el hecho de la aparición de una nueva visión acerca de los problemas como se ha desarrollado como ser enfocados en la complejidad, que generó una nueva instancia en la investigación de eventos con la aparición del CPS y sus prácticas y enfoques parti-

culares. Esto trajo aparejado la necesidad de iniciar un cambio en el abordaje de los problemas y, en consecuencia, una adaptación de las personas a este nuevo enfoque con una nueva propuesta de ampliación de las habilidades personales.

Un ejemplo de esta nueva etapa es la que el World Economic Forum presentó a través de un análisis de las habilidades del futuro cada 5 años, presentando sus resultados como las Habilidades del Futuro.

Top 10 skills

in 2020

1. Complex Problem Solving
2. Critical Thinking
3. Creativity
4. People Management
5. Coordinating with Others
6. Emotional Intelligence
7. Judgment and Decision Making
8. Service Orientation
9. Negotiation
10. Cognitive Flexibility

in 2015

1. Complex Problem Solving
2. Coordinating with Others
3. People Management
4. Critical Thinking
5. Negotiation
6. Quality Control
7. Service Orientation
8. Judgment and Decision Making
9. Active Listening
10. Creativity



Source: Future of Jobs Report, World Economic Forum

Figura 8. Habilidades del futuro. World Economic Forum.

Puede observarse que la Resolución de Problemas Complejos aparece en el tercer lugar manteniéndose dentro de las 10 habilidades luego de tres encuestas consecutivas. Además, dentro de la lista aparecen otras habilidades blandas que componen también este enfoque, como la creatividad, el pensamiento crítico, la innovación, entre otras.

Dentro del mismo estudio el organismo internacional muestra la necesidad de un constante entrenamiento de las personas y un reentrenamiento cada 5 años, llamando a esto el Reskilling, diciendo que el 50% de todos los empleados necesitarán volver a capacitarse para 2025, a medida que aumente la adopción de tecnología, según el Informe sobre el Futuro de los Empleos del Foro Económico Mundial.

Teniendo en cuenta este nuevo panorama: la necesidad de mejorar la investigación de eventos con nuevas habilidades, el nuevo enfoque en la definición de los estados que involucran a los problemas y la necesidad de mantener un entrenamiento continuo, es necesario pensar en nuevas acciones que promuevan estos temas e instalen en el entorno de las organizaciones un nuevo enfoque más amplio, abarcativo y proyectivo hacia un nuevo orden en la resolución de problemas.

Esta nueva etapa deberá enfocarse en las siguientes necesidades y acciones:

- **Formación en métodos, técnicas y herramientas de ACR:** la mejora en el conocimiento de las prácticas de ACR, el aprendizaje de nuevas alternativas y en la aplicación de ellas será como consecuencia de un entrenamiento permanente, especializado y profesional.
- **Formación en habilidades blandas:** las conocidas y nuevas habilidades complementarán a las conocidas y, sobre todo, mejorarán los resultados de las investigaciones realizadas.
- **Inclusión de las prácticas de ACR en estudios de grado y postgrado:** las prácticas de ACR aprendidas desde la base del conocimiento de los profesionales en su etapa de formación, hará que la resolución de problemas sea una actividad más dentro de las organizaciones.
- **Formación de facilitadores de ACR:** formar personas en resolución de problemas como especialistas dará opción a las organizaciones a tener personas formada específicamente en estas prácticas y no necesariamente formarlas al ingresar a la organización.
- **Especialistas en ACR:** tener especialistas en la organización permitirá crear equipos específicos para afrontar todo tipo de problemas.
- **Formación en resolución de problemas complejos CPS:** una nueva formación con un nivel profesional de especialista en temas complejos permitirá afrontar situaciones críticas no solo a nivel organización si no también a nivel institucional y político.

Afrontando el futuro

Como complemento de lo anterior y a modo de resumen, la propuesta es la siguiente:

- **El ACR como especialidad:** una nueva visión del ACR como una nueva especialidad para incluir dentro de los programas de formación institucional.
- **Departamentos específicos en ACR dentro de la organización:** permitir a las organizaciones establecer un nuevo modelo dentro de su estructura organizativa con un departamento especializado en la resolución de problemas.
- **Utilización de software específico:** el uso del software para la investigación de incidentes en forma enfocada y específica, de tal forma de agilizar las investigaciones, generar información y tener una gestión eficiente de investigación de eventos.
- **Inclusión de la IA en las investigaciones:** el concepto y las soluciones de IA que aporten soluciones a una gestión eficiente de investigaciones.
- **El CPS como una nueva escala de investigación de problemas:** un enfoque más profundo, abarcativo e integral de abordar problemas complejos con especialistas que permitan afrontar situaciones complejas.

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ ACR

La evolución es:

Método + Software
Sologic + Causelink

 **SOLOGIC**[®]
causelink[®]



Incluye:

- ☑ Método ACR Sologic
- ☑ Línea de Tiempo
- ☑ Espina de Pescado
- ☑ 5 Porqué
- ☑ Causa-Efecto

Calendario de cursos Predictiva21

PREDICTIVA21

Año 2024

MAR
05

Diplomado de
Confiabilidad

ABR
13

Gestión y Optimización
de Inventarios para
Mantenimiento

JUN
04

Gestión de Activos ISO
55001 e ISO 14224 en
ambiente SAP ERP

JUL
13

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

AGO
17

Análisis de Confiabilidad,
Disponibilidad y
Mantenibilidad (RAM)

OCT
12

Diplomado de
Mantenimiento

NOV
16

Planificación,
Programación y Costos
de Mantenimiento

 +52 993 287 2551

 ventas@predictiva21.com  predictiva21.com

CBM+RELIABILITY CONNECT

Monterrey, México - 17 de Agosto de 2023.

El pasado 17 de agosto, Monterrey se convirtió en el núcleo del conocimiento y la innovación en Monitoreo de Condición, Confiabilidad y Mantenimiento Predictivo gracias a **CBM+RELIABILITY CONNECT**, un día de entrenamientos organizado por **MOBIUS INSTITUTE**. Con la encantadora bienvenida de Nicole Aroca, el evento fue una inmersión profunda en los avances más recientes de la industria.



Frederick Vázquez, Técnico, VIBRA.



David González, Gerente de Ventas
Dominion Advanced Technology



Jerardo Martínez, Director,
ConfiabilidadMX



César Sanguino Álvarez, Líder de
Confiabilidad, MIMEX HEIC.



Marco Cárdenas, Ingeniero
Mecánico, SKF México. HEIC.



José Pauramo, Presidente, Grupo
Technosis. HEIC.

El día comenzó con la presentación de Frederick Vazquez, Técnico de Vibraciones en VIBRA, quien exploró la evolución del ultrasonido acústico en sistemas eléctricos industriales. David González, Gerente de Ventas en Dominion Advanced Technology, aportó perspectivas valiosas sobre el Mantenimiento 4.0 y cómo abordar las fallas desde la raíz.

Alejandro Jiménez, Director de Capacitación de Nova Confiabilidad, destacó la importancia de la Transformación de la Confiabilidad de Activos en la era de la Industria 4.0. Jerardo Martínez, Director de ConfiabilidadMX, compartió estrategias sobre las últimas etapas en la gestión de rodamientos, y Marco Cárdenas, Ingeniero Mecánico de SKF México, ilustró cómo la termografía puede optimizar la Confiabilidad de los Activos y reducir los costos de Mantenimiento.

Cesar Sanguino Álvarez, Líder de Confiabilidad en MIMEX, profundizó en la detección de fugas mediante ultrasonido propagado en aire, mientras que José Páramo, Presidente de Grupo Technosis, ofreció una guía esencial sobre la selección y cálculo de viscosidad en aceites de transmisiones industriales.

Más allá de las presentaciones, **CBM+RELIABILITY CONNECT** es una experiencia que potencia el crecimiento profesional y la colaboración. Aquí, los asistentes pueden capacitarse en las últimas tendencias de Monitoreo de Condición y Mantenimiento Predictivo así como explorar tecnologías innovadoras, establecer conexiones significativas con voces líderes en Mantenimiento y Confiabilidad y construir una red de contactos valiosa con proveedores líderes y profesionales que enfrentan desafíos similares.

¡Acompáñanos en 2024!

Galería de fotos "CBM + RELIABILITY CONNECT"



 Lisset Chávez González
Dirección editorial Predictiva21



¿Quedaremos off line en el Mantenimiento aplicado a rodamientos?

Autor: José Luis Leal 

Ingeniero mecánico, magister en ingeniería industrial, 15 años dedicado a la docencia universitaria industrial.

La llamada “Cuarta Revolución Industrial”, ya instalada en el mundo se puede sintetizar en la incorporación de tecnologías digitales avanzadas, que reemplazan la mano de obra por maquinaria, eliminando así fuentes de trabajo e incluso aumentan las posibilidades de aumentar la eficiencia de un sistema productivo.

Un estudio de la Consultora McKinsey proyectó que; la mitad de las actividades laborales en la actualidad, pudieran automatizarse para el año 2055, aunque, este horizonte puede variar en 20 años (antes o después) dependiendo de varios factores y locaciones geográficas.

Otro dato interesante de esta consultora es que; “cerca del 60% de las profesiones tienen por lo menos un 30% de sus actividades que son automatizables, ahora, uno se podría preguntar; ¿qué actividades de mantenimiento podemos automatizar? se me viene a la mente: lubricación automática, monitoreo on-line de variables como vibraciones, temperaturas, análisis de espectros de forma remota... y quizás otras actividades más.

La automatización de la producción industrial ha forzado la búsqueda de la excelencia en el Mantenimiento, donde la Disponibilidad y Confiabilidad de los equipos son conceptos muy estudiados hoy en día, y se trazan diversas estrategias para lograr altos índices de funcionamiento... de hecho, hoy existen departamentos que antes no estaban por ejemplo Confiabilidad, anteriormente solo coexistían los departamentos de Mantenimiento y Planificación, y quizás otros como taller o maestranza.

Es claro que la automatización del Mantenimiento no sucederá de la noche a la mañana, pero se han visto muchos avances en los últimos años, existen varios factores que influyen en el ritmo de avance, tales como;

- **Viabilidad técnica:** integración de la tecnología a las soluciones que automaticen ciertas actividades.
- **Costo de implementación:** acá cada mercado debe evaluar el costo/beneficio de automatizar, sin perder la competitividad.
- **Mercado laboral:** el costo de la mano de obra es un punto muy sensible, aunque la creciente demanda social ha impactado en este punto.

- **Beneficios económicos:** se debe analizar el incremento productivo y la calidad del producto.
- **Aspectos sociales y ambientales.**

Acción acelerante de una pandemia que de a poco se retira:

Los efectos devastadores que dejó la pandemia en industrias como; aeronáutica, turismo, hotelería, restaurantes, sector automotriz, entre otras. Han mostrado un claro impacto de la pandemia que recién nos deja y nos muestra que somos vulnerables, pero, en contra parte a esto, si se analizan segmentos industriales, tales como; industria alimenticia, industrias químicas, de seguridad, artefactos electrónicos, entre otros más, ellos han visto una oportunidad en esta crisis y han crecido de forma importante sus niveles de producción.

Por otra parte, el confinamiento humano, mantuvo en jaque la operatividad industrial a nivel mundial, lo que hace indispensable que la automatización sea aplicada de manera urgente en diversas áreas productivas y de Mantenimiento para evitar detenciones en los procesos productivos, esto a su vez, está generando una tremenda oportunidad a los profesionales del área de Mantenimiento y Confiabilidad, donde la capacitación técnica es sido una herramienta fundamental para no quedar fuera de esta “nueva normalidad” y no estar “off line”.

Pero, **¿qué es el Mantenimiento 4.0?**

Para responder esta pregunta tenemos que definir algunos conceptos antes.

¿Qué es una falla en una máquina?

Una falla es la causa o evento que nos lleva a la finalización de la capacidad del equipo para realizar su función de forma adecuada o para dejar de realizarla en su totalidad.

¿Por qué fallan las máquinas?

Básicamente, podemos decir que fallan porque no se logra el objetivo de mantener las condiciones operativas para las que fue diseñada.

¿Qué es la Industria 4.0?

La Industria 4.0 simplemente consiste en interconectar todas las partes de una empresa dando lugar a una automatización efectiva y una empresa más inteligente.

Evolución industrial:



Evolución del Mantenimiento:



Entonces podemos decir, que el Mantenimiento 4.0 utiliza la tecnología para poder anticiparse a una eventual falla, es decir, se realiza un monitoreo continuo de la condición del equipo y permite tomar decisiones oportunas para evitar las fallas antes de tiempo.

Ahora, sabiendo que dentro de las maquinarias industriales está la familia de los equipos rotativos, tales como; motores eléctricos, bombas de fluidos, reductores, ventiladores, entre otros, ¿cómo se aplica el Mantenimiento 4.0 en los equipos rotativos?, para responder esa pregunta, primero responderemos lo siguiente:

¿Cuál es el elemento mecánico que más cuidado tiene en un equipo rotativo?

Es el rodamiento, sin desmerecer que también se deben cuidar otros elementos, pero el rodamiento es el centro o corazón de un equipo rotativo, entonces, si protegemos el rodamiento, podemos lograr confiabilidad en tus equipos rotativos.

Ahora, ¿qué es el Mantenimiento 4.0 aplicado en rodamientos?

El Mantenimiento 4.0 aplicado en rodamientos se refiere al uso de tecnologías avanzadas y conceptos de la Industria 4.0 en la gestión y mantenimiento de los rodamientos.

La Industria 4.0 se caracteriza por la interconexión de máquinas, sistemas y personas a través de internet de las cosas (IoT), la computación en la nube, el análisis de datos y la inteligencia artificial. En el contexto de los rodamientos, el Mantenimiento 4.0 implica el uso de sensores y dispositivos de monitoreo para recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento, la temperatura, la vibración y otras variables relevantes de los rodamientos.

Estos datos se envían a sistemas de análisis y software especializado que utilizan algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático para detectar patrones, identificar anomalías y predecir posibles fallas o necesidades de mantenimiento.

Algunas de las aplicaciones del Mantenimiento 4.0 en rodamientos incluyen:

- **Monitoreo en tiempo real (on line):** Los sensores integrados en los rodamientos permiten monitorear continuamente su estado y rendimiento, proporcionando datos precisos sobre su funcionamiento.
- **Mantenimiento predictivo:** Utilizando algoritmos de análisis de datos y aprendizaje automático, se pueden predecir posibles fallas de los rodamientos con anticipación, lo que permite programar intervenciones de Mantenimiento Preventivo de manera eficiente.
- **Optimización del rendimiento:** El análisis de datos en tiempo real permite identificar patrones y tendencias en el comportamiento de los rodamientos, lo que ayuda a optimizar su rendimiento y prolongar su vida útil.
- **Gestión remota:** La conectividad IoT permite supervisar y gestionar los rodamientos de forma remota, lo que facilita la toma de decisiones y el seguimiento del estado de los equipos desde cualquier ubicación.

En resumen, el Mantenimiento 4.0 aplicado en rodamientos busca aprovechar las tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia, la Confiabilidad y la vida útil de los rodamientos, optimizando así los procesos de Mantenimiento y reduciendo los costos asociados a las fallas imprevistas.

Ahora, te dejo las siguientes inquietudes...

- *¿Tenemos desarrollo tecnológico de nivel 4.0 en nuestras plantas industriales?,*
- *¿Estamos capacitados para saber controlar este tipo de tecnologías?,*
- *¿Tenemos socios estratégicos que nos asesoren en esta área?,*
- *¿Nuestros mecánicos o mantenedores aplican procedimientos idóneos al momento de intervenir equipos?,*
- *¿Estamos preparados para vivir en la Industria 4.0 y el Mantenimiento 4.0?,*
- *¿Qué nos falta para no quedar off line?*



ICA *FLUOR* O&M

**Proveedor de servicios
de mantenimiento,
modificaciones y
gestión de activos,
enfocados en la mejora
del desempeño de la
seguridad operacional
y el rendimiento de
instalaciones
industriales**

Ingeniería
Conceptual y
Básico

Ingeniería de
Detalle y
Procuración

Construcción

Comisionamiento
y Arranque

Operación,
Mantenimiento &
Modificaciones
menores

Paros de Planta

Desinstalación

Dakota 95, col. Nápoles, Benito Juárez, CDMX, C.P. 03103, Tel. 55 50617000

carlos.lozano@icafluor.com, joseantonio.perezhernandez@icafluor.com

El indicador Global de Prestigio (*The Global Indicator of Prestige GP*)

Autor: Brau Clemenza 

Director de la firma de Ingeniería y Consultoría LOINPROC, C.A.



En el medio industrial tenemos una gran cantidad de indicadores para monitorear la Gestión de Activos Físicos, de los cuales por comentar uno que juega un papel sumamente importante es el Overall Equipment Effectiveness (OEE), un indicador del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M), y con el cual es imposible medir calidad de servicio.

Particularmente, establezco una diferencia entre los indicadores de desempeño y los de calidad de servicio. Según mi apreciación y punto de vista, los indicadores de desempeño tienen que ver con la gestión desde la organización hacia adentro. Son estos indicadores los que comúnmente conocemos y están relacionados con planificación y programación de Mantenimiento, operación de activos, costos y financieros por decir los principales. Ahora bien, los indicadores de calidad de servicio tienen que ver con la organización hacia afuera; significa, como ven desde afuera una gestión de la organización. Es por ello por lo que tenemos este nuevo Indicador Global de Prestigio (GIP)[™], que permitirá medir la calidad de servicio de manera integral, especialmente para los sectores de hotelería y material rodante (trenes), pudiéndose ampliar a otros sectores de servicios.

Ahora bien, de dónde viene este nuevo indicador. En el año 1986 cuando me inicié como ingeniero, mientras trabajaba en una empresa de consultoría, participé en dos grandes proyectos. El primero era una evaluación de gestión a una famosa cadena de hoteles 5 estrellas, ya desaparecidos que había en la ciudad de Caracas, y el segundo, posteriormente, cuando formé parte de un consorcio francés para una evaluación del ciclo de vida de la línea I del Metro de Caracas, debido a que tenía casi 20 años de operación ininterrumpida. Fue en esos años cuando realicé mi primer curso de TPM con un especialista norteamericano que estaba implantando TPM en América y que, según este consultor, nuestra cultura era muy diferente a la de los japoneses, razón por la cual, no podíamos utilizar los mismos fundamentos del TPM. En ese entonces, quise ver como aplicaba el OEE al servicio, pero nada que ver; obviamente no podía medir calidad de servicio.

Durante la pandemia del COVID, tuve mucho tiempo para pensar sobre esa idea que tenía hacia un poco más de 36 años y comencé a trabajar en él. En febrero de 2022 fue expuesto y recibido con mucha aceptación en la revista de la Asociación Italiana de Mantenimiento (AIMAN).

A continuación, procedamos explicar detalladamente la diferencia entre estos dos indicadores, el OEE y el GIP™. Con relación al indicador total de efectividad OEE del TPM tenemos su formulación:

OEE= Availability x Performance x Quality

O también, en español:

OEE= Disponibilidad x Rendimiento x Calidad

Cómo podemos observar el OEE es un indicador de tipo cuantitativo, que para medir variables de tipo cualitativo no es posible, debido a que no estamos trabajando "Desempeño" sino "Calidad de Servicio", según mi opinión. Los indicadores de desempeño pueden ser un poco más de 70 para medir la gestión, esto según los especialistas en el área y la amplia literatura existente en libros e internet.

Ahora bien, el nuevo indicador de calidad de servicio está compuesto por la siguiente formulación:

GIP= (Customer Service x Comfortability x Safety & Security)™

sus siglas en español:

IGP= (Imagen x Confort x Seguridad)™

Y sus siglas en italiano

IPG: (Servizio Clienti x Conforto x Sicurezza)™

Como podemos observar existen diferencias para los términos en español e inglés, debido a que, por ejemplo: la "imagen" sabemos que significa en español esta palabra; pero, en inglés la palabra "imagen" significa algo que está colgado sobre algo; por ejemplo, una pared. Esta es la razón por la cual no podemos utilizar este término en la formulación. Para el idioma inglés tenemos el término "Customer Service" que está relacionado con el servicio al cliente.

Igualmente, en el idioma español, el término seguridad engloba todo: seguridad a las personas, seguridad del ambiente, seguridad a las instalaciones, seguridad en la logística, pero en inglés tenemos dos: "Safety & Security" para englobar todo el aspecto de seguridad en toda su amplitud. De allí la diferencia del indicador entre ambas formulaciones. La nomenclatura™ significa (Trade Mark) una marca registrada nombre de Brau Clemenza.

Con relación al idioma italiano podemos definir el primer factor como Immagine o Servizio Clienti.

Observando cada uno de esos parámetros que contempla la fórmula del GIP, estos pueden tener una gran cantidad de variables a "CALIFICAR", , 10, 20, 30 o más que posteriormente servirán para cuantificar el Indicador de Prestigio Global. Ahora bien, "de qué" depende la cantidad de variables para cada uno de estos tres factores. Ésta depende de la magnitud de la organización y de la alta demanda de requerimientos de satisfacción. ¿Qué significa esto?: que a mayor nivel de satisfacción mayor será la cantidad de variables a calificar.

Para hacer una comparación con lo dicho anteriormente para el caso del sector hotelaría, no es igual el nivel de requerimiento de calidad para un hotel cuatro o cinco estrellas a un hotel siete estrellas como el Burj Al Arab Jumeirah en Dubái, TownHouse Galleria en Milano, o en España el Jumeirah Port Soler Hotel. Si bien es cierto que esta categoría de siete estrellas no existe su normativa, también es muy cierto que, estos hoteles superan los de cinco estrellas, por sus altos requerimientos de calidad, razón por la que se le ha asignado esta categoría informalmente en internet. En consecuencia, sus exigencias de satisfacción son mucho mayores con relación a los otros hoteles de menor categoría.

Por otro lado, de igual manera podemos calcular el Indicador Global de Prestigio (GIP) si nos referimos por ejemplo a material rodante (trenes), donde las variables a calificar pueden ser igualmente muchas. Podemos observar que, por ejemplo: la Línea Roja de Chicago (Red Line) tendrá variables a calificar de menor valor cualitativo de cualquiera de los trenes: Metro-sur de Madrid, el Flecha Roja de Italia, Rail Canadian Y Rocky Mountaineer de Canadá, el Maglev de China, o por ir más allá el Nankai 50000, o cualquiera de la serie de los Shinkansen en Japón.

Si tomamos por ejemplo las variables "Silenciosidad" o "Puntualidad" con certeza habrá una gran desviación entre esos valores. La variable silenciosidad de la Blue Line del Metro de Chicago nunca será mayor al del Shinkansen Hayabu de Japón, debido a la antigüedad del primero, tanto en tecnología, diseño como en construcción. Son todo este conjunto de características o variables que sumadas darán una posición de nivel de prestigio del elemento a cuantificar. Para el Indicador Global de Prestigio existe una tabla donde podemos cuantificar el valor del indicador, sea éste: excelente, bueno, regular, malo. Como hemos visto el Indicador Global de Prestigio viene a llenar el vacío que hay en cuanto a la medición de Calidad de Servicio, tal como tenemos para medir el desempeño de una línea de producción o un equipo importante, con el Overall Equipment Effectiveness (OEE).

Debido a la gran cantidad de variables a calificar para este indicador, en una próxima entrega de esta revista, haremos un ejemplo, indicando sus bases de datos, solo para el sector hotelaría; y lo más importante su metodología de cálculo. Igualmente, en mi último libro "Introducción al Manual del Confiabilista de Gestión de Activos y subtítulo "Un tratamiento Cualitativo y Cuantitativo de la Información de Gestión de Activos" editado en el idioma español, en la plataforma de Kindle de Amazon, encontrarán un capítulo dedicado a este indicador.

Aspecto	Detección de fallas	Diagnóstico de fallas	Autodiagnóstico de fallas
Definición	Identificación de anomalías o problemas en el sistema sin determinar la causa exacta.	Determinación de la causa raíz de una anomalía o problema identificado.	Capacidad del sistema para identificar y, a veces corregir problemas por sí mismo sin intervención humana
Finalidad	Indica que hay un problema pero no necesariamente su causa.	Identifica la causa exacta del problema.	Identifica y, en algunos casos, resuelve el problema sin intervención humana.
Naturaleza	Puede ser manual o automática.	Suelen requerir intervención humana para análisis detallado.	Autónomo, no requiere intervención humana directa para identificar fallas.
Resultado	Alerta sobre la presencia de una falla.	Identificación precisa de la falla y su causa raíz.	Diagnóstico completo de la falla identificada nivel de severidad, tendencia de crecimiento y procedimiento de acciones correctivas.
Ejemplo	Detección de un aumento inesperado de vibración en un motor.	Un electricista que identifica un cable en corto después de revisar las conexiones.	Un sistema informático que detecta un fallo en un componente y proporciona un informe detallado sobre la falla, su gravedad y las acciones correctivas sugeridas.

Transición a Sensores inteligentes

- Automatización de la recolección de datos
- Eliminación de errores humanos
- Datos precisos y continuos

Beneficios de Sensores Inteligentes

- Automatización y eficiencia
- Mayor precisión en mediciones
- Análisis avanzado de dato en tiempo real
- Optimización de recursos
- Adaptabilidad y conectividad
- Detección automática de las fallas en etapa temprana

Cómo Funciona el Autodiagnóstico a través de Sensores Inteligentes

Los sensores inteligentes son el núcleo de los sistemas de autodiagnóstico. Equipados con capacidades de IA, estos sensores recogen datos en tiempo real y los analizan para detectar, diagnosticar y, en algunos casos, resolver problemas. La clave está en su capacidad para aprender de los datos históricos y adaptarse a nuevas situaciones, lo que les permite identificar no solo fallas comunes sino también problemas emergentes.

Estos sensores pueden ser programados para monitorear específicamente aquellas condiciones que son críticas para el funcionamiento de un equipo particular. Con la capacidad de procesar y analizar datos en el sitio, reducen la necesidad de intervenciones humanas constantes y permiten una respuesta más rápida a los problemas.

Smart Trac Pro: El Sensor de Vibraciones Más Avanzado

Un ejemplo destacado en el campo del autodiagnóstico de fallas es el Smart Trac Pro. Con su avanzada IA y análisis de vibraciones, el Smart Trac Pro demuestra cómo la integración de tecnologías inteligentes en el mantenimiento industrial puede llevar a operaciones más eficientes y confiables.

TRACTIAN monitorea activos rotativos en más de 500 empresas en todo el mundo, realizando actualmente 3.5 millones de muestras al día, con un total de 2 mil millones de registros en más de 70 tipos de equipos. Este volumen masivo de datos es lo que permite que la inteligencia artificial de TRACTIAN sea la más avanzada y realice los análisis más precisos en el mercado, con un 88% de precisión en la detección de fallas.

Continuamente, nuestra inteligencia artificial realiza análisis de valores globales y espectrales en tres niveles:

[Análisis Comparativo con la Máquina Misma](#)

La inteligencia artificial compara los datos de la última recopilación con los registros históricos del equipo para identificar cómo se desarrollan las fallas con el tiempo. Esto facilita la toma proactiva de medidas para prevenir averías y aumentar la confiabilidad operativa.

[Análisis Comparativo con Activos Similares en la Misma Planta](#)

La inteligencia artificial analiza datos y compara el comportamiento vibracional con activos en contextos operativos similares. Este enfoque permite la identificación de anomalías específicas que pueden afectar la producción de manera más amplia y mejorar la disponibilidad general.

[Análisis Comparativo con Activos de Otras Industrias](#)

Finalmente, la inteligencia artificial compara el comportamiento vibracional y otros datos del activo monitoreado con el promedio de equipos similares de otras industrias, preferiblemente líderes en la industria. Esta perspectiva única ofrece conocimientos valiosos, ayudando a identificar las mejores prácticas, las tendencias del mercado y oportunidades de mejora.

En un escenario donde la competitividad es feroz y la innovación es esencial, **TRACTIAN** se destaca no solo como una solución para la excelencia en la supervisión y gestión de activos, sino también como una herramienta de inteligencia competitiva para las industrias.

A través de la comparación de activos entre plantas de clase mundial, nuestros clientes tienen la oportunidad no solo de optimi-

Informe Inicial de Condición



Análisis comparativo de motor eléctrico con activos similares.

zar su confiabilidad sino también de aprovechar el aprendizaje de industrias de referencia para mejorar su gestión de activos y destacarse en el mercado global.

Gracias a su capacidad de autodiagnóstico impulsada por inteligencia artificial, **Smart Trac Pro** puede identificar más de 70 tipos de fallas en máquinas, como: problemas de lubricación, cavitación, desgastes de rodamientos, holguras, turbulencias, resonancia, deformación de tuberías, desgaste de correas y poleas, apoyándose en una amplia base de datos global. Ofrece un monitoreo personalizado y preciso, incluso para activos con velocidades variables, y utiliza un robusto Protocolo de Comunicación Proprietario para garantizar la transmisión de datos en entornos industriales desafiantes. Sus características incluyen Indicadores de Tendencia para prevención proactiva, RPM Encoder™ para análisis asertivos en baja rotación y una comunicación avanzada que soporta hasta 100 sensores en un área amplia. **Smart Trac Pro** no solo proporciona datos críticos de monitoreo, sino que es el mejor aliado estratégico para especialistas en mantenimiento a la hora de tomar decisiones informadas y proactivas, redefiniendo la excelencia en mantenimiento y estableciendo un nuevo estándar en el mercado.

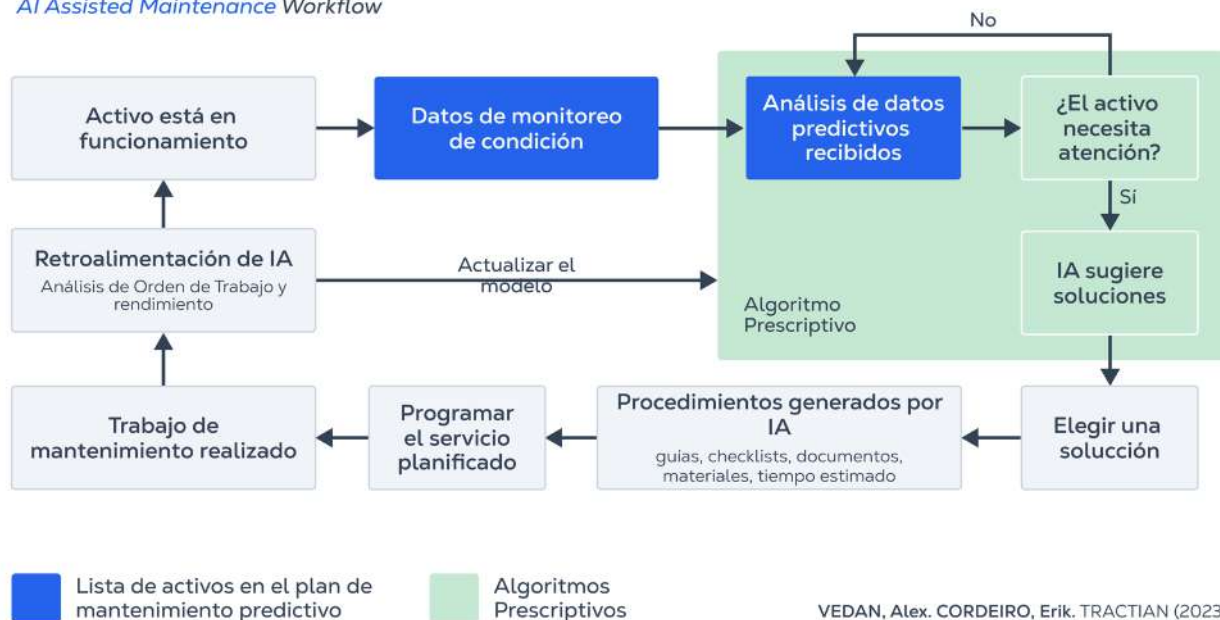
Este sensor no es solo una herramienta de detección y diagnóstico, sino un sistema avanzado capaz de anticipar y prescribir acciones para mantener la maquinaria en óptimas condiciones. Su adaptabilidad lo convierte en la tecnología más avanzada para cualquier estrategia de mantenimiento:

- **Mantenimiento Proactivo:** **Smart Trac Pro** desempeña un papel crucial al anticipar y abordar posibles problemas. Al monitorear de forma continua las condiciones operativas y detectar las primeras señales de anomalías, permite

Flujo de Trabajo con Mantenimiento Asistido por IA

AI Assisted Maintenance Workflow

TRACTIAN



a los equipos de mantenimiento realizar intervenciones oportunas para evitar el deterioro, lo cual podría resultar en averías costosas. Este enfoque proactivo se basa en la capacidad de supervisar datos en línea para tomar medidas precisas en el momento adecuado.

- **Mantenimiento Predictivo:** La verdadera fuerza de **Smart Trac Pro** reside en su capacidad predictiva. Utilizando algoritmos de IA y un profundo aprendizaje automático, el sensor no solo identifica las tendencias actuales de las condiciones de la máquina, sino que también predice futuras fallas antes de que ocurran. Esta previsión permite a los especialistas en mantenimiento planificar con anticipación, organizando las tareas de mantenimiento de manera eficiente y reduciendo significativamente el tiempo de inactividad no planificado.
- **Mantenimiento Prescriptivo:** Llevando un paso adelante la evolución del mantenimiento, **Smart Trac Pro** también realiza del mantenimiento prescriptivo. Con su análisis detallado y diagnóstico, proporciona información sobre lo que está mal o lo que podría salir mal, y además, sugiere las acciones correctivas más eficaces. Esto significa que los ingenieros reciben no solo datos, sino soluciones factibles y recomendaciones basadas en un análisis integral de la condición de la máquina.

Además, **Smart Trac Pro** facilita una interacción más dinámica y efectiva entre los equipos de mantenimiento y la maquinaria. La comunicación en tiempo real y el análisis de datos permiten una respuesta rápida y precisa, mejorando la eficiencia operativa y la seguridad en el lugar de trabajo.

En resumen, la detección, diagnóstico y autodiagnóstico de fallas son etapas fundamentales en el mantenimiento moderno, y los sensores inteligentes están jugando un papel cada vez más crucial en esta evolución. Equipos como **Smart Trac Pro** representan el clímax de esta tecnología, ofreciendo promesas emocionantes para el futuro de la industria.

¿Así se ve tu Rutina de Mantenimiento?



Es momento de hacer las cosas como un Pro.



TRACTIAN



DATA ANALYTICS

 **Autor: Claudia Fabián Vargas**

Subgerente de Planeamiento en MOLITALIA S.A., 12 años de experiencia en planificación, compras, comercio exterior y almacenes en empresas trasnacionales.

“

¿Cuándo ha sido la última vez que quisiste implementar alguna mejora en la empresa en la que trabajas o en algún emprendimiento personal?

”

Data Analytics: Toma de decisiones efectivas

Cualquiera sea tu respuesta, si te interesa saber cómo hacerlo de una forma ágil y efectiva, te recomiendo invertir 10 minutos de tu tiempo en el siguiente artículo, que resume 12 años de experiencia en diferentes sectores económicos y más de una decena de artículos de Lean Six Sigma que pueden llevarte en forma práctica a tomar decisiones efectivas como un reconocido Black Belt.

Para comenzar, es importante entender qué buscan las empresas cuando analizan data y definen KPIs, Key Performance Indicators por sus siglas en inglés, ya que de acuerdo con la Supply Chain Analytics Survey Report 2022 de la consultora americana APQC, el 88% de los que miden KPIs buscan optimizar la cadena de suministro y reducir sus costos. Mientras que otro 87% de los encuestados indica que buscan mejorar el nivel de servicio al cliente. En resumidas cuentas, lo que se busca es lograr eficiencias y que nuestro cliente final se sienta mejor atendido con esto.



Ahora que ya sabemos que los KPIs serán nuestro principal aliado para definir nuestra situación actual o AS IS, es importante definir la cantidad de KPIs que debemos gestionar y qué enfoque consideraremos al definirlos ya que con estos dos pasos podremos recién implementar el ciclo DMAIC, que proviene de las siglas de las iniciales de cada etapa en inglés: *Define* (Define), *Measure* (Mide), *Analyze* (Analiza), *Improve* (Mejora) y *Control* (Controla), ciclo que explicaré en los siguientes párrafos.

Entonces, en base a mi experiencia considero que **los KPIs tienen 2 tipos de enfoque:** 1) *Enfoque por proceso* y 2) *Enfoque por objetivo*. El primero está pensado en medir el desempeño de un proceso específico asociado a un área, equipo o persona responsable. Por ejemplo, cuando definimos los KPIs de abastecimiento, veremos que todos los siguientes indicadores buscan lograr eficiencias en el proceso de compras.

En cambio, el segundo enfoque, normalmente tiene un carácter cross-funcional porque traspasa más de un proceso, área o equipos de trabajo buscando la gestión de un mismo factor en cada uno de ellos. Por ejemplo, el KPI de tiempo, veremos que todos los indicadores a continuación están pensados en lograr gestionar esta característica de tiempo independientemente del área en la que se encuentran.

ENFOQUE	PROCESO	CONCEPTOS CLAVES	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4
POR PROCESO	1 ABASTECIMIENTO (LOCAL Y COMERCIO EXTERIOR)	¿Qué mide?	AHORROS Dinero ahorrado respecto a la compra mensual	OTIF Compras recibidas a tiempo y completas mensual	URGENTES Pedidos atendidos como urgentes del mes	RATIO DE NACIONALIZACIÓN Costo de nacionalización de la mercadería respecto a su valor
		¿Cómo lo mide?	(Precio x Cantidad) - Presupuesto	#OC a tiempo y completos	#Pedidos urgentes (aéreos, express)	Costo Nacionalización
		Benchmarking*	5% Costo Directo 2.5% Costo Indirectos	85%	15%	Depende del grupo de artículo
			Presupuesto	#Total OC	#Total Pedidos	Valor de Mercadería

*Industrias del consumo masivo y retail.
Fuente: Elaboración Propia

Es importante definir el enfoque del KPI según lo que se espera, ya que en algunos casos se busca mucho la especialización o foco en un tema específico; mientras que en otros casos lo que se busca es que la compañía logre que todas sus áreas, procesos y equipos tengan un factor en común que sea su marca o lo que los caracterice.

A continuación, a modo de resumen práctico, les comparto una imagen que muestra claramente según el enfoque del KPI que buscas, cómo puedes definirlo basándote en gestionar a través de KPIs todo un proceso dentro de un área o parte de la cadena de suministro, por ejemplo, o si prefieres enfocarte en un objetivo específico que se transversal a toda la empresa.

ENFOQUE	OBJETIVO	CONCEPTOS CLAVES	KPI 1	KPI 2
POR OBJETIVO	1 TIEMPO	¿Qué mide?	URGENTES Pedidos atendidos como urgentes del mes	COBERTURA DE INVENTARIO #Veces o Tiempo que dura el inventario
		¿Cómo lo mide?	#Pedidos urgentes (aéreos, express)	Stock Final
		Benchmarking	15%	Locales 20 días Comex 30 días
			#Total Pedidos	Ventas Promedio del mes

Fuente: Elaboración Propia

En este punto, me imagino que te podrías estar preguntando, y ahora: *“De la base de datos que manejo, ¿cuánta información debo analizar? ¿En qué unidad de medida debo trabajar? y ¿Con qué frecuencia debo actualizar y analizar la data?”* Las respuestas a estas preguntas, las vas a poder responder tu directamente, si consideras las siguientes 4 recomendaciones que aprendí en estos años de data analytics.

Evita la parálisis por análisis: Muchas veces buscamos la perfección en lo que hacemos y con ese propósito nuestros análisis de data terminan recabando la mayor cantidad de información posible para profundizar las conclusiones a tal punto que podemos perder la oportunidad de tomar decisiones, ya que incluso la inacción es una decisión. Por tanto, mi recomendación es que para recopilar información definamos cuál es la mínima indispensable y sobre esa empezemos a concluir y definir si podemos tomar decisiones claves donde la información que nos podría faltar no juega un rol levante o donde el riesgo sea tan bajo que es mejor decidir que seguir analizando y paralizando la decisión.

Enfócate en lo importante: La Ley de Pareto 80/20 es muy útil para el análisis de data, ya que con los recursos



que tenemos (tiempos, costos, personas, etc) no somos capaces de analizar el 100% de la data o en caso decidiéramos hacerlo no sería para nada productivo. Por tanto, lo que se recomienda es conocer en mi base de datos qué es lo importante o qué es lo que genera el mayor impacto o los grandes cambios. Por tanto, la ley de Pareto es muy útil porque permitirá que analizando y tomando decisiones del 20% de las ocurrencias genere el 80% del impacto que busca mi decisión.

La herramienta tecnológica no lo es todo: Es muy probable que muchos de nosotros hayamos cometido el error de pensar que teniendo una herramienta vanguardista o poderosa tenemos solucionado nuestro análisis de data y en realidad no. Sí es cierto que un ERP o software es de mucha ayuda para procesar la información con mayor velocidad y la presentación de gráficas o dashboard puede ser más amigable, pero un mal diseño de las preguntas que deseamos respondernos o sobre las que deseamos decidir, así como un ingreso de información incorrecta generará uso ineficiente de nuestros recursos o lo que es peor hará que tomemos decisiones inoportunas, que finalmente terminan siendo malas decisiones. En conclusión, puedo decirte que en mi experiencia, la herramienta tecnológica representa el 10% del éxito en el análisis de data, el otro 40% depende de la calidad del análisis que realizas y el otro 50% depende del diseño previo de lo que esperar responderte con el análisis.

Siempre ten un plan de contingencia: Finalmente, ante una coyuntura de incertidumbre como la que vivimos, es necesario siempre tener un plan B o un plan de contingencia ante las decisiones que tomamos. Ya que con la data en mano seguramente la decisión que tengamos será la mejor posible, pero con la coyuntura los precedentes o sustentos de nuestra decisión pueden cambiar o no desempeñarse como lo esperábamos. Por este motivo es muy importante evaluar el riesgo de la decisión, valorizarlo en dinero y hacer un plan B que disminuya el impacto de este riesgo en caso ocurra lo que está fuera de nuestro control.

información o manejan KPIs, les digo que no es suficiente. Por tanto, a continuación, les explicaré cómo el ciclo DMAIC le dará el valor agregado esperado a su data analytics si consideran sus 5 etapas para lograr la mejora continua:

- 1. Define (Define):** Definir el indicador o KPI que vamos a gestionar, el cual debe ser específico, medible y alcanzable. Asimismo, debemos definir el objetivo al que queremos llegar y el responsable de ejecutarlo. Por ejemplo, si decidimos que nuestro KPI será el fillrate o cumplimiento de entrega de pedidos, debemos definir que nuestro objetivo será el 85% y el responsable será el equipo de servicio al cliente.
- 2. Measure (Mide):** Medir el indicador definido considerando una cantidad de periodos mínima según el indicador y la naturaleza del producto o empresa que se desea analizar. Por ejemplo, si deseo analizar el cumplimiento de las órdenes de venta de los pedidos de panetones, requiero tener al menos 24 meses de historia para poder apreciar la estacionalidad de estos productos los meses de noviembre y diciembre por la campaña navideña. Si solo considero historia de 12 meses, el análisis estará incompleto.
- 3. Analyze (Analiza):** Analizar la información enfocándonos en el Pareto de los eventos, ya que como explicamos anteriormente el 80% del impacto de la compañía se generará analizando y tomando decisiones sobre el 20% de los eventos. Con este análisis el objetivo es analizar los síntomas o problemas más resaltantes para luego de identificados, se determine su causa raíz.
- 4. Improve (Mejora):** Mejorar el indicador considerando un plan de acción específico a la causa raíz determinada. Este paso se basa en elaborar un plan de acción con fechas objetivo y responsables que permitan eliminar o reducir la causa raíz del problema para mejorar el indicador y así el proceso o actividad que se desee gestionar.

- 5. Control (Controla):** Controlar es el último paso del ciclo DMAIC, ya que lo que buscamos es que el resultado mantenga un comportamiento constante sobre el KPI objetivo. En otras palabras, cuando el indicador muestre que ya se ha logrado construir un sistema de trabajo maduro porque tiene al menos 6 mediciones dentro del objetivo esperado, eso significa que hemos logrado controlar el evento y que podemos definir un nuevo objetivo y así crear un sistema de mejora continua.

Finalmente, considerando todo lo aprendido en el artículo, les detallo a continuación un caso hipotético a manera de ejemplo con cada paso para tomar decisiones efectivas gestionando la mejora continua. Así que estamos listos ¡pongámoslo a prueba!

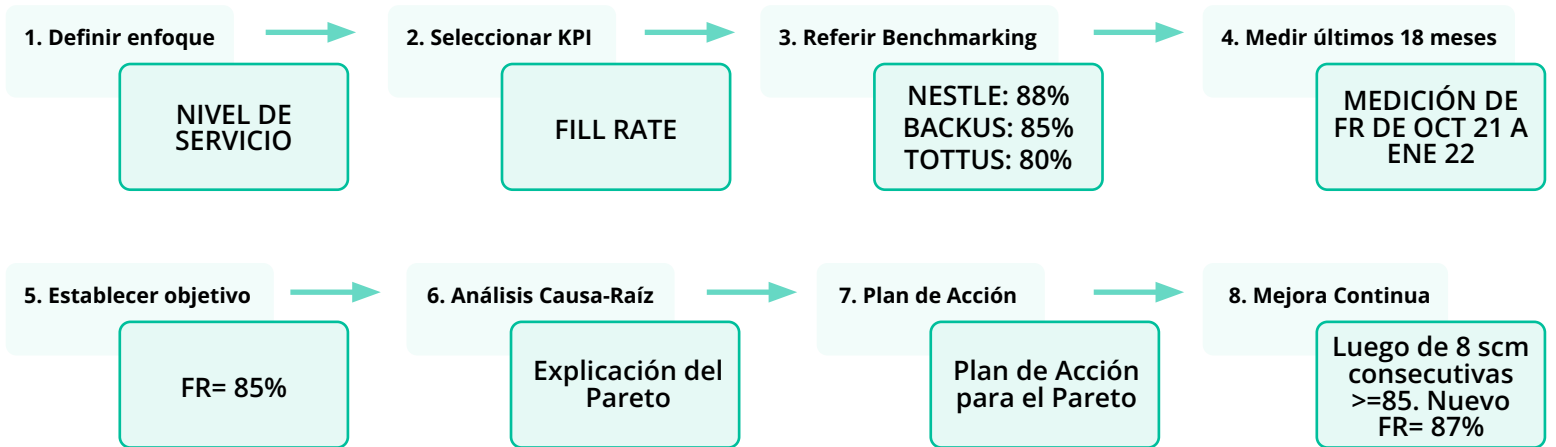
TIPS PARA APLICAR DATA ANALYTICS EXITOSAMENTE



Fuente: Elaboración Propia.

Ahora que ya sabemos qué es un KPI, con qué enfoque debemos definirlo y tenemos en cuenta los 4 tips para realizar un mejor análisis de data, estamos listos para explicar y aplicar en un ejemplo práctico el ciclo DMAIC que aplican los Black Belt. Como decíamos al inicio de este artículo, el análisis de data tiene un propósito principal que es diseñar, preparar y analizar la data correcta y oportunamente para poder aplicarla como parte de un ciclo de mejora continua, ya que si están pensando analizar data únicamente para cumplir con la presentación de sus indicadores o indicar al Comité de Gerentes que en sus áreas hacen gestión de

DATA ANALYTICS Y TOMA DE DECISIONES CONSIDERANDO CICLO DMAIC



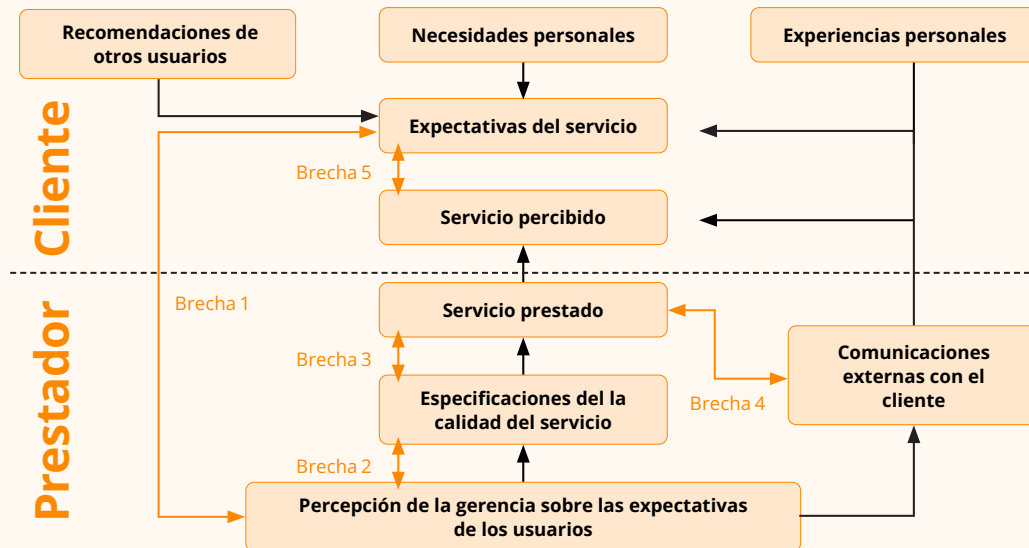
PARETO QUIEBRES				
Orden	COD. SKU	Impacto en % de KG no atendidos	KG no despachados	PARETO
1	1001	24%	17,850	24%
2	0602	15%	11,076	39%
3	1005	11%	7,872	50%
4	0889	7%	4,907	57%
5	1002	6%	4,260	62%
6	0238	5%	3,475	67%
7	0655	4%	3,182	71%
8	0487	4%	2,625	75%
9	0403	3%	2,024	78%
10	3325	3%	2,022	80%
11	0591	2%	1,634	83%
12	0408	2%	1,578	85%

MOTIVO, CAUSA RAÍZ Y PLAN DE ACCIÓN TOP 3 SKUS QUEBRADOS POR CATEGORÍA CON FR < 85%							
CATEGORÍA	COD. SKU	KG PEDIDOS	KG NO ATENDIDOS	CAUSA GENERAL	CAUSA RAÍZ 1	Cobertura	PLAN DE ACCIÓN
Pastas	1001	63,350	17,850	Sobreventa	Demanda superior al móvil	7	Validar móvil con Ventas
Pastas	1005	8,561	7,872	Atraso de producción	Falta de Personal	7	Prioridad 1 - Traslados
Pastas	1002	5,090	4,260	Sobreventa	Demanda superior al móvil	8	Validar móvil con Ventas

¿Por qué es importante medir la calidad en el servicio?

Autor: Richard Zamora Yansi 

Director de logística y operaciones.



Fuente: Zeithaml, Parasuraman y Berry - Univ. Harvard.



Cuando un cliente compra un objeto, uno siempre compra dos cosas: **1. Lo que uno cree que compra** y **2. Lo que realmente te están vendiendo.**

Si uno logra construir una propuesta que resuelva ese problema, la hizo...

- ¿Qué producto o servicio necesita la gente, que, además tiene dificultad para conseguir y que, por tanto, yo puedo ofrecerle?
- 3B = Bueno, Bonito y Barato....
- Si, pero en ese orden. La gente cree que es la revés, pero no: pero nunca ha sido así.
- El precio siempre ha ido detrás de la CALIDAD. La gente no compra lo más barato. (Fuente: Rolando Arellano)

La relación entre expectativa vs. desempeño.

- Confirma la expectativa del cliente luego de ofrecer y entregar el producto o servicio.
- Si se cumplen o se superan las expectativas del cliente; él, estará satisfecho. Caso contrario, si el desempeño percibido por el cliente, es menor al esperado, estará insatisfecho.

Magic Kingdom: The 7 keys of Disney Success.

- Thomas K. Connellan analizó los puntos clave del trato con los usuarios diarios, que en la mayor parte de las compañías representa 80% de las ventas totales.

- Estas son las claves para hacer que tus clientes vuelvan a tu empresa una y otra vez. Les compartiré, 02 claves para poder superar las expectativas de nuestros clientes.

Fidelización vía experiencia.

- Los clientes fieles regresan a una compañía porque les agrada hacer negocios con ella y porque identifican una idea positiva con el nombre del negocio.
- La atención exagerada y positiva debe ser parte de la cultura de tu negocio. Un cliente recurrente es mucho más rentable, ya que expertos estiman que cuesta hasta cinco veces más venderle a un consumidor nuevo.
- Los clientes fieles generan menos costos operativos y traen nuevos usuarios a tus puertas, por lo que un trato preferencial y centrado en la comodidad del comprador puede hacer una gran diferencia.

Todas las personas son importantes para hacer la diferencia.

- Cada uno de tus empleados puede obtener retroalimentación de los clientes y son indispensables para hacer que la experiencia de compra en tu empresa sea algo único.



Grupo de Innovación y Transferencia

Prognosis avanzada de fallos en aplicaciones industriales mediante analítica de datos e inteligencia artificial en entornos 4.0



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN

I+D+I en Analítica Avanzada (predictiva y prescriptiva), Optimización Multiobjetivo e Inteligencia Artificial aplicadas a la predicción de la degradación, daño y fallo de materiales en equipos industriales. Empleo de técnicas avanzadas relacionadas con Big Data, Machine Learning, IoT y Digital Twin.



Diploma de Experto Universitario 25 créditos	Postgrado académico 2023-2024
	Fiabilidad de Equipos Mecánicos y Tecnologías 4.0 Del 22 de enero al 22 de julio del 2024

Este Postgrado de Experto Universitario está dirigido a titulados universitarios que deseen adquirir o completar una formación técnica en evaluación de la fiabilidad de equipos mecánicos mediante la aplicación de tecnologías 4.0 y analítica avanzada de datos.

El objetivo del postgrado es dotar al estudiante de conocimientos para la evaluación de la fiabilidad de equipos mecánicos mediante el empleo de tecnologías 4.0 y analítica avanzada de datos.

La aplicación de tecnologías 4.0 (como la sensorización IoT, la computación en la nube, el big data o el machine learning), junto con técnicas avanzadas de analítica de datos, han demostrado ser herramientas clave para resolver problemas complejos con un potencial impacto sobre la seguridad y eficiencia de las plantas industriales.

Es importante conocer tanto la problemática asociada y las metodologías analíticas y tecnologías 4.0 disponibles y aplicables, como las estrategias para evaluar correctamente la fiabilidad de equipos estáticos (principalmente: tubería, accesorios, equipos a presión y de almacenamiento e intercambiadores de calor) y otro tipo de materiales y componentes críticos empleados en equipos: sellos mecánicos, rodamientos, acoplamientos o rotores.

En el curso, se hará una introducción a la ingeniería de mantenimiento, fiabilidad y metodologías RAM, para después hacer un repaso de las principales herramientas para la digitalización del mantenimiento y para evaluar su impacto sobre la fiabilidad operacional.

Contenido

- Ingeniería de Mantenimiento, Fiabilidad y Metodología RAM (5 ECTS)
- Digitalización del Mantenimiento y su impacto en la fiabilidad (5 ECTS)
- Prognosis de fallo e idoneidad para el servicio de equipos estáticos (5 ECTS)
- Analítica predictiva aplicada a equipos industriales (5 ECTS)
- Trabajo fin de curso (5 ECTS)

Detalles del postgrado:

https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/actividad/fiabilidad-de-equipos-mecanicos-y-tecnologias-40

Matriculación

Del 7 de septiembre de 2023 al 15 de enero de 2024.
 Fundación UNED C/ Guzmán el Bueno, 133 - Edificio
 Alemania, 1ª planta. 28003 Madrid.
 Teléfonos: +34 91 386 7275 / 1592
 Correo electrónico: bsaez@fundacion.uned.es

Director del postgrado

Dr. Álvaro Rodríguez-Prieto.
 Teléfono: +34 91 398 6454
 Correo electrónico: alvaro.rodriguez@ind.uned.es

MIGRACIÓN DE EVENTOS DE MANTENIMIENTO



Autor: Cristobal Ramos Correa



Ingeniero Civil Mecánico. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Estudiante MBA & Máster in Project Management. ENEB Business School Barcelona.

Migración de eventos de Mantenimiento Correctivo a eventos de Mantenimiento Preventivo en base a un análisis de gestión y gastos de alta frecuencia

I. Introducción

En la búsqueda constante de optimizar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados al mantenimiento industrial, la migración de eventos de mantenimiento correctivos a preventivos ha surgido como una estrategia fundamental. Este trabajo se enfoca en abordar esta migración a través de un enfoque basado en datos y análisis exhaustivos.

La recopilación de datos juega un papel central en este proceso, con una base de datos de gastos de alta frecuencia como piedra angular. Al analizar detenidamente estos datos, se pretende identificar patrones y tendencias que permitan una comprensión profunda de los aspectos críticos del mantenimiento. Además, se emplean herramientas como los diagramas de Pareto de gestión y los diagramas de Pareto de gastos para visualizar de manera efectiva los factores que más influyen en la toma de decisiones.

Este trabajo se propone como objetivo no solo la reducción de los eventos de mantenimiento correctivos, que a menudo implican tiempos de inactividad no planificados y mayores costos, sino también la transición hacia eventos de mantenimiento preventivos. Al analizar los datos y las representaciones gráficas proporcionadas por los diagramas de Pareto, se busca establecer estrategias proactivas que anticipen y prevengan posibles fallas.

En resumen, este estudio aborda la migración de eventos de mantenimiento desde una perspectiva analítica, respaldada por datos concretos y visualizaciones claras de los factores influyentes. Al adoptar un enfoque preventivo en lugar de reaccionar ante problemas ya existentes, se espera mejorar la eficiencia, la disponibilidad de activos y, en última instancia, reducir los costos operativos.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general

Migrar de eventos de mantenimiento correctivos a eventos de mantenimiento preventivos en base a un análisis de gestión y gastos de alta frecuencia.

2.2. Objetivos específicos

- Recopilar datos asociados.
- Analizar estos datos en base a diversas metodologías estandarizadas al caso.

- Generar conclusiones.
- Generar propuestas.

III. Marco teórico asociado

3.1 Parametrización de la metodología

La parametrización de la metodología para migrar de mantenimiento correctivo a preventivo implica varios pasos clave:

1. Recopilación de datos: Se recopilan datos detallados sobre las órdenes de trabajo (OT) de reparaciones y los costos asociados a compras frecuentes. Esto proporciona información sobre los equipos y sistemas que requieren mantenimiento y los costos involucrados.

2. Análisis de datos: Los datos recopilados se analizan en profundidad. Se aplican técnicas de análisis, como el Pareto de costos y el Pareto de gestión, para identificar los elementos más costosos y críticos que requieren atención.

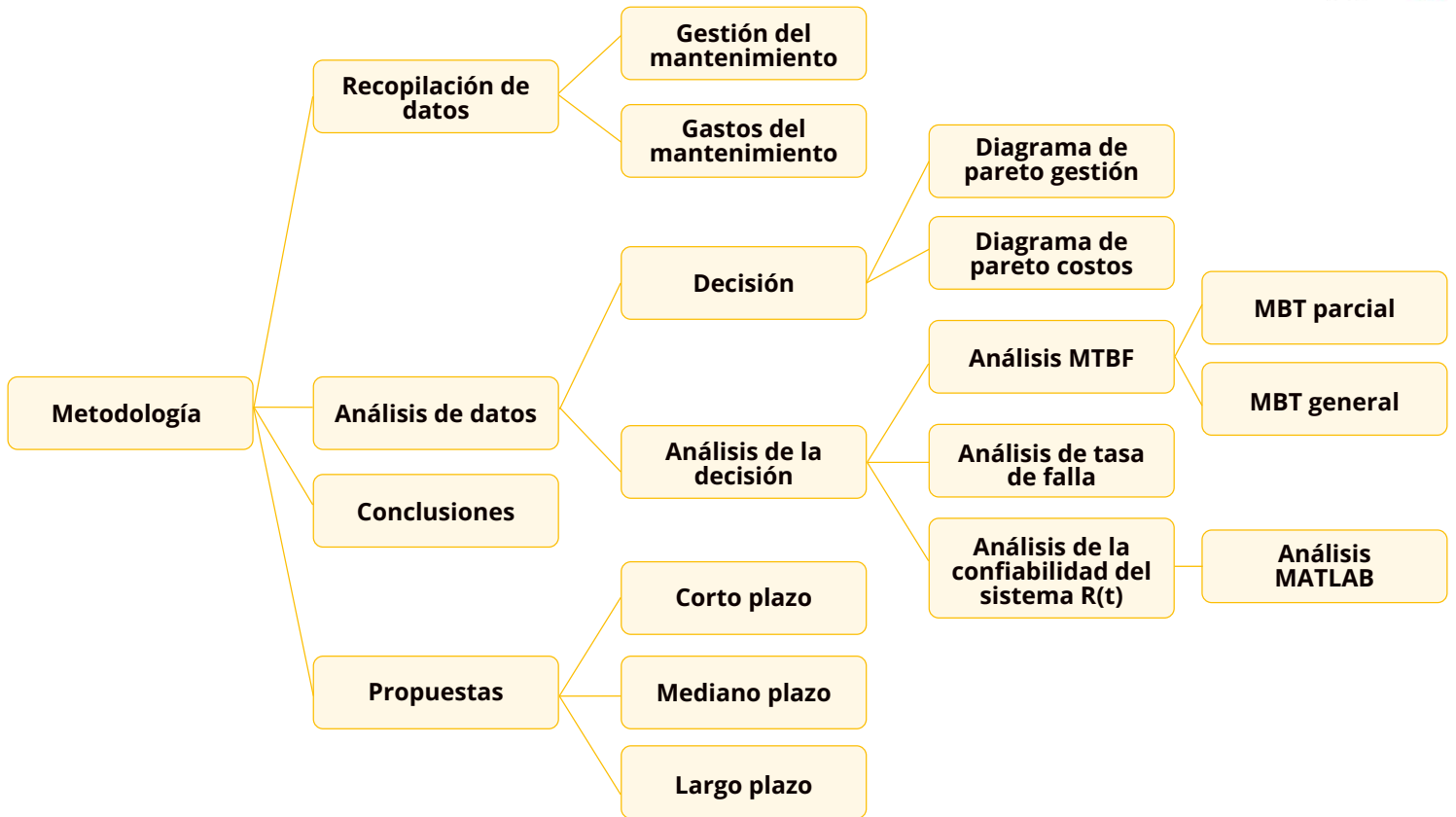
3. Medición de indicadores clave: Se miden indicadores como el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas) y la tasa de fallas. Estos indicadores proporcionan una comprensión cuantitativa de la frecuencia y la naturaleza de las fallas en los equipos.

4. Cálculo de confiabilidad: Se calcula la confiabilidad de los equipos y sistemas en función de los datos recopilados y los indicadores medidos. Esto ayuda a evaluar la confiabilidad actual y establecer metas para el mantenimiento preventivo.

5. Identificación de oportunidades de mejora: Con base en el análisis de datos y los indicadores, se identifican los equipos y sistemas que muestran una alta frecuencia de fallas o costos significativos. Estos son los candidatos principales para el cambio de mantenimiento correctivo a preventivo.

6. Migración a mantenimiento preventivo: Los equipos y sistemas identificados se trasladan al mantenimiento preventivo. Se establecen programas de mantenimiento planificado y se definen actividades preventivas específicas para reducir las fallas y los costos.

7. Perspectivas futuras: Además de la migración a mantenimiento preventivo, se exploran propuestas para el mantenimiento proactivo. Esto podría involucrar la implementación de enfoques Lean, Kaizen u otras prácticas para mejorar continuamente los procesos de mantenimiento y reducir aún más las fallas.



En resumen, la metodología implica recopilar datos detallados sobre reparaciones y costos, analizarlos para identificar áreas críticas, medir indicadores de desempeño y confiabilidad, migrar a un enfoque preventivo en equipos clave y considerar prácticas de mantenimiento proactivo para el futuro.

3.2. Secuencia de la metodología

La secuencia de la metodología a emplear se puede visualizar de manera correlativa en el siguiente esquema de proceso. Cabe mencionar que este proceso secuencial está planteado conforme a los objetivos específicos de esta propuesta metodológica.

3.3. Desglose de la metodología

El desglose de una metodología basada en recopilación de datos y su análisis mediante estratificación es esencial para comprender con mayor profundidad las variaciones y patrones dentro de un conjunto de datos. Al dividir los datos en subgrupos o estratos según ciertas características relevantes, como el tiempo, la ubicación o el tipo de problema, se pueden identificar tendencias específicas y áreas de enfoque. Esto permite tomar decisiones más precisas y estratégicas, abordando los problemas de manera más efectiva y mejorando la calidad de las acciones correctivas o preventivas.

En la parte superior, se muestra el diagrama de árbol del desglose de la metodología.

1. Recopilación de datos.

2. Análisis de datos.

3. Conclusiones

4. Propuestas

3.3.1. Recopilación de datos

La recopilación de datos relacionados con las reparaciones de equipos móviles es fundamental para mantener un control efectivo de la trazabilidad y tomar decisiones informadas en cuanto a la gestión de estos dispositivos. Esta información no solo proporciona un registro detallado de las incidencias y problemas recurrentes, sino que también permite identificar patrones y tendencias que pueden dar lugar a la implementación de acciones correctivas preventivas. Además, la recopilación de datos ayuda a mejorar la calidad del servicio de reparación, al permitir el seguimiento de tiempos de respuesta, costos asociados y la satisfacción del cliente. En última instancia, la gestión basada en datos en el ámbito de las reparaciones de equipos móviles conduce a un funcionamiento más eficiente y confiable de los dispositivos, garantizando una experiencia de usuario óptima.

3.3.1.1. Gestión del mantenimiento

La recopilación de datos en la gestión del mantenimiento, particularmente en relación con el Registro de OTR (Orden de Trabajo), la fecha de intervención, la descripción de la falla y las recomendaciones es un componente crucial para garantizar la eficiencia y efectividad en la administración de activos. El Registro de OTR proporciona un identificador único para cada tarea de mantenimiento, lo que facilita la organización y referencia de cada intervención. Registrar la fecha de manera precisa permite un seguimiento temporal preciso y ayuda a planificar futuras acciones. La descripción detallada de la falla es esencial para comprender la naturaleza del problema y tomar decisiones informadas sobre la estrategia de reparación. Por último, las recomendaciones proporcionan valiosas pautas para mitigar los efectos de la falla, prevenir recurrencias y mejorar continuamente los procesos de mantenimiento, lo que, en última instancia, contribuye a una mayor confiabilidad y vida útil de los activos.

A continuación, un extracto de la leyenda de la tabla utilizada para esta tarea.

Registro de OTR	Registro del tiempo	Descripción de la falla	Recomendaciones
-----------------	---------------------	-------------------------	-----------------

3.3.1.2. Gastos del mantenimiento

La recopilación de datos relacionados con los gastos de mantenimiento a lo largo del tiempo es esencial para evaluar la eficiencia y la rentabilidad de las operaciones de mantenimiento. Estos datos proporcionan información valiosa sobre los costos asociados a la gestión de activos a lo largo del ciclo de vida. Al rastrear y analizar estos gastos de manera sistemática, las organizaciones pueden identificar tendencias de gasto, identificar áreas de ineficiencia, establecer presupuestos más precisos y tomar decisiones informadas sobre inversiones en mantenimiento preventivo y predictivo. Esto no solo ayuda a controlar los costos operativos, sino que también contribuye a maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos, lo que, en última instancia, tiene un impacto positivo en la productividad y la rentabilidad de la organización.

A continuación, un extracto de la leyenda de la tabla utilizada para esta tarea.

Registro de OTR	Activo	Gasto parcial	Gasto total
-----------------	--------	---------------	-------------

Se debe tener en cuenta que cada OTR esta asociada a un intervalo de tiempo lo que hará variar el MTBF.

3.3.2. Análisis de datos

La decisión será basada al 20% de mayor conflicto arrojado por los histogramas, tanto para la gestión como para los costos.

3.3.2.1. Decisión

Tomar decisiones basadas en un diagrama de Pareto conlleva numerosos beneficios en el contexto de la gestión de mantenimiento. Este enfoque analítico permite identificar y priorizar de manera efectiva las causas raíz de los problemas, lo que facilita una asignación de recursos más eficiente y estratégica. Al migrar de eventos correctivos a preventivos, el diagrama de Pareto ayuda a enfocarse en los problemas más recurrentes y críticos, reduciendo costos de reparación y minimizando tiempos de inactividad no planificados. Además, al promover la toma de decisiones basadas en datos concretos, fomenta una cultura de mejora continua y proactividad en el mantenimiento, aumentando la confiabilidad y la longevidad de los activos.

3.3.2.1.1. Diagrama de Pareto Gestión

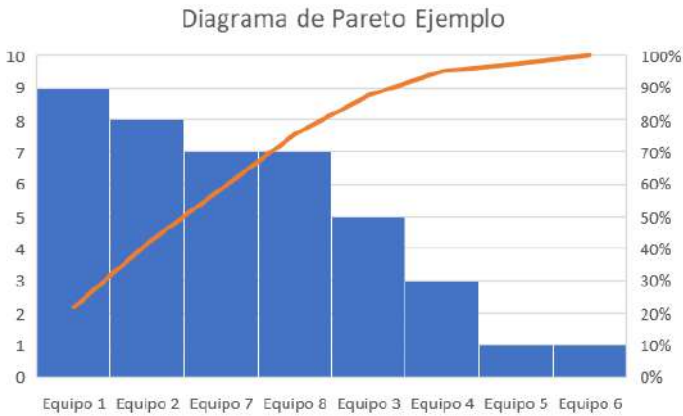
Un diagrama de Pareto en el contexto de la gestión es una herramienta analítica valiosa que permite identificar y priorizar las principales causas de problemas o desafíos dentro de un proceso o sistema. Ayuda a los equipos de gestión a centrarse en los factores más significativos para tomar decisiones estratégicas informadas y asignar recursos de manera efectiva, lo que resulta en mejoras operativas y eficiencia en la gestión.

3.3.2.1.2. Diagrama de Pareto Costos

Un diagrama de Pareto de costos es una representación gráfica que muestra la distribución de los costos relacionados con un proceso o proyecto. Al utilizar un enfoque de Pareto en los costos, las organizaciones pueden identificar y priorizar las áreas en las que se incurren los mayores gastos, lo que les permite enfocar sus esfuerzos en la reducción de los costos más significativos y, por lo tanto, lograr un control financiero más efectivo y una optimización de recursos en línea con las metas de gestión establecidas previamente. La combinación de ambos enfoques puede llevar a mejoras globales tanto en la eficiencia operativa como en la gestión de costos.

3.3.2.2. Análisis de la decisión

En el contexto de la gestión, aplicar el principio del 80/20 de Pareto implica tomar decisiones estratégicas fundamentadas en la identificación de las causas o elementos que contribuyen significativamente al 80% de los resultados o problemas. Esto significa que, al centrarse en ese 20% crítico, se pueden lograr mejoras notables y eficiencia en la asignación de recursos. Así mismo, al utilizar un diagrama de Pareto de costos, identificar el 20% de los elementos que representan el 80% de los gastos permite tomar decisiones informadas sobre dónde reducir costos de manera más efectiva y, al mismo tiempo, optimizar los recursos disponibles para maximizar el impacto en la gestión financiera de una organización. En resumen, tomar decisiones basadas en



el principio del 80/20 de Pareto se traduce en una gestión más enfocada y efectiva, centrándose en lo más relevante para alcanzar los objetivos establecidos.

3.3.2.2.1. Análisis MTBF, tasa de falla λ y fiabilidad $R(t)$

Para hilar fino en la migración de eventos correctivos, los activos seleccionados del Diagrama de Pareto se deben poner en perspectiva basándose en el cálculo del Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), la Tasa de Falla (λ), y la Fiabilidad ($R(t)$):

MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas):

- **Ecuación:** $MTBF = 1 / \lambda$
- **Explicación:** El MTBF (Mean Time Between Failures) es la cantidad esperada de tiempo promedio que transcurre entre dos fallas consecutivas de un sistema o componente. Se mide en unidades de tiempo (por ejemplo, horas) y es una medida de la confiabilidad del sistema. Cuanto mayor sea el MTBF, más confiable se considera el sistema.

Tasa de Falla (λ):

- **Ecuación:** $\lambda = (\text{Número de fallas en un período de tiempo}) / (\text{Total de tiempo en horas o unidades})$
- **Explicación:** La tasa de falla (Failure Rate o λ) representa la velocidad a la que un sistema o componente falla. Se expresa en fallas por unidad de tiempo (por ejemplo, fallas por hora). Cuanto mayor sea la tasa de falla, más frecuentes son las fallas y, por lo tanto, menos confiable es el sistema o componente.

Fiabilidad ($R(t)$):

- **Ecuación:** $R(t) = e^{-\lambda t}$
- **Explicación:** La fiabilidad (Reliability) es la probabilidad de que un sistema o componente funcione sin fallas durante un período de tiempo específico (t). $R(t)$ varía de 0 a 1, donde 1 representa un sistema completamente confiable

y 0 indica una alta probabilidad de falla. La ecuación de fiabilidad relaciona la tasa de falla (λ) con la probabilidad de que el sistema esté en funcionamiento sin problemas en un momento dado (t).

Estas ecuaciones son fundamentales en la ingeniería de confiabilidad y ayudan a cuantificar y analizar la duración entre fallas, la probabilidad de falla y la confiabilidad de sistemas y componentes.

3.3.3. Conclusiones

La migración de eventos correctivos hacia eventos preventivos es un enfoque estratégico en la gestión de mantenimiento que busca reducir la cantidad de problemas inesperados y costosas interrupciones en la operación de activos. En este proceso, se utilizan herramientas como el diagrama de Pareto y las ecuaciones de confiabilidad para identificar las principales causas de eventos correctivos y, a partir de esa información, se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo más efectivo. A continuación, una reconfiguración de la respuesta con este enfoque:

Conclusión: La migración de eventos correctivos hacia eventos preventivos en la gestión de activos es esencial para aumentar la eficiencia y la confiabilidad de las operaciones. Al utilizar el análisis de datos y la priorización de problemas a través del diagrama de Pareto, es posible identificar las áreas críticas que requieren atención preventiva. Al mismo tiempo, se reconoce que, a pesar de un plan preventivo sólido, pueden surgir problemas inesperados. La inclusión de eventos correctivos en el plan permite una respuesta ágil cuando ocurren estos problemas no previstos, al tiempo que se ajusta y mejora continuamente el enfoque preventivo.

Ejemplo: Supongamos que una planta de producción tiene una máquina vital para su funcionamiento. Después de analizar los datos y utilizar el diagrama de Pareto, se identifican dos causas principales de eventos correctivos en la máquina: el desgaste de una pieza específica y problemas eléctricos. En respuesta, se establece un plan de mantenimiento preventivo que incluye el reemplazo programado de la pieza desgastada y revisiones regulares del sistema eléctrico.

No obstante, incluso con este plan en marcha, la máquina sufre una interrupción debido a un problema eléctrico inesperado. En este momento, se activa un evento correctivo, y un equipo de mantenimiento capacitado soluciona rápidamente el problema. Después de la intervención, se realiza un análisis para comprender la causa raíz de la falla inesperada. Esta información se utiliza para mejorar el plan de mantenimiento preventivo, ajustando las inspecciones eléctricas y considerando medidas adicionales de prevención. Con el tiempo, la migración hacia eventos preventivos sólidos reduce la frecuencia de eventos correctivos y aumenta la fiabilidad general del sistema.



Propagar la sostenibilidad en la cadena de valor

Autor: Paula Quilhot 

Ingeniero Especialista, Colbun S.A., Chile.

No existen empresas exitosas en sociedades fracasadas. Esta ya masificada premisa nos presenta un claro desafío. No podemos prosperar en la medida que nos resguardemos un equilibrio, que en el caso empresarial muchas veces se vincula con la triada de la sostenibilidad: los ámbitos económico, ambiental y social.

La sostenibilidad no es moda. No podemos concebir un futuro en un mundo donde todos los integrantes de una sociedad no se comporten en forma sostenible

No basta con pretender ser responsables de “contribuir” o “ayudar” al cumplimiento de objetivos sostenibles. Necesitamos ser conscientes que vivimos y operamos en un determinado lugar, lo que implica hacernos cargo y ser parte del mutuo crecimiento.

Cuando las compañías comprenden que su actuar y su éxito futuro está íntimamente ligado al éxito y desarrollo de todos quienes las rodean -incluyendo al medio ambiente-, se genera una simbiosis única entre los distintos stakeholders, tales como trabajadores, clientes, proveedores, contratistas, comunidades y accionistas, viabilizando llevar el desarrollo y crecimiento conjunto a otro nivel.

Un ejemplo de este enfoque se vive en Colbún -compañía chilena generadora de energía-, quienes se han propuesto incorporar la sostenibilidad a lo largo de toda su cadena de valor. Es un camino que han ido recorriendo de la mano con sus stakeholders y son conscientes que aún hay brechas que reducir; sin embargo, han ido construyendo una cultura interna de sostenibilidad que a su vez se ha traducido en positivos indicadores.

Prueba de esta evolución positiva son los resultados obtenidos en el Dow Jones Sustainability Index, pasando de un 76% en el 2019 a un 91% en 2022.

La sostenibilidad no es un área del negocio: ES EL NEGOCIO

Para integrar la sostenibilidad en los distintos niveles de la cadena de valor, es necesaria la convicción y compromiso de los más altos niveles ejecutivos y del directorio de la compañía. Esto permite

sentar las bases para migrar de una mera declaración de buenas intenciones a una cultura que permea a las compañías, e incorpore a la sostenibilidad como criterio para la toma de decisiones en el día a día de las distintas personas que componen la organización.

En su política corporativa de sostenibilidad, creada en 2015, Colbún S.A. declara “La sostenibilidad no es un área del negocio: es el negocio”. Esta frase refleja el compromiso de la compañía y de sus líderes con la sostenibilidad, lo que ha llevado a implementar múltiples acciones que apuntan a mejorar procesos y generar crecimiento junto a sus grupos de interés.

El trabajo que ha realizado esta compañía involucra a actores a lo largo de toda su cadena de valor. A comienzos de este año Colbún actualizó su agenda estratégica, con miras hacia 2030. En ella se incorporan importantes desafíos desde el punto de vista de la sostenibilidad, donde se comprometen a la creación de valor en conjunto con sus grupos de interés: trabajadores, comunidades, clientes, medio ambiente, proveedores y accionistas.

Esta creación de valor conjunta implica incorporar dentro de los objetivos y toma de decisiones las necesidades y desafíos de sus stakeholders.

Clientes

Desde hace ya algunos años, formalizaron potenciar una cultura de “cliente al centro”, lo que se ha traducido en escuchar sus necesidades y comprometerse a contribuir con el logro de sus objetivos con acciones concretas, dentro de las cuales destacan:

- **Certificado de energías renovables:** herramienta que garantiza que la energía suministrada proviene de fuentes 100% renovables.
- **Proyectos de eficiencia energética:** permiten la disminución del consumo energético de sus clientes.
- **Proyectos fotovoltaicos para autoconsumo:** permiten a un cliente generar su propia energía solar.
- **Infraestructura de carga para electromovilidad.**
- **Sistemas de gestión de energía, entre otros.**

Medioambiente

Comprometidos con el medio ambiente y con la transición energética de los países en los que opera, la agenda estratégica de Colbún al 2030 tiene como objetivo duplicar la capacidad instalada de la compañía (en MW), creciendo exclusivamente en tecnologías solar, eólica y de almacenamiento con una serie de objetivos de ESG (Environmental, Social & Governance) específicos y de medición anual que impactan en la remuneración de todos sus trabajadores.

Cada una de estas nuevas instalaciones incorpora una mirada sostenible en un trabajo conjunto con autoridades y diálogos ciudadanos con la comunidad, que pueden llegar a modificar un proyecto. El diseño de oficinas amigables con el medio ambiente, el cuidado del agua, el trabajo con proveedores locales y el especial cuidado en la disposición de residuos a través de herramientas de economía circular, forman parte del estándar definido por la compañía de cara a un futuro sostenible.

En términos de procesos operacionales y de mantenimiento de sus activos e instalaciones la sostenibilidad también está incorporada en la esencia del actuar. Toda intervención tiene especial cuidado con el impacto ambiental, la seguridad de los trabajadores y la eficiencia del proceso productivo. Robotización y/o automatización de procesos, digitalización de documentación de uso diario que disminuye el consumo de papel (permisos de trabajo, guías de maniobras, etc.), incorporación de tecnología en la seguridad de los trabajadores, reemplazo de vehículos tradicionales por vehículos eléctricos, disminución del consumo de agua no operacional en el mantenimiento de jardines (implementación de jardines secos), tratamiento de aguas grises y recolección de aguas lluvia, implementación de plantas de osmosis inversa que disminuye el consumo de agua de pozos para el proceso productivo en plantas térmicas, optimización del uso de carbón, recirculación de cenizas (lo que ha permitido disminuir en más de un 90% la totalidad de los residuos sólidos de la compañía), entre otros muchos ejemplos del día a día de una compañía comprometida con la sostenibilidad.

Proveedores

Colbún ha establecido la "cláusula de propagación", la cual busca promover adecuados plazos de pago a subcontratistas. Establece que, para que Colbún autorice a un contratista a subcontratar una parte del servicio, éste debe garantizar que pagará las facturas respectivas en un plazo máximo de treinta días corridos desde su emisión.

Algunos de los temas que se han implementado en el proceso de contratación de proveedores son:

- **Condiciones de trabajo igualitario:** todos aquellos trabajadores de empresas contratistas permanentes tienen las mismas condiciones de trabajo que los trabajadores propios (acceso a vestidores y comedores de la compañía,

caja de víveres de regalo para navidad, invitación a eventos y/o reuniones a realizarse en el lugar de trabajo, entre otros).

- **Política de pago oportuno:** toda factura de un proveedor es pagada en un plazo inferior a 15 días.
- **Sueldo ético:** a partir del año 2019 se definió que todo trabajador de una empresa contratista permanente de Colbún no podría obtener como remuneración líquida menos de USD \$ 600/mes aproximadamente, mientras que el sueldo mínimo en Chile en esa época era de USD \$ 350/mes. Este monto se ha ido ajustando con el paso del tiempo, lo que ha traído un sobre costo a los contratos; sin embargo, la compañía ha estado dispuesta a asumir ese cobro adicional por el bienestar de quienes trabajan en sus dependencias.
- **Prácticas Ambientales y Sociales (ASG):** su objetivo es reforzar adecuados comportamientos en estas materias. En términos generales, aquellos oferentes que acrediten positivas prácticas en materias socioambientales podrán obtener una puntuación hasta un 15% superior en procesos de licitación.
- **Reemplazo de boletas de garantías por pólizas de garantía:** busca aliviar la carga financiera de los proveedores, especialmente de las pymes, al evitar inmovilizar capital y comprometer costos de oportunidad.
- **"Mide tu huella proveedores":** herramienta digital y gratuita, que permite que las organizaciones conozcan sus emisiones de CO2 correspondientes a todo un año.

Adicionalmente, se monitorea permanentemente que la empresa contratista no tenga deudas previsionales con sus trabajadores y se pone a disposición de ellos el canal de ética de la compañía. A través de este canal, un trabajador de una empresa contratista puede denunciar un trato que atente contra su integridad o la ética laboral, sea éste originado por un trabajador de Colbún o por alguna de las empresas que prestan servicios.

De esta manera, Colbún va promoviendo un estándar de comportamiento en la industria que va mejorando las condiciones laborales de todos quienes intervienen con la compañía y su entorno directo, impactando en el bienestar social en su conjunto.

Comunidades

Otra forma de generar bienestar social es la manera en la que la compañía trabaja con las comunidades aledañas en base a tres ejes: generar oportunidades promoviendo el desarrollo de la economía local, generar futuro impulsando proyectos sostenibles de impacto social, y generar confianza manteniendo un diálogo transparente y colaborativo.



Sobre Colbún S.A.

Colbún S.A. es una empresa con 37 años de trayectoria dedicada a la generación y comercialización de energía, con una potencia instalada de más 4.000 MW a través de 27 centrales de generación en Chile y Perú. Cuenta con una cartera de más de 350 clientes industriales y empresas, cerca de 1.100 trabajadores y alrededor de 3.900 empresas proveedoras. La compañía está impulsando un fuerte programa de proyectos de energía renovable solar y eólica para sustentar su crecimiento, así como iniciativas de hidrógeno verde y tratamiento de agua. Además, es un actor relevante en el mercado de soluciones energéticas a través de Colbún Soluciones, donde ofrece plantas solares para clientes, sistemas de gestión de energía e infraestructura para electromovilidad, entre otros servicios.

Existen múltiples acciones concretas que apuntan a la generación de valor colectivo con el apoyo de organizaciones y/o fundaciones que permiten multiplicar su impacto. Algunos ejemplos son:

- Apoyo permanente en capacitaciones y emprendimiento a la comunidad de pequeñas localidades cercanas a las instalaciones con programas y centros habilitados especialmente para este objetivo.
- Desarrollo de proyectos en torno a la instalación de sistemas de agua potable ¿rural? en comunidades y escuelas. Bajo el nombre de “Cada gota cuenta”, entre los años 2019 y 2022 se invirtieron más de 500 mil dólares en cinco proyectos de mejoramiento, beneficiando a más de 10.000 personas.
- Hidroturismo: desarrollo de proyectos turísticos para la comunidad (tales como playas, sectores de campings y paseos en torno a los embalses). Como referencia, durante la temporada de verano 2023 más de 275 mil visitas tuvieron las instalaciones turísticas asociadas a embalses hidroeléctricos de Colbún en distintas zonas de Chile.
- Economía circular, entre otros.

Inversionistas

Recientemente, Colbún S.A. fue reconocida con el tercer lugar en sostenibilidad tributaria en empresas chilenas con mayor presencia bursátil según el IPSA. Este reconocimiento se otorga por la transparencia y calidad de la información que reporta la compañía a partir de los estándares internacionales Global Reporting Initiative (GRI).

Trabajadores

En el caso de sus trabajadores, Colbún S.A. asume un compromiso con su seguridad y bienestar. Así es como, en los últimos años, ha implementado un modelo de trabajo híbrido (presencial – teletrabajo) para todos los empleados de la casa matriz. En

este modelo, los empleados pueden teletrabajar los días lunes y viernes en forma permanente y, adicionalmente, cuentan con una bolsa de 20 días de teletrabajo al año, que pueden utilizar como estimen conveniente. Para esto se le proporciona a cada empleado implementos de oficina, de modo que en sus casas puedan teletrabajar sin inconvenientes, esto incluye: escritorio, pantalla, teclado, mouse y silla de escritorio.

Adicionalmente, en las plantas, existen una serie de medidas que apuntan al cuidado y bienestar de los trabajadores de la compañía. Por ejemplo, en temas de seguridad se han instalado sistemas de sensores y mediciones remotas que permiten disminuir la exposición al ruido en determinadas tareas, o la operación remota de equipos que permiten evitar la exposición a riesgos eléctricos, el uso de drones para inspecciones en gran altura, canales y túneles, en otras medidas.

Todos los trabajadores de la compañía tienen la opción de realizarse exámenes médicos preventivos para evaluar su condición de salud en forma periódica; además, se realizan charlas y talleres de diversos temas que tienen que ver con la salud y el bienestar del trabajador y su familia.

Por último, el esparcimiento también tiene un lugar importante. La compañía proporciona espacios para ello en algunas de sus instalaciones y anualmente realiza celebraciones que involucran a los trabajadores y a sus familias en algunos eventos, permitiendo la integración y la convivencia en aspectos no laborales que refuerzan los lazos de amistad y compañerismo.

En síntesis, tener un desempeño social y ambiental de excelencia es indispensable para tener un buen desempeño del negocio. Colbún ha asumido el desafío, y también la responsabilidad, de propiciar la sostenibilidad en forma integrada a lo largo de toda su cadena de valor, velando por que tanto las empresas como las sociedades puedan ser exitosas.



+25 Años de experiencia

#SomosEAMLATAM

+80 Implementaciones exitosas de HxGN EAM



Channel partner

Si deseas información sobre
HxGN EAM Essentials

CONTÁCTANOS



www.nifersa.com.mx



Experto en Mantenimiento Predictivo, Carlor E. Torres, nos comparte sus perspectivas y conocimientos

Entrevista por Lisset Chávez

Platícanos un poco sobre tí, ¿Quién es Carlos E. Torres?

Carlos E. Torres —¡Claro! Soy un salvadoreño trotamundos, hijo de mamá argentina y padre salvadoreño. Debo confesar que en el colegio no era precisamente el mejor estudiante, así que cuando comencé a estudiar ingeniería mecánica, también decidí estudiar un técnico en mecánica automotriz, por si acaso no terminaba la ingeniería. ¡Afortunadamente, terminé ambas y continué estudiando!

En estos días, soy un nómada que vive con mi esposa entre Florida, España, Polonia y Suiza, pero siempre nos encontramos explorando otros países. Y sí, como ya sabes, soy el fundador de Power-MI, un software en la nube diseñado para gestionar el mantenimiento predictivo. ¡Una aventura emocionante, te lo aseguro!

Cuéntanos sobre tu trayectoria profesional

Carlos E. Torres —Bueno, mi recorrido profesional comenzó mientras estudiaba ingeniería mecánica en El Salvador, donde tuve la oportunidad de aprender sobre las matemáticas de las vibraciones mecánicas gracias a mi maestro, el Ing. Orlando Menjivar (QEPD). Durante mi último año en la universidad, trabajé como analista de vibraciones en SETISA, una empresa de servicios y realicé mi tesis sobre "Mantenimiento predictivo mediante análisis de vibraciones" bajo la tutela del Ing. Rodrigo Guerra y Guerra quien era también mi jefe.

Un día, mientras ya trabajaba en una acería en El Salvador implementando mantenimiento predictivo, recibí una llamada informándome que mi tesis había sido galardonada como la mejor tesis del país. ¡Pensé que era una broma! Pero resultó ser cierto. Gracias a ese premio, luego pude obtener una beca para estudiar un máster en mecatrónica en Alemania. Durante mi máster en la Universidad de Siegen, trabajé en un proyecto para diagnóstico de rodamientos de motores eléctricos a partir de su corriente eléctrica.

En Alemania, trabajé en SKF y Pruftechnik, siempre enfocado en el mantenimiento predictivo. Más tarde, Pruftechnik me trasladó a España, donde estuve a cargo de la subsidiaria para España y Portugal, atendiendo también a clientes de Latinoamérica.

En mi etapa de gerente hice programas directivos en INSEAD en Francia y en Harvard Business School en ambos tengo el estatus de ex-alumno.

Finalmente, dejé Pruftechnik y me embarqué en la emocionante aventura de fundar Power-MI. ¡Y aquí estamos!

¿Cómo fue para ti tomar la decisión de emprender Power-MI?

Carlos E. Torres —Resulta que Power-MI era un proyecto que había propuesto en dos ocasiones a la empresa donde trabajaba. Sin embargo, en ambas ocasiones, me mandaron de vuelta a mi oficina a seguir con mis tareas habituales. ¡Qué ironía! El mercado estaba maduro y el modelo de negocio era perfecto para arrancar con el proyecto.

Por otro lado, mis actuales socios en Suiza estaban buscando un proyecto de desarrollo de software. Así que, decidimos unir fuerzas y lanzarnos a la aventura. ¿Y sabes qué? Aquella empresa que en su momento rechazó a Power-MI como proyecto, ahora es uno de nuestros clientes y utiliza Power-MI de manera constante. ¡El mundo da muchas vueltas!

Platícanos sobre Power-MI, ¿cómo nació la idea de crear esta herramienta para gestionar el mantenimiento predictivo?

Carlos E. Torres —Al principio, todo comenzó con una necesidad: quería una herramienta que permitiera a los analistas que tenía a cargo elaborar informes rápidos y de aspecto uniforme. Pero, como te digo, esa propuesta me la rechazaron.

Entonces, durante mis estudios en la Harvard Business School, descubrí cómo funciona el mundo de los negocios y el papel crucial de la tecnología. Fue en ese momento cuando comprendí que el futuro del mantenimiento predictivo no estaba en el hardware, sino en los datos y, aún más importante, en la información. Así que se me ocurrió la idea de crear una plataforma digital en la

que analistas y mantenedores pudieran colaborar, generando datos e información que constituyen la base de la inteligencia que impulsa el mantenimiento predictivo. Así, junto a mis socios de Power-MI, creamos catálogos de fallos, tecnologías predictivas, tipos de activos y más estructuras de información.

Hoy en día, Power-MI es una herramienta completa para gestionar el mantenimiento predictivo. No solo permite crear informes, sino que también se pueden gestionar órdenes de trabajo y exportarlas al CMMS, diseñar rutas, generar calendarios de analistas, calcular ahorros por mantenimiento predictivo, ver estadísticas de fallos, realizar análisis de causa raíz y mucho más. ¡Y pensar que todo comenzó con la simple necesidad de hacer informes más rápidos!

Power-MI no solamente es la herramienta para gestionar el mantenimiento predictivo, también cuentan con formación dentro de áreas específicas, platícanos un poco de esto.

Carlos E. Torres —Como te puedes imaginar, todos los días hablo con gerentes de mantenimiento de diferentes países y sectores industriales. La mayoría de ellos están inconformes con su mantenimiento predictivo o simplemente no lo tienen implementado. Es frecuente escuchar casos en los que compraron un instrumento y comenzaron a medir con rutas, contrataron a una empresa externa para hacer inspecciones e informes, o intentaron implementar un plan de mantenimiento predictivo pero fracasaron en el intento.

Por otro lado, doy clases de implementación de mantenimiento predictivo en postgrados y másters. En lugar de hacer exámenes, asigno a mis alumnos la tarea de elaborar un plan de mantenimiento predictivo para un conjunto de equipos en sus empresas. Sorprendentemente, muchos de ellos me han comentado que, gracias a esta tarea, han logrado hacer en poco tiempo lo que en sus empresas no pudieron hacer en años.

Así nació Planeo-PdM, un enfoque que los anglosajones llaman “learning by doing” (aprender haciendo). Es una metodología ágil para diseñar un plan de mantenimiento predictivo en menos de treinta días. Ya son varias las empresas que lo han implementado con éxito y, lo mejor de todo, es que los participantes no olvidan cómo diseñar un plan de mantenimiento predictivo, dejando un legado valioso en sus empresas. ¡Así que todos ganan!

No solamente eres CEO de tu propia empresa, también sientes pasión por la formación académica, ¿cómo nació en ti esta pasión por compartir tus conocimientos?

Carlos E. Torres —Al principio la idea de dar clases no me entusiasmaba. Mi percepción cambió cuando empecé a aplicar el método del caso de Harvard Business School en mis clases. Presento a

los alumnos casos reales de empresas que han implementado mantenimiento predictivo, y analizamos juntos las decisiones que se deben tomar a lo largo del proceso.

Además, con Planeo-PdM, es realmente gratificante ver cómo los alumnos elaboran sus propios planes de mantenimiento predictivo, listos para ser implementados siguiendo una hoja de ruta ejecutable. La dedicación de los alumnos y su asombro al descubrir lo sencillo que puede ser el proceso son aspectos que me apasionan en la formación.

La formación debe ser una ocasión en la que el alumno pueda experimentar y aprender. Desafortunadamente, en el ámbito del mantenimiento predictivo, la formación ha sido casi monopolizada por consultores cuyo objetivo principal es transmitir contenido académico para que, al final, los alumnos terminen contratando sus servicios de consultoría. Esta situación limita la capacidad de los alumnos para experimentar y aprender de manera efectiva.

¿Cómo es para ti mantener un equilibrio entre liderar tu propia empresa y continuar impartiendo clases?

Carlos E. Torres —Muy sencillo: hacer de las clases parte del modelo de negocio de Power-MI. El participante que diseñe su plan de mantenimiento predictivo con la metodología Planeo-PdM, tiene la opción de utilizar posteriormente Power-MI. La mayoría lo hacen, ya que se dan cuenta lo sencillo que son las cosas cuando se gestionan ágilmente.

¿Para ti qué es el mantenimiento basado en la condición?

Carlos E. Torres —Muchos alumnos y clientes me preguntan cuál es la diferencia entre mantenimiento predictivo y mantenimiento basado en la condición (MBC). En términos prácticos para el día a día de una planta industrial es lo mismo. El MBC es un término introducido por la ISO para aclarar que el mantenimiento basado en la condición no es sólo una predicción de cuándo fallará un activo, sino también la identificación de las medidas correctivas necesarias para evitar la falla.

Así, el MBC no sólo es hacer el informe, sino también a partir del informe generar una orden de trabajo para corregir la falla potencial. Pero ahí no termina la historia: después del cierre técnico de la orden, se debe comprobar que la falla potencial ya no existe. Si ya no existe, debemos documentar el caso y calcular el ahorro por MBC. Luego para fallos catastróficos o repetitivos es hacer análisis de causa raíz para ser proactivos. Este es el procedimiento del MBC.

Al final del día, el objetivo último del mantenimiento basado en la condición es ahorrar dinero a la empresa. Si no se demuestran estos ahorros, la labor de la gente involucrada es irrelevante.



INTERNISTA DE LA 21



Autor: Rafael Arguelles F.

*TSU en Informática, Ingeniero Electricista,
MSC en Administración de Negocios, con
más de 38 años de experiencia.*

“

Soy Rafael Arguelles F., [...] con más de 38 años en el mercado de trabajo técnico ...

”

Soy Rafael Arguelles F., TSU en Informática, Ingeniero Electricista, MSC en Administración de Negocios, con más de 38 años en el mercado de trabajo técnico, profesional y gerencial. Practicante del Silogismo en mi forma de pensar y actuar, por lo tanto, estoico en mi forma de ser. No les contaré mucho mas de mí, pues no es éste el propósito de esta columna.

En esta oportunidad, estaremos hablando de una “estrategia” y que “contiene” las acciones que deben ejecutarse para garantizar que un activo funcione adecuadamente durante la fase operativa de su ciclo de vida.

Este tema es bastante polémico, especialmente si tomamos en cuenta la diatriba constante e irremediamente presente, entre quienes piensan una u otra cosa en referencia a la Gestión de Activos y la Gestión del Mantenimiento, sobre todo desde que se publicó un estándar de facto como PAS-55, en forma de estándar oficial, es decir ISO55000. Por supuesto, PAS-55 era un estándar de aplicación solamente local (desde el punto de vista mandatorio), pero era aplicado con mucho éxito en latitudes fuera de su área natural de influencia. Existen colegas, a los cuales respeto en grado sumo como personas y como profesionales, que consideran que la gestión de activos es una cosa, que confiabilidad es otra, que mantenimiento y confiabilidad son procesos antagónicos, etc. Aun se cuentan muchas historias a este respecto, de cómo surgió una y la otra, de cómo el que cuestionó una no cuestionó a la otra, etc. Pero ese no es nuestro tema hoy. Por supuesto, el tema no es cuan antagónico sea, o si uno de ellos incluye al otro. El verdadero tema de importancia es para que existe uno, para que existe el otro y, sobre todo, que espera como salida del proceso quien realmente costea todas estas acciones: EL INVERSOR, dueño de las instalaciones, o cualquier otra figura cuyo nombre no es importante para estos fines, que invierte el capital requerido y que, como un efecto lógico del riesgo que eso implica, espera de regreso una retribución acorde a lo estipulado en los cálculos de retorno de inversión. Por eso, lo que trataremos hoy, no está estrictamente atado a lo que una u otra norma establece (EN16646, ISO55000, etc.).

Referente a esto, les cuento una anécdota, basada por supuesto en experiencias de mis vidas pasadas y cuyo parecido con la realidad de cada quien, es pura coincidencia. Corrían los años 1600, y yo trabajaba para una filial Petroquímica, para quien su producto estrella eran los fertilizantes nitrogenados, y que era propiedad parcial de una multinacional de la misma rama. En una visita para adiestramiento (típico “on the job training” de esa empresa) en “RELIABILITY” (en español, cada quien le coloca el nombre que quiere), llamó poderosamente mi atención que ese departamento tenía un nombre muy curioso en aquel entonces para mí: KIR. Por supuesto, tardé un tantito en investigar que significaba dicho nombre, y para mi sorpresa, el mismo era una composición de

las iniciales de una frase: "Keep It Running". Esto se debía, a que existió en un principio una diatriba (una lucha de poder diría yo más bien), por el control de este nuevo juguete cuyo nombre era "RELIABILITY". ¿Debía estar como una sección en el Departamento de Mantenimiento? O más bien ¿Debía ser una sección en el Departamento de Servicios Técnicos? O quizás, ¿debía funcionar directamente reportando a la Gerencia de Operaciones? Pues bien, el mismísimo CEO de esa empresa (es decir, el máximo representante de los inversores), vino con la perla: "no me importa que nombre tenga, ni en que parte de la empresa esté, a que nivel o a quien reporte, solamente encárguese de que esto sirva para mantener los equipos en funcionamiento (Keep It Running, a.k.a. KIR)". Aquella fue una lección para mí, que aun agradezco, sobre la importancia de no perder el norte ni la humildad de hacer el trabajo, en equipo, para que los activos se mantengan en servicio, aprovechando al máximo su ciclo de vida útil. Es por esto, que al flujo de trabajo que hoy desglosaré, le colocaré el nombre "The KIR Process Work Flow". Pero hablemos primero del KIR, recién nacido hace unas 3 o 4 líneas.

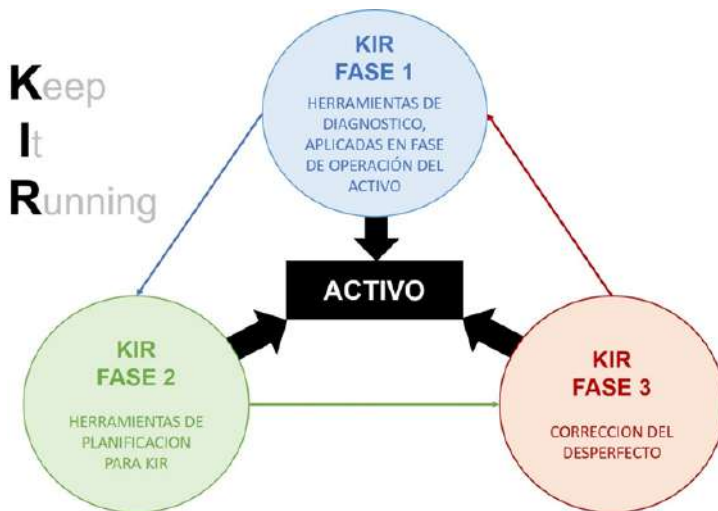


Figura 1. El proceso KIR.

Esta entrega la haremos en dos partes: comenzaremos por entregar un poco el significado del proceso, en que consisten las fases, como interactúan para mantener el activo en condiciones de salud óptimas, como los costos afectan cada una de las fases, y como el activo se ve afectado por cambios u omisiones en la estrategia. Aquí comenzarán algunas de las más acidas polémicas, pues incluiremos actividades y estrategias en fases que quizás no son las de más típico acomodo. Posteriormente, en nuestra próxima entrega, estableceremos un flujograma para que todo lo ya mencionado, tenga vida propia en el logro del objetivo: Keep It Running. Comencemos entonces, estableciendo nuestra base conceptual de construcción. . En oportunidades, lo más difícil es desaprender lo aprendido, sobre todo si eso aprendido se ha trabajado por cierto tiempo.

Tipos de Mantenimiento: Solo tenemos tres tipos de mantenimiento. Comenzaremos por acá, pues el objetivo de esta columna, como expliqué en la primera edición, es llevar a los más jóvenes profesionales una forma divertida de aprendizajes

Mantenimiento Correctivo: el más "simple" de todos. Pero solo es simple para definirlo, no para ejecutarlo, por eso las comillas. También es el más antiguo de todos, pues al principio de los tiempos, solo se reparaba lo que fallaba, sin intentar evitar dichas fallas. Se trata de las acciones que se ejecutan para llevar un activo que dejó de cumplir su función (parcial o totalmente) por una avería, a una condición estable en la cual puede nuevamente puede cumplir su característica funcional perdida. Antes de continuar, describiendo como se subdivide, preguntémosnos:

¿Es malo que tengamos que hacer mantenimiento correctivo?

Desde el punto de vista que realmente debemos cuidar, pues la respuesta rotunda es: no necesariamente. De hecho, el RTF (Run To Failure) como estrategia, es ampliamente aceptado e implementado, pues al final del día lo que realmente nos interesa es hacer lo que técnica y sobre todo financieramente, es mejor para la Instalación en la cual este activo se encuentra prestando una función. Es decir, si representa menos pérdida económica dejar que falle, antes que ejecutar otras estrategias de mantenimiento, pues dejarlo fallar es la opción recomendada. Por supuesto, hay estrategias colaterales diversas que deben verse juntas, antes de que esta sea la decisión tomada:

- **Repuestos:** ¿debo tener un repuesto en mi almacén? Es conveniente entender que tener un repuesto guardado, también tiene un costo)
- **Criticidad:** Es necesario tener en cuenta la criticidad que induciría una falla en este activo. Por ejemplo, ¿tengo completa redundancia? ¿Si este activo falla de forma inesperada induce una falla catastrófica en otro activo? Un buen ejemplo de este caso, son las bombas de lubricación de ciertos sistemas de compresores o bombas.
- **Ambiente/Seguridad:** estos dos aspectos, que casi siempre son gerenciados de la mano, por la misma unidad, son frecuentemente olvidados en el análisis.

Ahora, que ya sabemos que no necesariamente el mantenimiento correctivo es malo, hablemos entonces de cuales son necesariamente malos y cuales, incluso, son extremadamente buenos, hablando desde el punto de vista estrictamente financiero (siempre este aspecto debemos tenerlo en cuenta).

Mantenimiento Correctivo de Emergencia: Es aquel conjunto de acciones que deben ejecutarse de manera inmediata para reponer una función, y que no pueden esperar para ser atendidas. Por supuesto, suponiendo que no tengamos tiempos de espera operacionales, para dar condiciones que se requieren para "entrar"

a reparar un equipo. Ejemplos hay de sobra: paradas de equipos rotativos, roturas de tubos (en reformadores, calderas, etc.), fugas de proceso en válvulas o tuberías, etc. Este es normalmente, el tipo de fallas que queremos evitar a toda costa, pues son las que tienen un mayor costo. Esto último se debe a que el aspecto que más contribuye al alto costo de la falla, es la producción perdida. Es por ello que se implementan otras estrategias, casi siempre predictivas, diseñadas a detectar de forma temprana la falla funcional, de forma que se pueda corregir la misma de forma programada. ¿Qué indicadores nos ayudarían a prevenir este tipo de pérdidas funcionales? Lo dejaremos para un poco más tarde.

Mantenimiento Correctivo Programado: Cuando una falla funcional parcial es detectada, pero con condiciones operacionales controladas, el equipo en modo “degradado” puede esperar a la preparación requerida para hacer el trabajo, el mantenimiento por su naturaleza es correctivo (pues la intervención está destinada a reponer la función) y también es programado pues no es atendido de emergencia, si no que más bien es un mantenimiento que se realiza aprovechando la “oportunidad” de que otra parte del proceso está en una falla funcional severa y el proceso está fuera de servicio. Este, es una de las situaciones donde un mantenimiento correctivo no es la mala noticia. Ejemplos, también hay muchísimos, como una bomba que requiere una intervención en un rodamiento, pero aun puede operar en espera de una oportunidad operacional. La oportunidad operacional se presenta ante un blackout eléctrico, y la planta requiere de una parada, y posterior arranque (por supuesto), que permite una ventana de tiempo como para hacer la reparación requerida. Por supuesto, estas intervenciones y situaciones son solamente teóricas, no es que ocurran en la realidad. ¿Cierto? Como les mencioné al principio, cualquier parecido con la realidad es pura coincidencia.



Mantenimiento Correctivo No Programado: Es un mantenimiento correctivo que se ejecuta, sin ser programado. Un momento, ¿esto no es un correctivo de emergencia? Pues no, no es lo mismo. Este es otro de los mantenimientos correctivos que traen una consecuencia ¡apetecible! Ocurre principalmente cuando una falla funcional parcial es detectada en un activo y, al intervenir el mismo para corregirla, se evidencia una falla funcional distinta que siendo detectada y sin que la misma introduzca tiempos de



parada adicionales, es corregida “aprovechando” la intervención por otra causa. Este tipo de mantenimiento, con frecuencia no es correctamente documentado y mucho menos es correctamente clasificado. Algunos mantenedores tienden a clasificarlo como “preventivo” pues, al detectar el defecto, de forma preventiva fue corregido (esta no es la base conceptual del mantenimiento preventivo, como veremos más adelante). Otros mantenedores, lo califican como proactivo, pues de forma “proactiva” se corrigió el defecto, lo cual no tiene absolutamente nada que ver con lo que modernamente se ha dado en llamar “Mantenimiento Proactivo” (les confieso que el nombre no me agrada, pues los excesos de esta proactividad suelen traer situaciones un poco difíciles de manejar). El correcto manejo estadístico de estas tres subclases del mantenimiento correctivo aportan información muy importante que se debe utilizar para mejorar el desempeño y la utilización del activo durante la fase operativa del mismo.

Mantenimiento Preventivo: técnicamente hablando, el mantenimiento preventivo es aquel que se ejecuta antes de que se presente una falla funcional parcial o total, a los fines de impedir la ocurrencia de dicho defecto y que es ejecutado en base a la función tiempo, en una frecuencia determinada, que puede estar dada por un tiempo calendario, o un número de ciclos cubiertos. Por ejemplo, cuando implementamos cambiar un rodamiento cada 5.000 horas, por ejemplo, estamos cambiando un elemento cada 5000 horas ya sea que este en falla o no. O, por ejemplo, cuando decidimos cambiar aceite y filtro a un vehículo lo hacemos en base a un recorrido inferencial de tiempo: los km o millas recorridas. El caso del reemplazo del aceite de vehículo es un caso especial, pues dependiendo del tipo de aceite, deberás cambiarlo digamos a los 5.000 km, o a los 10.000 o a los 3.000, pero, independientemente de cuantos km hayas recorrido, en tres meses debes cambiarlo pues se degrada por humedad. Es decir, tiene un doble disparo de mantenimiento preventivo para reemplazar las mismas partes. No siempre involucra el reemplazo programado de piezas, como

es costumbre pensar. Esta forma de pensamiento, por cierto, existe debido a que la mayor ocurrencia de fallas funcionales parciales o totales, menores o catastróficas, provienen de desperfectos mecánicos que se “desgastan”, es decir, van perdiendo su capacidad de suplir la función a medida que son usados, como por ejemplo ocurre con los rodamientos. Pero también existen rutinas preventivas, que no involucran el reemplazo de partes pues no hay “piezas que se desgasten”, como por ejemplo ocurre con los elementos de un Sistema de Control, ya sea distribuido o basado en PLC, o instrumentos y componentes en campo o en salas de gabinetes. En los casos en los cuales hablamos de elementos de desgaste, y volvamos al ejemplo del rodamiento, cuando un fabricante te recomienda el reemplazo de un cojinete antifricción (nombre correcto para esta pieza) por horas de operación, lo hace basado en su estadística de falla. Por supuesto, la muestra es tan representativa, que el grado de certeza del tiempo promedio para fallar (MTTF) calculado, es casi siempre muy cercano a la realidad. Sin embargo, es necesario revisar que pasa, cuando ese MTTF no se acerca a la realidad. Si la falla funcional se presenta antes de lo que el MTTF predice, irremediablemente estamos hablando de un MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EMERGENCIA y, dependiendo de la criticidad de este activo, de una pérdida económica muy pero muy importante. ¿Como puede ocurrir esto? Pues algunas causas controlables y otras no controlables, como por ejemplo: mortalidad infantil, mal almacenamiento, errores en el montaje del componente fallado, condiciones operacionales distintas a las establecidas en el diseño, etc. Ahora, si, por el contrario, la falla funcional se presenta después de lo predicho por el MTTF, pues hablamos de una oportunidad perdida. ¿Cuál oportunidad? Pues al reemplazar por recomendación de un fabricante por tiempo, digamos a las 3000 horas de funcionamiento, un componente que aun tiene 1500 horas adicionales. Esto se conoce como un desperdicio. Este tipo de eventos ocurridos en etapas tempranas o tardías en función del MTTF, dieron origen a otra estrategia de mantenimiento: el mantenimiento predictivo.

Mantenimiento Predictivo: Como ya mencionamos, esta estrategia de mantenimiento viene a asistirnos como mantenedores en la reducción significativa de la incertidumbre que rodea a una falla funcional. Actúa, como sabemos todos, por métodos inferenciales. Es decir, inferimos la vida útil remanente de un activo o la existencia de una falla incipiente, en función de la medición de otras variables. Estas variables medidas dependen de la tecnología utilizada en la herramienta predictiva. Existen métodos que predicen la vida útil en función del espectro de temperatura, para por ejemplo detectar puntos calientes en sistemas eléctricos, que equivalen a una conexión eléctrica defectuosa. Es todo lo que

podemos inferir con dicha medición, pues existen varias razones por las cuales la conexión eléctrica es defectuosa. Igualmente, podemos utilizar medición de ondas sonoras para detectar defectos, también hacemos cromatografía de gases para condición de aceite, y así sucesivamente. Cuando detectamos una condición no deseada en el comportamiento de un activo, y no conocemos la causa, vamos entonces a realizar pesquisas de falla, o lo que se ha dado en esta modernidad el llamar “**Mantenimiento Proactivo**” (el nombre de esta estrategia, en sí mismo, debo confesar que me genera incomodidad quizás porque en los años 1600 no tenía un nombre semejante.



Mantenimiento Proactivo (pesquisa de fallas): Como mencioné en varias oportunidades en este mismo artículo, este nombre para esta estrategia no me genera comodidad. Pero lo seguiremos manteniendo. La pesquisa de fallas existe, cuando se trata seriamente, en organizaciones con un grado de madurez importante en la utilización de activos. Trata, sobre todo, esta metodología, de encontrar las causas reales de una pérdida funcional y en algunos casos, incluso predecir con determinación de causas cuando un activo pudiera fallar. En este tipo de actividades desarrollamos otras metodologías, como por ejemplo: Los 5 por qué, arboles de falla, what-if, Ishikawa, Pareto, tormenta de ideas (la herramienta, para mi gusto, no es la mejor aplicación para este propósito pues suele tener la tendencia a no aportar evidencias). Es necesario mencionar algunos términos o estrategias que NO SON PARTE DE ESTE SEGMENTO DE MANTENIMIENTO. Por ejemplo, el AMEF (en todas sus variantes o acepciones) no es una estrategia de mantenimiento proactivo. El MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM por sus siglas en inglés, como ustedes saben) no es una herramienta de Mantenimiento Proactivo, si no mas bien una estrategia de definición de mantenimiento per sé.



ANALISIS CAUSA RAIZ - ARBOL DE EVENTOS
CASO: DESVIACIONES EN DOCUMENTACION EN EXPEDIENTES DE RECURSOS HUMANOS



Resumiendo, tenemos el mantenimiento correctivo (reparo cuando falla), el mantenimiento preventivo (reparo o hago servicio en función de una frecuencia, el mantenimiento predictivo (o Mantenimiento Basado en Condición) que utiliza tecnología para aprovechar al máximo cualquier activo y, finalmente, el mantenimiento proactivo que nos lleva a investigar causas raíces para evitar pérdidas funcionales.

Hasta este punto, hemos cubierto distintos aspectos que tienen que ver con el KIR, en las fases 1 y 3, que debemos revisar nuevamente en la próxima entrega, no desde el punto de vista conceptual, si no desde la organización y secuencia lógica en la que deben ocurrir.

En los conceptos han sido enunciados, sin mucha rigurosidad, si no más bien desde el punto de vista de darle la simplicidad para que sea entendido con claridad. En dichos enunciados, mencionamos con mucha frecuencia una palabra que en particular para mí es clave: **“PLANIFICADO”**, que es parte fundamental de la fase 2 del KIR. Y es que esta palabra implica, cuando se ejecuta de forma correcta, la diferencia entre poder hacer o no una actividad cualquiera. Lo planificado, aunque suene Cantinflerico debemos decirlo, es algo que existe después de haber pasado por un proceso de planificación. Pero, ¿qué es **PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO**? La planificación del mantenimiento es el proceso de determinar qué trabajo de mantenimiento se debe realizar, que recursos deben estar disponibles para correcta ejecución (herramientas, equipos, insumos, personas y ventana operacional), cual es la prioridad de cada trabajo, que actividades pueden ser concurrentes y cuales deben ser secuenciales. Todas

estas fases, si bien son parte de la misma definición, interactúan de manera distinta con cada fase del KIR, pero esto lo trataremos en la segunda entrega. Cerraremos esta entrega, hablando un poco de lo que es backlog. Si a mí me pidieran que, en una sola expresión definiera backlog, inmediatamente respondería: es el mejor indicador de la efectividad del mantenimiento. ¿Por qué? Pues porque mide el retrabajo, los trabajos que se debieron hacer y no se hacen por ventana operacional, los trabajos que estando debidamente planificados (es decir en un plan, preparados y con ventana operacional) no fueron ejecutados. Existen muchas discusiones sobre cómo debe medirse el backlog. De estas formas de medición, yo soy del equipo que el backlog debe llevarse por etapas: las ordenes de trabajo preparadas y en espera de ventana operacional, o sea el backlog de programación. Las ordenes de trabajo que están a la espera de la coordinación de algún recurso, y cuya fecha de solicitud en la orden ya está vencida, es decir el backlog de preparación. La orden de trabajo... no hemos hablado al respecto. Y no lo haremos por ahora, pues la orden de trabajo es todo un aspecto de aprendizaje, y que de hecho el flujo relatará desde su nacimiento hasta su cierre, por cuales etapas debe pasar, y en que secuencia debe pasar por dichas etapas.

Dicho esto, espero tengan bastante para interesarse, hablo a los más jóvenes sobre todo, y poder tener un material como para discutir, si así lo desean. Debo cerrar el tema, pues iniciar los tópicos subsiguientes me haría excederme del espacio que dispongo. En la próxima entrega, estaremos hablando de la interrelación de las etapas del KIR, la gestión de mantenimiento, algunas estrategias de mantenimiento (RCM, AMEF, TPM, etc.) y las filosofías o estrategias de optimización con las que pueden convivir (6, 5S, etc.).

Referencias utilizadas:

Páginas web:

<https://controldeproceso.com/>

<https://instrumentacionhoy.blogspot.com/>

<https://online.visual-paradigm.com/>

<https://chemicalengineeringworld.com/>

Normas/Documentos:

IEC 61511 (Serie)

IEC 61508 (Serie)

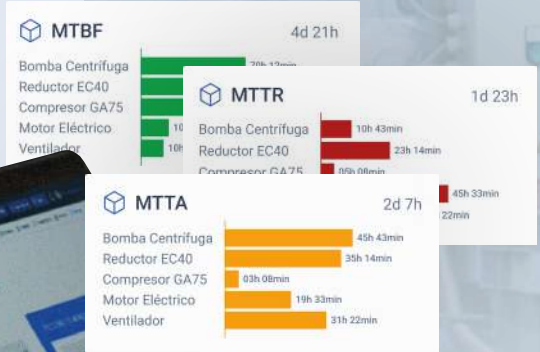


CMMS/EAM

TracOS™

Dale seguimiento a los principales indicadores en tiempo real

Con **TracOS™** puedes gestionar y optimizar tu mantenimiento, automatizando y estandarizando procesos



Ordenes de Trabajo	Estado	Prioridad	Responsables	Fecha	Costo Total	Fallas	Creado por	Fecha de vencimiento	Activar...
1500	Completado	Alta	Carlos...	2023-11-09	\$ 0.00		Carlos Alvarado	2023-11-09	Compu...
1501	Completado	Alta	Patric...	2023-11-09	\$ 27.42		Patric...	2023-11-09	CHC...
1502	Completado	Alta	Alvaro...	2023-11-09	\$ 0.00		Melina...	2023-11-09	Mesa...
1503	Completado	Alta	Carlos...	2023-11-09	\$ 0.00		Sergio De Castro	2023-11-09	Proba...
1504	Completado	Alta	Patric...	2023-11-09	\$ 141.42		Erick...	2023-11-09	Erick...
1505	Completado	Alta	Alvaro...	2023-11-09	\$ 1,167.91		Patric...	2023-11-09	Telero...
1506	Completado	Alta	Patric...	2023-11-09	\$ 180.00		Guillermo Rivera	2023-11-09	Mesa...
1507	Completado	Alta	Alvaro...	2023-11-09	\$ 0.00		Melina...	2023-11-09	Entero...
1508	Completado	Alta	Patric...	2023-11-09	\$ 0.00		Guillermo Venegas	2023-11-09	Amec...
1509	Completado	Alta	Alvaro...	2023-11-09	\$ 20.00		Patric...	2023-11-09	Clina...
1510	Completado	Alta	Patric...	2023-11-09	\$ 0.00		Miguel Soto	2023-11-09	Hidro...
1511	Completado	Alta	Alvaro...	2023-11-09	\$ 66.14		Siriana Olivares	2023-11-09	Compu...
1512	Completado	Alta	Patric...	2023-11-09	\$ 0.00		Alvaro...	2023-11-09	Alvaro...
1513	Completado	Alta	Alvaro...	2023-11-09	\$ 116.50		Carlos A...	2023-11-09	Alvaro...

Cerrando brechas... La “Confiabilidad del dato” en la correcta aplicación de las metodologías de confiabilidad



Autor: Nayrih M. Medina C. 

Soluciones GACM (Soluciones en Gestión de Activos, Confiabilidad y Mantenimiento)

Resumen

Brindarle importancia a la “Confiabilidad del Dato” cuando se desea implementar cualquiera de las Metodologías para mejorar la Confiabilidad Operacional en una organización, evita pérdidas de recurso financiero, de tiempo y de mano de obra. Los mejores resultados de la implementación no dependen únicamente del modelo, las herramientas o la tecnología utilizada, sino de la “Confiabilidad del dato” utilizado durante el proceso. Un caso reciente de experiencia profesional pone en evidencia los errores cometidos por una empresa que no consideró este aspecto esencial durante su etapa de implementación.

En una era de acelerado avance tecnológico aplicado a las industrias, donde se desarrollan sistemas complejos para simplificar tareas repetitivas y mejorar la precisión de los cálculos, se está olvidando la importancia de la “Confiabilidad del Dato”, especialmente de aquellos que no se obtienen de forma automática o directa de los equipos o sistemas.

En los últimos años, he tenido varias experiencias con clientes que enfrentan importantes retos al modernizar la gestión de mantenimiento de sus instalaciones y equipos, por medio de la incorporación de tecnologías y softwares de la industria 4.0, y resulta curioso observar que, en varios de esos casos, se repiten patrones en los obstáculos relacionados con la calidad de la información. El principal problema que enfrentan estas empresas está en la obtención de datos confiables que garanticen información precisa y de calidad para tomar decisiones.

Voy a ejemplificar el punto con un caso preciso del 2019, cuando un cliente que llamaremos Empresa ABC enfrentaba problemas y riesgos de gestión de mantenimiento. Les comparto el caso:

La Empresa ABC, decide establecer las bases para la preparación y optimización de sus Programas de Mantenimiento Basados en la Criticidad de sus equipos, para enfocar los esfuerzos hacia el cumplimiento de los objetivos estratégicos del negocio.

Este modelo de gestión, que permite equilibrar el nivel de criticidad de los equipos desde la óptica del proceso, mediante el mapeo de criticidad de los activos físicos y el establecimiento de una tasa de rendimiento de la inversión para la empresa, ayuda a mejorar la efectividad del programa de integridad funcional de los activos.

En este sentido, el objetivo de este cambio era enfocarse en los equipos más importantes o críticos, según el riesgo que puede

generar una falla en la continuidad del proceso y la rentabilidad del negocio.

Como primer paso, decidieron aplicar el Análisis de Criticidad para la jerarquización de sus equipos. Para ello adoptaron una Matriz de Criticidad utilizada en otras empresas del mismo sector, considerando criterios y rangos de evaluación similares. Al analizar los primeros resultados, observaron varios problemas: los resultados eran incoherentes (según los responsables de operaciones) y los criterios utilizados no se ajustaban a las necesidades de sus 12 plantas, por lo que debían incorporar ajustes en las matrices de cada instalación, dificultando la posibilidad de evaluar de forma integral la criticidad de todos los activos de la empresa.

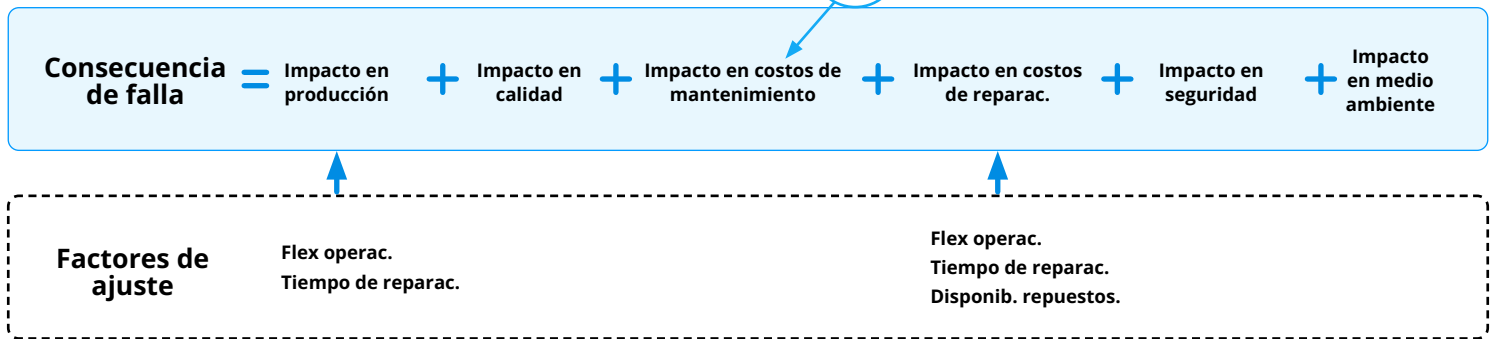
Cuando realicé el diagnóstico del cliente y revisé los antecedentes del proceso de definición de la Matriz de Criticidad utilizada, identifiqué las siguientes desviaciones:

- Utilizaron un Método de Evaluación de la Criticidad prediseñado, sin considerar si cubría o no, las necesidades de la Empresa ABC.
- En el proceso de selección de la Matriz de Criticidad, no consideraron la participación de los responsables de las áreas vinculadas directa e indirectamente con la confiabilidad de los equipos y la evaluación de las consecuencias de sus fallas.
- La información de las diferentes áreas, aunque se encontraba digitalizada en sistemas institucionales de la empresa, no estaba vinculada y no era accesible al personal de otras áreas, lo que dificultaba la integración de los datos para el análisis.
- Los criterios y rangos de evaluación utilizados en la matriz adoptada, no se ajustaban a los criterios de criticidad

Ajuste al modelo matemático diseñado para estimar la criticidad de equipos

Índice de criticidad = Frecuencia de Falla x Consecuencia de falla

$$IC = FF \times CF$$



Fuente: Nayrih Medina / Rubén Roa. Soluciones GACM. 2019

establecidos por la empresa para cumplir sus objetivos estratégicos.

- La información de base para el análisis era de baja calidad y poco confiable, debido a que contaban con pocos registros, había inconsistencia entre información de diferentes áreas, había duplicidad de información y en general los datos eran poco confiables.
- La información de las bases de datos de los diferentes departamentos no estaba actualizada a la misma temporalidad.

Como se puede notar, los principales errores cometidos por la Empresa ABC en este primer intento de implementar Metodologías de Confiabilidad, estaban relacionados con la inadecuada selección del Modelo para la Evaluación de la Criticidad de sus equipos y con la baja confiabilidad de los datos. Así que, para enfrentar esos retos, tuve que definir una estrategia para el diseño de la Matriz de Criticidad de la Empresa ABC, considerando aspectos que se descuidaron en su implementación inicial. Algunos de los elementos que se debieron atender desde el inicio fueron:

- Integrar en un equipo multidisciplinario de trabajo a las áreas operativas y áreas de apoyo directamente involucradas con los procesos productivos de la empresa para el diseño del Modelo de Evaluación de la Criticidad.
- Definir de manera consensuada los criterios de evaluación para la Frecuencia de Fallas y las Consecuencias de las Fallas, que se alinearan a los objetivos estratégicos de la Empresa ABC.
- Asegurar la calidad de la información por medio de una adecuada depuración, validación e integración de los datos en una base única de análisis para obtener datos confiables.
- Establecer parámetros de evaluación de la criticidad que fueran homogéneos y funcionales para que sus 12 plantas atendieran las problemáticas más críticas, por lo que fue

necesario implementar factores de ajuste a la ecuación para estimar el nivel de consecuencias.

Cuando mi equipo de trabajo implementó las acciones correctivas de los puntos anteriores para garantizar la confiabilidad de los datos en el Modelo de Evaluación de la criticidad, notamos que los resultados fueron diferentes a los obtenidos por la empresa en su primer intento. Al probar la matriz de criticidad en las diferentes plantas, observamos una adecuada reproducción de la realidad operativa de sus instalaciones, vinculadas directamente con la capacidad de producción de cada planta y el impacto en la rentabilidad global del negocio, lo que facilitó no solo atender las necesidades de jerarquización por instalación, sino también la jerarquización de los activos a nivel empresa. Esto dio pie, para el inicio de la implementación de las estrategias de mejora de los planes de mantenimiento basados en criticidad.

El aprendizaje obtenido de esta experiencia es que empresas como ABC, suelen incurrir en pérdidas de recursos valiosos como tiempo y dinero, como consecuencia de la utilización de datos poco confiables y una mala selección de la Metodología para la Evaluación de la Confiabilidad de sus equipos.

Considerando lo anterior, podemos decir que, al contar con "Confiabilidad del Dato" cuando se aplica cualquiera de las Metodologías para lograr la Confiabilidad Operacional, obtendremos beneficios como: a) generar información precisa y de calidad, b) tener más certeza y confianza en el proceso de toma de decisiones y así, definir acciones eficientes que facilitan el logro de los objetivos operacionales, tácticos o estratégicos y finalmente, c) favorecer la reducción de tiempos y costos de las empresas durante la fase de implementación.

En conclusión, los beneficios de la "Confiabilidad del dato" en la correcta aplicación de las Metodologías de Confiabilidad, no dependen únicamente del modelo o la tecnología que se utilice, sino de la calidad de los datos empleados en el análisis.

Inspecciones visuales: Digitalización e integración en mantenimiento predictivo.

Autor: Carlos E. Torres 

Experto en Mantenimiento Predictivo. CEO de Power-MI.



Prácticamente todas las plantas industriales tienen rutinas de inspecciones visuales. No obstante, estas inspecciones son, en general, ejecutadas por personal de producción, en papel, y sin comunicar o transferir información al departamento o al equipo de mantenimiento predictivo.

Al conversar con gerentes de mantenimiento sobre como iniciar en mantenimiento predictivo, a menudo se sorprenden cuando mi recomendación es comenzar por inspecciones visuales. Es probable que esto se deba a que gran parte de la divulgación, los cursos y la información online disponible de mantenimiento predictivo están dominados por proveedores de equipos, quienes, lógicamente, tienen un interés comercial en que los departamentos de mantenimiento adquieran instrumentación para mantenimiento predictivo más complejas.

Sin embargo, la inspección visual es la tecnología de mantenimiento predictivo más básica y natural con la que contamos. Lo verdaderamente absurdo sería comprar instrumentación de tecnologías avanzadas, como análisis de vibraciones, ultrasonido o termografía, sin antes haber implementado rutinas de inspecciones visuales con el objetivo de detectar fallos y generar recomendaciones que pueda ejecutar el departamento de mantenimiento.

Según la Asociación Americana de Ensayos No Destructivos (American Society for Nondestructive Testing o ASNT), la inspección visual se define como la observación de la superficie de un objeto de estudio para identificar la presencia de anomalías conforme a una especificación que sirva como patrón o estándar de normalidad.

Tanto esta definición como la mayor parte del desarrollo académico y la teoría de inspecciones visuales han sido dominadas por el campo de los ensayos no destructivos. Sin embargo, en mantenimiento predictivo, nos referimos a las inspecciones visuales



Figura 1. Técnico ejecutando inspección visual en grupos motor-bombas.

como aquellas pruebas de campo realizadas directamente por un analista o inspector, quien, mediante sus propios sentidos, evalúa la condición de un activo.

Diseño de inspecciones visuales digitalizadas.

El diseño de inspecciones visuales tiene por objetivo recolectar la información, ya sea fallos visibles o parámetros de operación, que permita evaluar la condición de los activos alineados al plan de mantenimiento predictivo.

Los criterios principales en el diseño de inspecciones visuales son:

- **Evaluación de riesgos laborales:** El inspector debe estar al tanto de los riesgos laborales en cada lugar de inspección.
- **Colección de parámetros:** La recopilación de datos debe realizarse in situ, usando instrumentación permanente o portátil que el inspector lleve consigo.
- **Sin interpretación de señales:** La inspección visual no requiere interpretación de señales, imágenes o cálculos para determinar la condición de un activo.

La configuración del diseño estará influenciada por factores como el tipo de activo, el acceso a él, la experiencia del inspector y la visibilidad de los puntos de inspección, que a su vez dependerá del estado operativo del activo durante la inspección.



Figura 2. Ejemplo de evaluaciones de riesgos laborales para inspección visual hecho con software Power-MI.

El diseño se lleva a cabo en tres etapas:

- **Evaluación de riesgos:** Se debe informar al inspector sobre los riesgos laborales mediante una evaluación de seguridad industrial, coordinando con el departamento encargado de prevención y proporcionando formación, equipo de protección y revisiones médicas.
- **Parámetros:** Se refiere a las variables numéricas que describen magnitudes físicas. Es esencial especificar la unidad para que el número describa correctamente la magnitud.
- **Pautas de inspección:** Estas son las reglas o instrucciones que seguirá el inspector, conocidas también como lista de chequeo o checklist. Las pautas incluyen:
- **Punto de inspección:** Componente, pieza, área, accesorio o elemento funcional bajo estudio.
- **Fallos:** Faltas, deficiencias, errores o malfuncionamientos que puedan presentarse en el punto de inspección.

Mediciones de entrada manual					
1.	Temperatura rodamiento LOA	Valor máximo: 100	Alerta alta: 64	Alerta alta: 74	ELIMINAR
	Medición física: Temperatura	Unidad: °C	Amplitud: Promedio	Alerta baja: 0	Alerta baja: 0
2.	Temperatura rodamiento LA	Valor máximo: 100	Alerta alta: 66	Alerta alta: 78	ELIMINAR
	Medición física: Temperatura	Unidad: °C	Amplitud: Cuasi-estática	Alerta baja: 0	Alerta baja: 0
3.	Presión de entrada	Valor máximo: 20	Alerta alta: 5	Alerta alta: 10	ELIMINAR
	Medición física: Presión	Unidad: bar	Amplitud: Cuasi-estática	Alerta baja: 0	Alerta baja: 0

Figura 3. Configuración de parámetros a coleccionar en inspecciones visuales hecho con software Power-MI.

La ejecución de inspecciones visuales digitalizadas ha transformado la forma en que las inspecciones se realizan y reportan, eliminando la necesidad del papel. Aunque el uso de papel no es necesariamente problemático, la información y datos conectados por el inspector a menudo se relegan a una bandeja, sólo utilizados en caso de problemas graves, en el mejor de los casos. Esto resulta en la pérdida de registros valiosos para la evaluación holística de

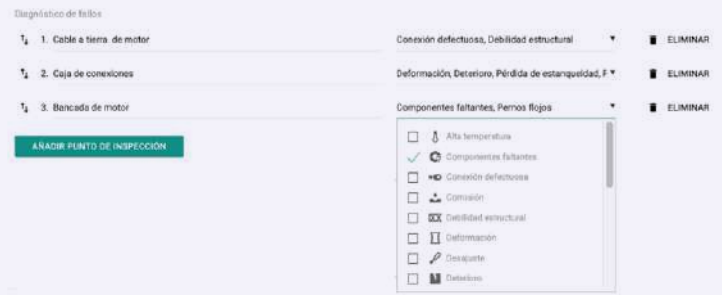


Figura 4. Configuración de pautas de inspección visual con software Power-MI.

los activos, y uno de los mayores defectos de los programas de mantenimiento predictivo es la falta de un registro de fallos. Esto a menudo obstaculiza la posibilidad de realizar estadísticas sobre la condición de los activos y plantas.

La solución a estos desafíos radica en la digitalización de las inspecciones visuales, que implica el uso de aplicaciones en dispositivos móviles, como tabletas o celulares. A través de estas aplicaciones, el inspector puede llevar a cabo la inspección, registrando parámetros, fallos, comentarios, fotografías y recomendaciones, si es necesario.



Figura 5. Inspectora utilizando aplicación de inspecciones visuales de Power-MI.

La aplicación, que se conecta con el software de gestión, debe tener la capacidad de acceder a Internet, así como de funcionar de forma offline. Esto es especialmente importante en lugares donde la conectividad a Internet puede no estar disponible. Los datos se almacenan en el dispositivo y luego se sincronizan una vez que se restablece la conexión a Internet.

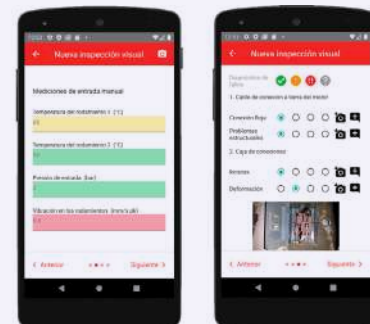


Figura 6. Pantallas de ejecución de inspecciones visuales en la aplicación de Power-MI.

	Análisis de aceite 1 año	Análisis de vibración 3 meses	Inspección visual 1 mes	Lubricación 1 semana	Termografía 8 meses
Acetis contaminado	✓				
Agua en el aceite	⚠				
Alta temperatura					✓
Arco eléctrico					✓
Componentes faltantes			✓	✓	
Conexión defectuosa		✓	✓		⚠
Corrosión			✓		
Debilidad estructural		✓	✓		
Deformación			✓		
Desgaste			✓		
Desalineación de eje		✓			
Desequilibrio		✓			
Desgaste de acoplamiento		✓			✓
Desgaste de la máquina	✓				
Desgaste de rodamiento		✓			✓
Denario			✓		
Efecto corona					✓
Eje doblado		✓			
Excentricidad		✓			
Fugas de fluidos		✓	✓		
Holgura no relativa		✓			
Holgura relativa		✓			
Lubricación inadecuada		✓	✓	✓	✓
Mal estado o degradación del aceite	✓				
Ostrucción				✓	
Parámetros de proceso anómalos			✓		
Puntos flojos			✓		
Problemas eléctricos		✓			
Problemas en flujos		✓			
Punto caliente					✓

Figura 7. Matriz de salud en software Power-MI de un activo en donde la inspección visual se considera una técnica de mantenimiento predictivo.



Figura 8. Panel de control de mantenimiento predictivo en software Power-MI.

Integración de las inspecciones visuales digitales con el mantenimiento predictivo.

La inspección visual es una técnica de inspección más en el mantenimiento predictivo. Por tanto, complementa a otras técnicas como el análisis de vibraciones, ultrasonido, análisis de aceite, termografía, etc.

Es precisamente la digitalización de las inspecciones visuales lo que permite esta integración en el mantenimiento predictivo ya que hace accesible los datos e información colectada por los inspectores con el resto de las técnicas predictivas.

La gestión de las inspecciones visuales como otra técnica predictiva más implica que se van a emitir datos, informes, recomendaciones y órdenes de trabajo desde las inspecciones visuales. Por otro lado, también implica que las estadísticas, indicadores y cálculo de ahorros también serán hechos tomando en cuenta las inspecciones visuales.

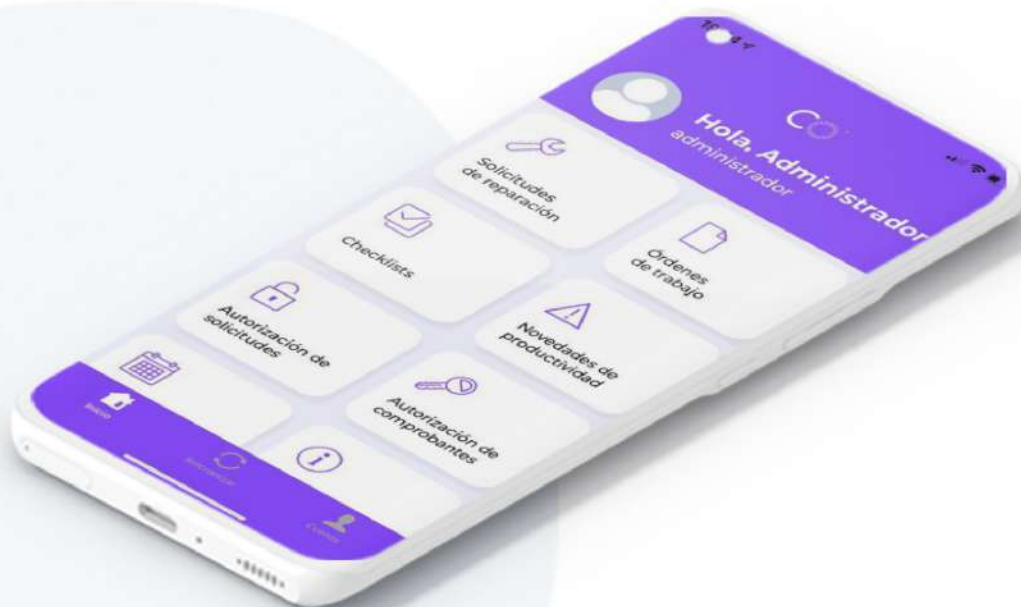
El primer nivel de integración implica tratar la inspección visual como una técnica predictiva más por tanto se emiten informes, órdenes de trabajo y visualización de datos con las mismas características y funcionalidades con que se hace en otras técnicas predictivas. Así mismo, se realizan análisis de tendencias sobre los parámetros colectados y se despliegan en los informes.

El segundo nivel de integración consiste en combinar los datos colectados con los datos de otras técnicas predictivas para su consolidación, cálculo estadístico de indicadores y generación de paneles de control. Este nivel de integración implica también la consolidación de datos generados en procedimientos como en órdenes de trabajo, cálculo de ahorros por mantenimiento predictivo, análisis de causa raíz y estadísticas de fallos.

¿Necesitas optimizar el área de mantenimiento?

Consuman es la solución N°1 para planificar, hacer seguimiento y optimizar la gestión de activos de tu empresa.

100 % en la nube, fácil de usar y rápida de implementar.



Con Consuman podrás:

Recopilar, analizar y actuar sobre los datos de mantenimiento con informes bajo demanda.

Contar con herramientas móviles para todos los usuarios.

Gestionar presupuestos, compras y stock.

Tengas la empresa que tengas, hacemos que todo funcione.

Partner **Consuman®**:



Hablemos:
www.ctnglobal.com



Experiencia y compromiso: Una conversación con Carlos Javier [in](#) Velázquez de Argos Cemento

Entrevista por Lisset Chávez

**¿Nos podrías contar sobre tu trayectoria en Argos Cemento?
¿Cómo ha sido tu experiencia a lo largo de más de 30 años en la empresa y qué te motivó a seguir creciendo profesionalmente dentro de la organización?**

Carlos Javier Velázquez —Mi trayectoria en Argos Cemento inició desde la práctica de la universidad en la planta Argos Toluviejo en el departamento de Sucre (Colombia), siendo estudiante de Ingeniería Mecánica. Luego trabajé en esa operación como ingeniero de Mantenimiento por 6 años interrumpidos. Estuve después en la planta Nare por 14 años, donde ocupé varios cargos hasta ser jefe de Mantenimiento, pasando por ejecución, planeación y programación. Pasé luego a planta Cairo como jefe de mantenimiento donde estuve 4 años más. Actualmente llevo 8 años en Argos Honduras donde llegué como gerente de Mantenimiento, luego ocupé la dirección de planta y hace 3 años estoy liderando programas de Certificación para Inspectores y Supervisores de Mantenimiento para la regional Caribe Argos (Panama, Honduras, Dominicana, Haití y Puerto Rico).

La motivación para seguir creciendo es que me gusta estar aprendiendo, trabajar con equipos de alto desempeño, mejorando siempre las competencias blandas y técnicas de los cargos de las personas de Mantenimiento, también me motiva aprender de las demás personas y transferir conocimiento de lo aprendido.

Antes de asumir el cargo de Gerente de Planta, desempeñaste el rol de Gerente de Mantenimiento durante tres años en Argos Honduras. ¿Cómo ha influido esta experiencia en tu enfoque de liderazgo y toma de decisiones en tu rol como Gerente de Planta?

Carlos Javier Velázquez —La mejor experiencia en Honduras, fué haberme adaptado fácilmente a una nueva cultura de trabajo, nuevo equipo de trabajo, conocer el entorno, tener unos objetivos claros y específicos y así poder enfocar los planes de acción necesarios para cumplirlos. Lo primero que hice fué identificar donde estaba y cuál era mi propósito con ese equipo.

Como Gerente de Planta, debiste haber enfrentado diariamente diversos desafíos en la producción de cemento. ¿Cuál consideras que ha sido el desafío más significativo que has tenido que superar en este cargo y cómo lo abordaste para lograr el éxito en las operaciones?

Carlos Javier Velázquez —El reto más significativo como gerente de planta fué hacer un equipo primario de alto desempeño y dar sostenibilidad y mejora continua a los indicadores industriales de la operación, es decir, que las personas



fueran lo más importante para lograr una operación robusta y sostenible, excelencia organizacional con personas empoderadas y con valores culturales de la organización.

Argos es reconocida por su compromiso con la calidad y la sostenibilidad. ¿Qué iniciativas o prácticas has implementado en la planta bajo tu liderazgo para mantener altos estándares de calidad en los productos y asegurar una operación sostenible?

Carlos Javier Velázquez —Las prácticas implementadas son simples: Conocer a los colaboradores, ser cercanos a las personas, tener una gestión sobresaliente en seguridad y ambiental, por ejemplo tener una planta limpia al implementar el Programa de las 5Ss, identificar las oportunidades de mejora del sistema cumpliendo con el programa de auditorías y diagnósticos, a su vez, generando planes de acción que sí se puedan cumplir y hacer seguimiento y control estricto a los mismos, trabajar mucho con equipos de personas que se comporten como dueños, que se involucren en la solución de los problemas y que hagan equipo.

En este punto, los ciclos de mejora continua son muy importantes en todos los procesos productivos, incluyendo el clima laboral, las lecciones aprendidas, los casos de éxito, etc.

Argos Cementos es una empresa sostenible, por 7º. año consecutivo, ha sido reconocida por el Dow Jones Sustainability Index como la cementera más sostenible del mundo por sus buenas prácticas y procesos operativos amigables con el medioambiente.

En Honduras hemos recibido reconocimientos por iniciativas para reducir sus emisiones de CO2 y el consumo de combustibles fósiles.

La industria de la construcción ha evolucionado con el tiempo. ¿Cómo has visto que ha cambiado la demanda de los clientes y cómo se ha adaptado la planta para cumplir con las necesidades cambiantes del mercado?

Carlos Javier Velázquez —Nuestra orientación es hacia el cliente, nos adaptamos al cliente para cumplir las expectativas y las necesidades que él tiene.

Es clave obtener la información de los clientes (qué necesita, para qué, cómo, cuando, etc) y utilizar la misma para mejorar los productos y servicios.

Establecer y mantener buenas relaciones con los clientes basadas en la confianza y el respeto.

La seguridad es un aspecto fundamental en el entorno industrial. ¿Cómo promuees una cultura de seguridad en la planta y cuál es tu enfoque para garantizar la seguridad de los empleados y las operaciones?

Carlos Javier Velázquez —La organización tiene Política de Seguridad, Principios de Seguridad y Reglas de Oro en Seguridad. Contamos con un sistema de gestión y cuadro de mando en Seguridad Industrial muy fuerte, donde se realizan auditorías, capacitaciones y entrenamientos al personal constantemente, auditorías internas y externas, análisis de riesgos de los procesos, investigación de incidentes y accidentes, estándares que salvan vidas, etc. Importante acá el reconocimiento, rendición de cuentas para las personas a cualquier nivel, evidenciando así el liderazgo, la responsabilidad y el empoderamiento de colaboradores propios y contratistas.

La innovación es clave para mantener la competitividad en el mercado. ¿Cuál ha sido la última innovación o mejora implementada en la planta que ha tenido un impacto significativo en la eficiencia de producción o calidad de los productos?

Carlos Javier Velázquez —El coprocesamiento de materiales y el uso de materiales alternativos como llantas usadas en plantas. Se trata siempre de optimizar los procesos con innovación.

A través de nuestro Centro Argos para la innovación, se fomenta el desarrollo de nuevas tecnologías de construcción y acompañamiento constante al cliente.

Idear, crear, imaginar y proponer soluciones innovadoras a los retos de la industria son algunos de los objetivos del Centro. Se tienen laboratorios con la más avanzada tecnología para generar soluciones de manera plural y abierta en términos de materiales, procesos y aplicaciones.

Cuando debes trabajar con equipos multidisciplinarios. ¿Cómo fomentas un ambiente colaborativo y de trabajo en equipos para lograr objetivos comunes de la organización?

Carlos Javier Velázquez —Yo los llamo Equipos de alto desempeño, cada uno está compuesto por un sponsor, un coordinador y colaboradores de Producción, Procesos y Mantenimiento. Cada año los equipos revisan y actualizan los indicadores industriales a cumplir, los cuales se alinean como objetivos comunes para todos. Se realizan reuniones diarias, semanales y mensuales para verificar performance y poder alcanzar los objetivos propuestos. En resumen, objetivos claros y comunicados que están alineados para el cumplimiento de trabajo colaborativo de las personas que componen los equipos, todos “montados en el mismo barco”.



En tu experiencia como Gerente de Planta, ¿qué consejo le darías a otros profesionales que aspiran a asumir un rol de liderazgo en la industria?

Carlos Javier Velázquez —Primero que todo, deben trabajar para fortalecer las competencias blandas como la dirección de personas y equipos, el relacionamiento con otros, empuje por resultados y vivencia de valores culturales de la organización a la que pertenecan, que puedan identificar cuál es su propósito y visión en su rol.

Segundo, que construyan un plan de desarrollo individual acompañado por Recursos Humanos y que se alinee con el plan de carrera establecido.

Trabajar mucho en desarrollar y acompañar a las personas a cargo, recibir y dar retroalimentación, establecer y evidenciar la mejora continua en todo momento, garantizar que el equipo tenga claridad en la misión y la visión del negocio y cómo aportan desde sus áreas.

Motivar con el reconocimiento a los colaboradores, pero también exigir rendición de cuentas cuando sea necesario.

En resumen, para asumir un rol de liderazgo es necesario conocer y dar dirección a nuestro principal activo de la organización: las personas. Creando ambientes de camaradería, buen clima laboral, colaboración, respeto, confianza, disciplina, rigurosidad y compromiso.

Argos Cementos ha mantenido una sólida reputación en el mercado durante muchos años. ¿Cuál consideras que ha sido el factor clave para el éxito sostenido de la empresa y qué visión tiene para el futuro de la planta y la compañía en general?

Carlos Javier Velázquez —Algunos factores claves de éxito son:

- La reputación de la organización ha sido clave para generar confianza a todos nuestros públicos de interés. Un gobierno corporativo compuesto de línea de transparencia, códigos de buen gobierno y conducta, políticas antisoborno, anticorrupción y antifraude, confianza y gobernabilidad, los modelos y procesos corporativos.
- La orientación hacia el cliente, hacemos exitosos a nuestros clientes, somos más que cemento.
- El talento humano, personas competentes con liderazgo en cada una de las áreas, evidencian una vivencia de valores organizacionales, siendo una de las mejores empresas para trabajar.

La visión de la planta es continuar con las buenas prácticas en sostenibilidad en el entorno económico, social y ambiental, es decir, verse reflejada en la estrategia de Sostenibilidad.

Argos Cementos trabaja y basa su estrategia corporativa en un propósito superior: "Hacer posible la construcción de sueños de vivienda e infraestructura que habilitan una sociedad más sostenible, próspera e inclusiva".

Continuar siendo referente en la producción y distribución de cemento en toda Honduras, con una planta con equipos y personas confiables operando de forma segura, cuidando el medio ambiente y al mayor nivel de producción de cemento instalado, implementar la confiabilidad operacional.

RE-EVOLUCIÓN DE LA NATURALEZA HOLÍSTICA DEL AIRE



Autor: Laudelino Javier Sánchez

Ingeniero Técnico y de Grado Industrial, especializado en calidad del aire, eficiencia energética, sostenibilidad y protección contra incendios. Evaluador Acreditado VERDE (GBCe, Green Building Council España), Passivhaus Designer, Consultor en Calidad del Aire y Seguridad Ambiental para Prosecan (empresa de seguridad ambiental española).

Breve descripción (C.V.) Laudelino Javier Sánchez de León Linares.

Ingeniero Técnico y de Grado Industrial, especializado en calidad del aire, eficiencia energética, sostenibilidad y protección contra incendios. Evaluador Acreditado VERDE (GBCe, Green Building Council España), Passivhaus Designer, Consultor en Calidad del Aire y Seguridad Ambiental para Prosecan (empresa de seguridad ambiental española).

Ha realizado estudios de energías Bajas en Carbono para certificaciones medioambientales como BREEAM. Coautor de la Guía de Calidad del Aire de Fenercom (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid) del año 2016, Autor del libro «La Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias» y Coautor del libro «Configuración de Instalaciones de Frío y Climatización» de la editorial Paraninfo del año 2020. Ha participado a nivel nacional e internacional en exposiciones varias sobre eficiencia energética y calidad del aire, entrevistado sobre calidad del aire en la radio «RAC-1», en el Periódico «El Mundo» y por el periódico «El País», acerca del SARS-COV-2. Redactor de diversos artículos técnicos sobre calidad del aire y sistemas de climatización. Participación en el año 2022 en el podcast sobre Calidad del Aire: https://www.ivoox.com/episodio-1-importancia-calidad-del-aire-audios-mp3_rf_88691885_1.html.



Índice Europeo de Calidad del Aire. Fuente: EEA (Agencia Europea del Medio Ambiente).

I. Introducción

La naturaleza es capaz de generar contaminantes varios (incendios, erupciones volcánicas e incluso por sí misma a través de las plantas cuando se generan COV, Compuestos Orgánicos Volátiles), pero también encuentra la manera de neutralizarlos. Estos mecanismos de neutralización son los que veremos en este artículo, no los comúnmente conocidos como la lluvia o la fotosíntesis, nos centraremos en la ionización bipolar natural y cómo se ha logrado recrear este mismo fenómeno mediante equipos (efecto mimético). El artículo permitirá tener una visión de la ionización bipolar suave, cómo se descubrió, en qué consiste y qué se ha logrado con los nuevos sistemas de generación de la mencionada ionización (entre otros, importantes ahorros). El artículo pretende dar una visión 360 en la calidad del aire, cómo se ha vuelto a evolucionar en este aspecto (re-evolución), relata como produce beneficios en mantenimientos desde tres puntos de vista diferen-

tes: mantenimiento de la salud de los seres vivos, incluyéndonos a nosotros (desde el punto de vista físico pero también cuidando nuestra salud mental); mantenimiento en los sistemas HVAC que se traducen en ahorros económicos al disminuir el coste incluso de consumibles y con ello también logrando ahorrar energía; en tercer lugar, mantenimientos en los equipos para lograr dichos objetivos (mantenimiento de los propios equipos de ionización bipolar suave). Finalmente, veremos cómo la normativa HVAC es diferente en EEUU (Ashrae) frente a la normativa Europea, en particular frente a la normativa Española (RITE), poniendo algunos ejemplos y cómo se alcanzan los mencionados ahorros con ambas normativas.

Re-evolución de la naturaleza holística del aire.

La calidad del aire es un término dinámico, esto es, no existe una definición clara y concisa de este término puesto que se basa en indicadores. Estos indicadores son valores límite de contaminantes, que no deben sobrepasarse para estar dentro de un rango de "seguridad", dentro de unos valores máximos establecidos legalmente (<https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>).

Hemos olvidado que la propia naturaleza ya dispone de medios para limpiar y a su vez vitalizar el propio aire, el aire que nosotros respiramos. Hay que pensar que antes de que el propio hombre, o sus antepasados, ni tan siquiera existieran, ya había desastres naturales, incendios y erupciones volcánicas entre otros. La naturaleza, la Madre Tierra, la "Pachamama" como se la nombra en algunas culturas ancestrales, se encargaba tanto de generar el cataclismo como de neutralizar sus efectos, buscaba el equilibrio vital, pero **¿cómo se lograba hacer esto?**

Vamos a ver cómo la naturaleza ha logrado siempre alcanzar este equilibrio vital (*), "mantenerse sana", así como la relación de este fenómeno con el mantenimiento desde tres puntos de vista, la salud de los seres vivos (entendiendo como tal la salud tanto física como mental en el caso de los seres humanos), el mantenimiento del sistema que les vamos a describir de ionización bipolar suave, finalmente, el mantenimiento de sistemas HVAC e incluso de sistemas eléctricos o electrónicos de los edificios.

(*). Hay que indicar que es ahora cuando se aprecia que la acción del hombre acelera ciertos procesos naturales y genera un desequilibrio si bien no será objeto a tratar en el presente artículo.

Cuando un volcán erupcionaba o cuando, por un fenómeno natural, se producía un incendio (la caída de un rayo, por ejemplo), se descargaban cantidades ingentes de contaminantes al aire. La manera natural de eliminar los contaminantes del aire se puede subdividir en cuatro fenómenos principales, de los cuales dos son muy conocidos:

- La fotosíntesis de las plantas (para eliminar el CO₂).
- La lluvia (que elimina principalmente humos y gases varios además de partículas).
- La simbiosis entre microorganismos que viven en la tierra, las raíces de las plantas y los Compuestos Orgánicos Volátiles.
- La Ionización Bipolar Suave (natural, producida por la naturaleza).
- La fotosíntesis y la lluvia son los más conocidos, sin embargo, explicaremos brevemente la simbiosis para centrarnos en la ionización bipolar suave.

Comencemos con el tercero de los cuatro fenómenos indicados. Cuando vamos al campo y estamos en un bosque que está verde, vigoroso y robusto, si observamos, no se le echa abono y no hay tantos animales que puedan generar un abonado homogéneo sobre la tierra, entonces, ¿cómo logran las plantas poder nutrirse de sus compuestos vitales? La madera genera COV (VOC en inglés), Compuestos Orgánicos Volátiles (particularmente cuando se quema o se descompone si bien también algunas plantas los emiten), y los expulsa al aire, que, por ejemplo, para el ser humano y en espacios cerrados, son perjudiciales (dependiendo de su concentración obviamente si bien los productos naturales no suelen tener una emisión elevada). Se demostró, hace décadas, que los microorganismos que coexisten junto a las raíces de las plantas son capaces de capturar estos COV y devorarlos, a su vez, lo que execran dichos microorganismos se convierte en abono para las plantas, esto junto con las sales minerales y el agua constituyen sus principales nutrientes (además de requerir de fotosíntesis a través de las hojas). Lo que estamos exponiendo es que la propia naturaleza genera el problema, el contaminante, pero lo neutraliza, para revitalizar y vigorizar a las propias plantas (en realidad a sí misma), creando una especie de abonado y proceso natural continuo. Se podría decir que es la economía circular ancestral donde para poder nutrirse las plantas generan un compuesto que posteriormente acaba siendo transformado en abono gracias a la simbiosis que existe con diferentes microorganismos, una especie de "trueque" en el que todos ganan (<https://www.calameo.com/read/0009143740bded75b682e>).

Ionización bipolar suave. Este sistema de depuración proviene de la naturaleza. El Efecto Lenard fue descubierto por este gran físico, de origen húngaro nacionalizado alemán. Hablamos del señor Philipp Eduard Anton von Lenard, Premio Nobel de Física en 1905. Philipp Lenard observó como al caer el agua en una cascada, las gotas de agua arrastraban al aire perimetral e inmediatamente más cercano, algo así como un "Efecto Venturi", donde partículas de aire eran succionadas junto a las gotas de agua. Cuando estas gotas chocaban entre sí o con el suelo (llámese rocas o la propia agua), liberaban electrones, es decir, se producía electricidad. Unas partículas en el aire quedaban cargadas negativamente (al

adquirir los electrones), otras en cambio, al perderlos, quedaban cargadas positivamente. Lo que el señor Philipp Lenard estaba describiendo era la ionización natural que se da en el agua al caer, en este caso, en una cascada, pero este no es el único fenómeno natural que produce este efecto de cargas positivas y negativas. En realidad, este fenómeno también se produce en las olas del mar y en el océano en la fricción del aire con el agua, en el desierto (el viento en las dunas), también se produce con los rayos de las tormentas e incluso en las propias plantas ya que son seres vivos bioeléctricos. Hasta hace poco se desconocía si bien ahora ya existe alguna empresa que genera electricidad a partir de las plantas para producir, por ejemplo, iluminación.

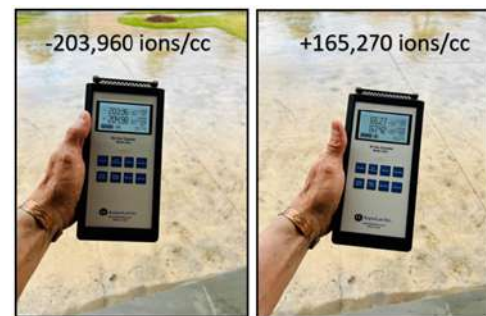


Imagen obtenida del informe de conteo de densidad de iones registrado en las cataratas del Niágara, realizado por el ingeniero del Ashrae David N. Schurk. Se puede observar que se registran iones positivos y, en mayor proporción, negativos. En la Naturaleza se dan ambos polos opuestos a la vez y no tan solo una polaridad. (<https://airqualityproscan.docdroid.com/87mjS6H/informe-densidad-iones-niagara-david-schurk-pdf>).

Hace ya bastantes años en Europa, prácticamente en todo el mundo, cuando las personas enfermaban de tuberculosis se las enviaba a curarse a edificios aislados situados en un entorno natural, llámese bosques en montañas, junto al mar, o zonas donde estaba probada la sanación de estas personas por padecer dicha enfermedad. En el caso personal del que les escribe, estas zonas se denominaban "atalayas". En Ciudad Real, tierra de "El Quijote", de donde provengo, la zona donde se enviaban a las personas se la denominaba así si bien tiene una etimología árabe que significa "torre de vigilancia" (del árabe attaláya). En zonas estratégicas y aisladas se izaban torres de vigilancia, obviamente, para "control" del enemigo en batallas del medievo e incluso anteriores. En esta zona, si bien ya no existe torre alguna de vigilancia como tal (sí que existe un parque forestal con este nombre), sigue manteniendo el nombre de atalaya, habiendo sido una zona privilegiada para la sanación de enfermos de tuberculosis por su ubicación, necesaria para vigilar en el medievo e incluso antes. Se imaginan, cuántas personas de todas las edades han pasado y sufrido esta enfermedad y cuántas han sanado. Hace décadas se pensaba que dicha sanación se lograba por el ozono del aire en altura, que era capaz de neutralizar y matar la bacteria de la tuberculosis en ambiente y al respirar, en el pulmón. Esto no encajaba bien con el hecho de que había personas que se las enviaba a zonas costeras, junto al mar, e igualmente sanaban. Tenía que haber algo en el

ambiente, de estos sitios, que permitiera la sanación. Se trataba de la ionización bipolar natural que aumentaba los iones en estos lugares privilegiados (por algo nos vamos de vacaciones a estas zonas, “porque nos sentimos bien” y no solo porque implique desconectar de nuestro día a día).

Existieron numerosas personas polímatas que investigaron el fenómeno de la ionización natural, grandes genios que lo hicieron en diversas partes del mundo y, por supuesto, no siempre simultáneamente. Por citar algunos ejemplos, William Crookes (Londres, Reino Unido), descubridor del elemento “Tallio” y creador de los tubos de rayos catódicos (tubo en el que se producían, entre otros, iones) así como descubridor del denominado cuarto estado de la materia; Nicola Tesla (de origen serbio, antiguo imperio austríaco y nacionalizado estadounidense), estaba convencido de la capacidad de transmisión de la energía eléctrica a través del aire (ionizado); Alexander L Chizhevsky, ruso de nacimiento y creador de la terapia de aeronización, es decir, propuso dar tratamiento con iones para la mejora de la salud de las personas. Estos son solo unos ejemplos si bien hay más. Lo que les estamos transmitiendo es que la ionización ha sido estudiada hace y durante décadas si bien ha sido la prestigiosa Universidad de Harvard, entre otras, la que ha hecho investigaciones más profundas acerca de los efectos de la ionización más recientemente.

Una vez presentados estos antecedentes vamos, en primer lugar, a explicar de manera sencilla y breve lo que es la ionización bipolar suave para el caso que tratamos, posteriormente iremos directamente a los mantenimientos.

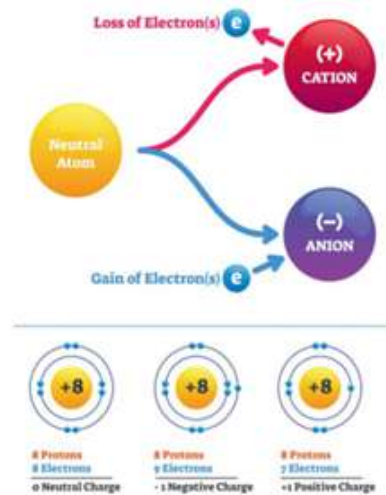
¿Qué es un ión? De manera sencilla, es una partícula (átomo o molécula) cargada eléctricamente, ya sea negativa o positivamente. Como hemos visto, este efecto se genera de manera natural y lleva existiendo desde antes que el ser humano lo fuera como tal. Su vida se puede considerar corta, es decir, dejan de ser partículas cargadas eléctricamente en intervalos de tiempo cortos, hablamos de segundos (<https://prezi.com/9ysywy-md3r6/como-se-forman-los-iones/>), aunque se generan de manera natural constantemente (mientras haya una cascada se genera ionización, por ejemplo). En realidad, lo que se produce al generarse los iones es una reacción “redox” de oxidación-reducción. El hierro con el aire es oxidado, esto es, pierde electrones generándose óxido de hierro (“es reducido y, como consecuencia, se oxida”), en cambio el oxígeno del aire los gana, es por tanto el agente oxidante, (que tiene capacidad para robar y capturar electrones para reducir a otros elementos y generar su oxidación). La ionización bipolar suave consta de un generador que libera una descarga bipolar de iones (positivos y negativos, “+ y -”) al aire, que se encuentra ligeramente en desequilibrio (se generan más iones negativos que positivos) y se inertiza en breve espacio de tiempo. En el caso que exponemos, lo que se oxida y se reduce son moléculas de Oxígeno (O₂), que dispone de 8 electrones y 8 protones.

REDOX



La reacción Redox tiene lugar en la atmósfera, generando reacciones de combinación físico-química. Los iones se sienten atraídos a las partículas, eliminando su electrostática y aglomerándolas en clústeres que son filtrados del aire por precipitación. La reacción REDOX diluye los COVs o gases nocivos en compuestos simples. En el caso de los virus o bacterias el ion reduce la capa lipídica y neutraliza el ARN del virus o la bacteria al robar el (Hidrógeno) H⁺, el patógeno queda expuesto y se inactiva su transmisión en aire y superficies.

Reacción REDOX. Cortesía Air Quality Proscan.



Proceso de generación de Iones con Oxígeno (cortesía de Air Quality Proscan).

Unas moléculas ganan electrones, (se las denominan en este caso aniones ya que se reducen, O₂⁻) y otras son las que los ceden contando en este caso con carga positiva, (catión, O₂⁺). Con lo indicado, se deja entrever que lo que se busca es la reacción de los iones con diversos componentes y microorganismos que existan en el aire, pero esto debe ocurrir de manera bastante rápida por la corta vida de este fenómeno. Se trata de un sistema activo ya que, a diferencia de los sistemas pasivos por los que el aire debe circular por puntos concretos (donde ubican los sistemas de filtración) para “lavarse y limpiarse”, el sistema activo actúa directamente en la estancia, incluso con personas en su interior, realizando el proceso de manera similar a como ocurre en la naturaleza (se trata de la “mimesis” o efecto mimético, con idénticas finalidades). Para que esto ocurra la ionización solo necesita un flujo de aire, ya sea exterior o recirculado o mezcla de ambos. Básicamente se están reproduciendo los mismos fenómenos que se dan en la naturaleza, en las cascadas de los ríos, en el mar, en las zonas de montaña con bosques, en general, en los procesos naturales. Aquí podemos hablar de la “vitamina” del aire, ya que da vitalidad, pero ¿es este el único efecto beneficioso que produce en nuestro organismo? Es importante recalcar que los procesos naturales disponen de iones positivos y negativos, no meramente

una única carga. La singularidad de esto, como veremos, radica en ocasiones en el mantenimiento de equipos e incluso, en algunos casos, en beneficios para la salud.

Se debe aclarar por qué se la denomina ionización bipolar “suave”. Este término, suave, tiene su razón de ser y es porque en la reacción redox se aporta un mínimo de energía para poder lograr que un electrón migre de una molécula de oxígeno a otra, generando con ello los iones negativos y positivos. Este mínimo de energía es el que evita que la propia molécula se descomponga y se produzcan subproductos, es decir, si se aporta una energía superior a un umbral mínimo, la molécula de oxígeno se podría descomponer y generar los mencionados subproductos, entre otros, ozono (se trata de lograr una migración “suave”, sin generación de calor, a temperatura ambiente). Cada fabricante y sistema de ionización tiene, en sus equipos, sistemas para aportar y controlar la energía que considera oportuna para lograr este objetivo (en algunos casos aproximadamente 12,06 eV). Como aclaración, en el Sistema Internacional de Unidades se utiliza el Julio en vez de electrón voltio, eV. Obviamente, depende de la calidad, componentes y electrónica de dichos equipos para lograr la migración de electrones sin que se generen subproductos que son dañinos para la salud. Depende de ustedes, señores lectores, el pedir los certificados correspondientes para poder justificar esto (obviamente realizados los ensayos en laboratorios homologados para tales actividades, a ser posible de reconocido prestigio internacional).

En la naturaleza la cantidad de iones positivos y negativos es considerable, en cambio, en las ciudades y edificios, esto cambia drásticamente:

Lo que indica la imagen previa es que en la naturaleza la ionización es notable, sin embargo, en las ciudades y en los edificios particularmente, esa vitalidad y energía del aire se pierde. Esto se debe en gran medida a la contaminación que existe en las grandes urbes y, en el caso de los edificios, a que el aire al pasar al interior es “tratado” por máquinas, es decir, cambia sus propiedades ya sea higrotérmicamente e incluso por su filtración.

Al pasar por estos equipos se busca dar “confort higrotérmico” y eliminar contaminantes dañinos que hay en el exterior en las grandes urbes en gran medida (salubridad), lo cual es en muchas ocasiones necesario e incluso obligatorio. En contraposición, también se acaba con la energía vital y natural del aire al no poder los iones atravesar ciertos componentes de estos equipos. La ventilación natural dispone de grandes ventajas en ocasiones, sin embargo, para lograr el confort higrotérmico disminuyendo



Cantidad de Iones en diversas zonas.
Cortesía Air Quality Protescan.

consumos, además de que los alérgicos y asmáticos son cada vez más, puede resultar un inconveniente. La ventilación natural para certificaciones medioambientales tales como LEED, BREEAM o VERDE, puede utilizar estrategias de enfriamiento nocturno en épocas calurosas y estivales por ejemplo, si bien suelen combinarse con UTA (Unidades de Tratamiento de Aire = climatizadores, Unidades Manejadoras de Aire para otras zonas del mundo) durante el horario diurno. La gran solución a lo planteado pasaría porque el aire exterior no estuviera contaminado. Para ello, todo el planeta, en el más sentido literal de la palabra, debería ponerse de acuerdo en lograr ese objetivo. Indicamos esto ya que el aire no conoce fronteras ni barreras y lo que pase en el otro extremo del globo, por muy lejos que pensemos que está, acabará afectándonos a nosotros igualmente en mayor o menor medida (<https://es.euronews.com/green/2023/06/28/el-humo-de-los-incendios-de-canada-llega-a-europa-afectara-a-la-calidad-del-aire>). Vayamos ahora directamente a los **mantenimientos**.

Mantenimiento para la salud de los seres vivos:

En este caso, cabe preguntarse como el sistema de ionización bipolar suave puede contribuir a nuestro mantenimiento o al de los seres vivos. Veamos ejemplos varios, para plantas y para personas si bien también existen algunos ejemplos para animales. Hace bastantes años, décadas, los sistemas de ionización se utilizaban en la industria alimentaria, principalmente en cárnicas, para el control de patógenos. Ha sido más recientemente cuando se han realizado numerosos estudios acerca de este tipo de tecnología puesto que se han mejorado muchísimo los diferentes sistemas de ionización.

Plantas: Se han hecho estudios con sistemas de ionización bipolar suave para plantas que requieren corrientes de aire para la correcta distribución de iones por un espacio cerrado. Hablamos de invernaderos, en dichos espacios tradicionalmente se cultivan plantas y se trata de optimizar su producción incluso aunque haya condiciones adversas en el exterior a estos recintos. Se ha podido comprobar cómo, al ionizar el aire, disminuyen patógenos mejorando la salud de las personas, pero, a su vez, impidiendo el crecimiento de ciertos microorganismos que pueden afectar a las plantas como es el mildiu. Como consecuencia se puede apreciar una mejora en rendimiento y producción de las plantas en el interior de estos recintos (Air Quality Protescan en LinkedIn: Caso de éxito en Plantación Cannabis + GPS Air con tecnología NPBI.pfd).

Beneficios para las Personas: Debemos hablar de diferentes beneficios que ya se ha demostrado que aporta la ionización para “nuestro mantenimiento”, para mejora y garantía de nuestra salud (incluso neutralizando olores). La ionización ha demostrado su capacidad frente a patógenos, microorganismos, citando un ejemplo, frente a la legionela. En unos 30 minutos de actuación de dicha ionización es capaz de casi neutralizarla por completo en el aire (<https://airqualityprotescan.docdroid.com/9BnaSoU/neutrali->

zacion-de-patogenos-por-npbi-testing-march-2020-pdf#page=3). En España se ha sacado un nuevo Real Decreto, en el año 2022, para las acciones a tomar frente a esta bacteria en los sistemas HVAC (y también en todos aquellos sistemas que puedan hacer pasar esta bacteria al aire, con el riesgo de que pueda ser inhalada por cualquiera de nosotros). Hablamos del Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis (<https://www.boe.es/boe/dias/2022/06/22/pdfs/BOE-A-2022-10297.pdf>). Previamente en España, entre otros países de la Unión Europea, ya había reglamentación para la prevención de la legionela en los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria para consumo humano (principalmente para estos sistemas), requiriéndose los registros de las instalaciones de mayor riesgo ante los organismos competentes (Sanidad, Industria). Igualmente se requería formación específica para personas y empresas que hicieran controles y tratamiento de legionela, e incluso, el diseño de ciertas instalaciones estaba condicionado a la prevención de la aparición de esta bacteria, los mantenimientos obviamente orientados a este fin y a su destrucción. Aquí, como hemos indicado, se englobaba también la producción de ACS (Agua Caliente Sanitaria) para el consumo humano (hablamos de agua para duchas de gimnasios y actividades similares entre otras). No hay que olvidar que para humectar en los sistemas HVAC, también estos sistemas están sujetos a controles (en general todo sistema que pueda provocar que la legionela pueda ser inhalada "al pasar al aire en modo de aerosol" que es cuando la bacteria presenta realmente un peligro potencial para la salud). Este nuevo real decreto engloba también a las instalaciones de Protección Contra Incendios, el riego, instalaciones sanitarias y terapéuticas (Spa y piscinas climatizadas entre otras) e implica un cierto endurecimiento, obliga a realizar Planes Sanitarios de Legionela (PSL) o Planes de Prevención y Control de Legionela (PPCL), para incluso instalaciones previas a la entrada en vigor de esta reglamentación. Todas estas instalaciones previas deben adaptarse a dicha reglamentación, para ello se da un plazo. A partir del año 2024 es cuando lo indicado entra en vigor para todas las instalaciones ya existentes si bien hay un apartado específico (Anexo III, 1, del mencionado Real Decreto), que entrará en vigor a partir del año 2025. Para todo lo nuevo que se diseñe y construya dicha reglamentación debe cumplirse. Obviamente, la legionela es un peligro cuando está en el aire sin embargo todo se orienta para su control, prevención y exterminio cuando se encuentra en el agua. Se olvida que con los sistemas de ionización bipolar suave la bioseguridad aumenta considerablemente al ser capaces, algunos de ellos, de eliminarla (pidan los certificados a los fabricantes a este respecto). Siguiendo lo especificado por la Ley 31/95 sobre Prevención de Riesgos Laborales, en particular en su Artículo 15 (Prevención de riesgos laborales - Seguridad y salud en el trabajo - Trabajo y jubilación - Ciudadanos - Tus derechos y obligaciones en la UE - Tu espacio europeo - Punto de Acceso General (administracion.gob.es)), se

debe anteponer la protección colectiva a la individual. Siempre tendrá prioridad una medida que proteja al colectivo de personas en vez de medidas para protección de personas individualmente. Para trabajadores de hoteles, gimnasios, oficinas, supermercados, spa, piscinas climatizadas, hospitales, centros de salud y similares, este tipo de protección colectiva, de ionización bipolar suave, sería un sistema para mejorar su seguridad, incluso por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se puede considerar un requisito obligatorio. Ni que decir tiene que, cualquier visitante de estos edificios o locales (incluso ustedes señores lectores) no están exentos de poder inhalar la bacteria por lo que la ionización bipolar suave sería un aspecto a tener en cuenta igualmente en este sentido, aportando también un mayor grado de seguridad al local o edificio al que se acceda.



Imagen "Redacción Médica" (Legionelosis: Gobierno actualiza los protocolos sanitarios (redaccionmedica.com))

Hemos tratado el tema de la legionela pero la ionización descrita es también eficaz frente a otros patógenos, por ejemplo frente a la bronquiolitis de los niños (RSV), adecuada la instalación por tanto para guarderías y colegios, o frente a la gripe y, el desgraciadamente famoso SARS-COV-2 (el "coronavirus" como habitualmente se le conoce). En España (en general en toda Europa), para las personas mayores y personas sensibles, por el riesgo que supone la gripe estacional o el coronavirus para ellos, se procede a una campaña de vacunación al llegar el otoño. Otra manera de salvaguardar la seguridad y salud de estas personas sería mediante la ionización, del mismo modo a todos los trabajadores de centros de salud y hospitales ya que están constantemente expuestos, como se dice, "el que se quema es el que juega con fuego". Obviamente los fabricantes de ionización deben acreditar que logran dichos objetivos.

Nos remitimos ahora a diversos estudios sobre la ionización. Citamos seguidamente algunos de estos beneficios y les facilitamos unos enlaces para que puedan acceder para mejorar dicha información:

- Mejora cognitiva y aumento del rendimiento (lones negativos en el aire y sus efectos en la salud humana y la mejora de la calidad del aire - PubMed (nih.gov)).

- Aumento de la concentración y de la productividad (Exposición a iones de aire en ambientes interiores: estudio experimental con adultos sanos - PubMed (nih.gov)).
- Mejora del estado anímico y fortalecimiento del sistema inmunológico (efectos terapéuticos de la ionización del aire destinados al turismo de salud - Air Quality Prorescan).
- Mejora de la actividad deportiva y mejora del sueño (El efecto estimulante de los iones negativos del aire y el peróxido de hidrógeno sobre la actividad de la superóxido dismutasa - PubMed (nih.gov) // Una investigación de los efectos de los iones de aire negativos en las respuestas al ejercicio submáximo en diferentes momentos del día - PubMed (nih.gov)).

Una gran parte de la actividad científica se centra en el estudio de la ionización negativa, iones negativos, sin embargo, esta ionización no imita a la naturaleza en su totalidad y puede presentar algunas limitaciones (recordemos en todo caso que la ionización bipolar suave genera más iones negativos que positivos). Cabría preguntarse, si un equipo genera iones tan solo negativos, ¿qué es lo que hace con los positivos? ¿genera ozono u otros subproductos? ¿tienen capacidad para generar tantos iones como los equipos de ionización bipolar suave?

Para entender un poco mejor esto nos vamos a centrar en una patología generalmente no muy conocida, cuyo origen se debe en gran medida a la carga electrostática (entre otros factores). Se trata de una consecuencia más propia de edificios enfermos, aunque debido a la, en muchas ocasiones, invisibilidad que sufren las personas que la padecen y que a nadie le gusta airear sus problemas, es bastante desconocida. Hablamos de la lipoatrofia semicircular, que afecta principalmente a mujeres que desarrollan su actividad laboral en edificios de uso terciario, uso administrativo, donde las mesas y sillas disponen de componentes metálicos, puede haber moquetas en algunas zonas y elevada concentración de equipos electrónicos u eléctricos tipo ordenadores. Adicionalmente, para que esa lipoatrofia aparezca, pueden existir causas personales, propias de cada individuo, que favorecen que esto pueda ocurrir, entre otros factores.

La lipoatrofia es una deformación, una atrofia, que se sufre en el tejido adiposo, es decir, grasa subcutánea, principalmente en zonas de piernas, glúteos e incluso en la zona abdominal. Aparecen depresiones en estas zonas del cuerpo que sí que son visibles. Dicha lipoatrofia NO es permanente y desaparece una vez que desaparecen las causas que la originan, esto es, permanecer fuera del edificio o zona concreta un determinado tiempo (variable en función de cada caso si bien puede ser un tiempo considerable, de 6 a 12 meses). Existen otras soluciones, obviamente cambiar el mobiliario o poner a tierra todos los componentes metálicos e incluso mejorar la humectación (la humedad relativa ambiente).



Imagen lipoatrofia semicircular (INSST: Calidad del Ambiente Interior en el trabajo (insst.es)).

Esto implica un gasto considerable, además, países de la cuenca mediterránea tienen un problema grave adicional de falta de agua por lo que no parecen las mejores soluciones (España entre ellos). Debemos recordar el artículo 15 mencionado de la ley de prevención de riesgos laborales, anteponer la protección colectiva a la individual por lo que lo correcto es adoptar medidas que puedan proteger al colectivo de personas dentro de un edificio, que no supongan un gran gasto y, a ser posible, minimicen el uso del agua. Para ello, para minimizar los riesgos de carga electrostática, el propio Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (España), recomienda como una de las medidas preventivas el empleo de la ionización en el aire (Riesgos debidos a la electricidad estática (insst.es)). Ahora bien, la carga electrostática puede ser generada por acumulación de carga positiva o por carga negativa. Tener ionización de una única polaridad podría solucionar el problema siempre y cuando la carga electrostática fuera del polo opuesto, es decir, carga positiva, lo cual no resulta siempre fácil de determinar. Hay que pensar que incluso si no hay carga electrostática, ionizar con tan solo una polaridad lo que puede generar es precisamente cierta acumulación de carga electrostática en algunos objetos, lo cual no es aconsejable. Hay que hablar del "Efecto Triboeléctrico" por el cual se generan cargas electrostáticas (por fricción), siendo unos materiales más propensos a quedarse con acumulación de carga positiva y otros con carga negativa (dependiendo de la rugosidad del material, temperatura y humedad ambiente, así como otras características). La electricidad electrostática igualmente puede producirse por inducción, es decir, un objeto puede quedarse cargado eléctricamente por tener cargas eléctricas cercanas y de diversa potencia. La ionización bipolar suave, al generar siempre ambas polaridades (iones negativos y positivos), es capaz de neutralizar cualquier tipo de carga electrostática.



Mantenimiento de los equipos de ionización.

Aquí vamos a ser breves, cada fabricante debe indicar los mantenimientos que deben realizarse a sus equipos, por lo general meramente la limpieza de las puntas de aguja (depende, como hemos indicado, de cada fabricante ya que no es lo mismo disponer de, por ejemplo, tungsteno para generar la ionización que carbono-grafito). Existen en el mercado ya equipos que son auto-limpiantes por lo que los mantenimientos son inexistentes, a lo sumo, medir iones, que se podría hacer esta actividad una vez al año para saber que funcionan correctamente. En cualquier caso, un dato claro de que los sistemas de ionización están funcionando correctamente es que la calidad del aire se mantiene en unos estándares concretos. Para lograr este objetivo es aconsejable o medir (ya sea por empresas especializadas o con equipos) o disponer de medidores de calidad del aire de manera permanente que dispongan de reconocido prestigio (especialmente si han sido validados frente a certificaciones medioambientales varias, tipo RESET, LEED, WELL o similares). Estas certificaciones medioambientales, al tener exigencias de calidad del aire altas, el que las mismas "habiliten ciertos productos como aptos conforme a sus certificaciones", garantiza que son medidores de alta calidad y fiabilidad.

Equipo Ionización Bipolar Suave. Lo marcado son las puntas de aguja y hélice para auto-limpieza (hélice giratoria con funcionamiento similar a un limpiaparabrisas). El equipo puede funcionar de manera autónoma y sin mantenimiento externo. Se ancla mediante imanes o tornillos para una instalación rápida y sencilla. La hélice, de manera periódica, cada varios días, gira y sacude el polvo de las puntas de aguja. El consumo eléctrico es mínimo, de 5 a 8 W, dependiendo de si funcionan las hélices o no.



Equipo GPS (Global Plasma Solutions)

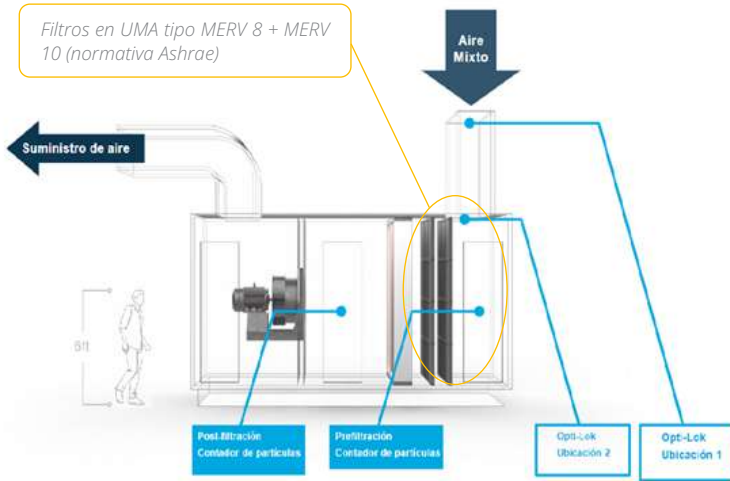
Mantenimiento de Sistemas HVAC (incluso equipos eléctricos o electrónicos de los edificios).

Comencemos precisamente por el último caso, equipos eléctricos o electrónicos. Actualmente se están realizando numerosos proyectos de salas CPD (Centros de Procesos de Datos), en diversas partes del mundo. Crecen las tecnologías y se requieren más

medios para acumulación y protección de todos los datos que se generan. Está demostrado que en estas salas CPD la humedad ambiente tiene una gran importancia ya que tener un exceso de humedad generará condensaciones, efectos de oxidación y corto circuitos sobre los diferentes componentes electrónicos. El caso opuesto, tener baja humedad ambiente, lo que propiciará será la creación de carga electrostática en los mencionados componentes electrónicos, lo cual puede ocasionar el deterioro de los mismos más rápidamente e incluso su rotura (content (uis.edu.co)). Se puede actuar de manera similar al caso de la lipoatrofia semicircular, aportando ionización bipolar suave para garantizar una mayor longevidad de los equipos electrónicos al anular la carga electrostática, disminuyendo con ello los mantenimientos (menor rotura de equipos electrónicos), y la humedad relativa deja de ser tan determinante, por lo que se pueden producir grandes ahorros en agua (de especial importancia en zonas y países donde el agua sea un bien escaso, España entre otros). Obviamente, el tener controlada la carga electrostática en cualquier edificio o recinto contribuirá a que los componentes electrónicos que puedan existir prolonguen su vida útil (la electrónica la tenemos incorporada a nuestras vidas, teléfonos (celulares), ordenadores (computadoras), electrodomésticos de todo tipo, impresoras, domótica y sistemas de gestión tipo BMS, sistemas de alarma y protección contra incendios e incluso los automóviles (carros), barcos en gran medida, aviones, trenes, se puede decir que todos disponen ya de electrónica avanzada en mayor o menor grado, ni que decir tiene en actividades industriales e incluso en actividades ganaderas, pesqueras o agrícolas).

Respecto a los sistemas HVAC. Aquí tenemos que diferenciar ya que la normativa de EEUU, Ashrae, es diferente a la Europea. El Ashrae 62.1 permite la recirculación de un 75% del aire interior siendo tan solo un 25% aire exterior el introducido y sacado de los edificios, generando con ello un ahorro energético y económico importante. En España, en terciario, en función del aire que se expulse al exterior en el sistema de ventilación (mayor a 0,28 m³/s, 1008 m³/h), será obligatoria una "recuperación de calor" según RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios). Por la directiva ErP, Directiva de Eco-Diseño, la eficiencia de recuperación de energía (se la denomina recuperación de calor por lo general), debe ser al menos de un 73%, en energía sensible (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1253&from=EN>). Esto presenta una gran diferencia puesto que prácticamente todas las UTA (Unidades de Tratamiento de Aire) que se ubiquen en España (en la totalidad de la Unión Europea), deben disponer de elemento de recuperación energética obligatoriamente mientras que en EEUU este requisito no tiene por qué cumplirse.

Lo que se muestra en la imagen previa es un caso real. Se busca comprobar la mejora del sistema de filtración del aire de mezcla (aire exterior + recirculado) gracias a la instalación de ionización

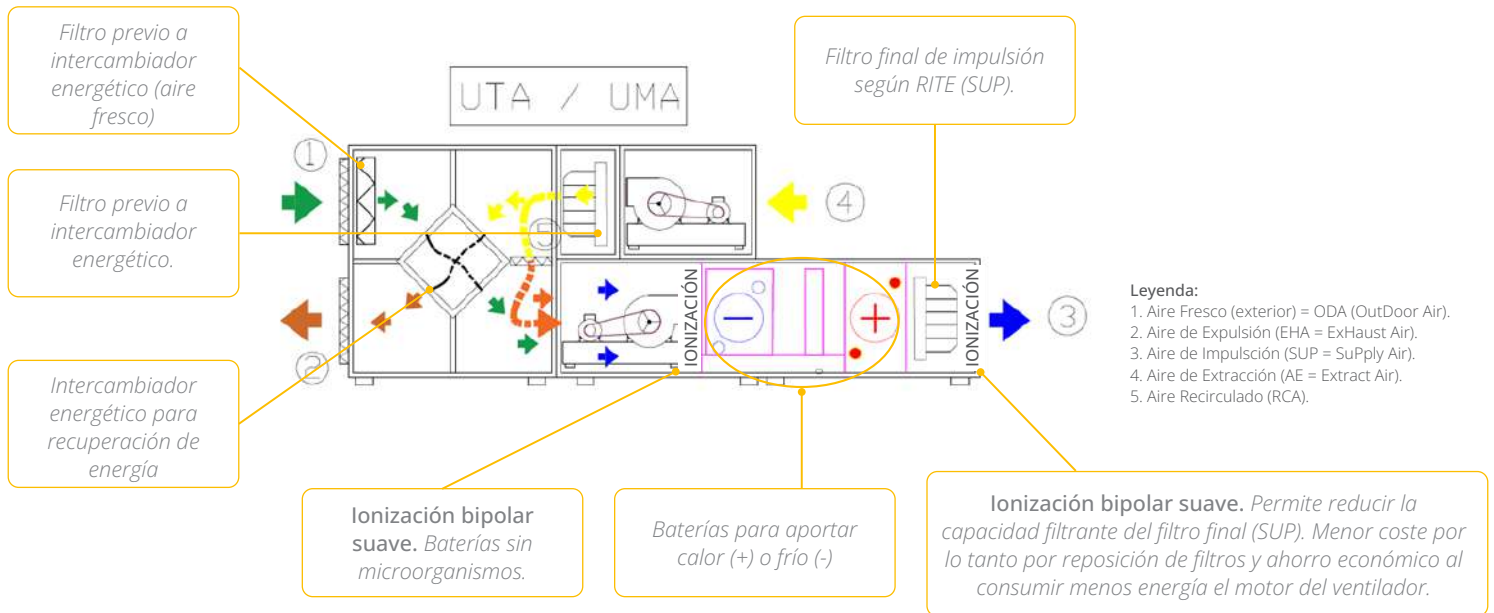


bipolar suave previa a la entrada al equipo HVAC de este aire de mezcla. En este caso se trata de filtros ubicados en una Unidad Manejadora de Aire (UMA), que se rige con normativa Ashrae. Se llega incluso a demostrar que con determinados filtros y con la ionización bipolar suave se podrían instalar filtros de menor eficacia a filtros trabajando por sí solos (generando con ello un menor gasto de mantenimiento). Los filtros de la UMA se encuentran marcados en la imagen para facilitar la comprensión de lo que les vamos a exponer. Por otro lado, lo indicado como post-filtración y prefiltración son sistemas empleados para el control de partículas, para verificar la entrada de partículas del aire de mezcla tanto antes como después de haber pasado por los filtros de la UMA. Lo que se hizo en esta prueba fue, inicialmente, instalar ionización bipolar suave en dos posiciones diferentes, posición 1 y posición 2. En la posición 2 el sistema de ionización se encontraba cerca de la entrada del aire de mezcla a la UMA propiamente dicha mientras que en la posición 1 esta distancia aumentaba a una longitud superior a 1,60 m de dicha entrada. Los resultados pueden verse en la tabla inferior para partículas de $0,3\mu\text{m}$. Se puede observar cómo, con los filtros actuando sin ionización, la retención de partículas es una concreta, es la segunda columna. La tercera columna representa la retención de partículas de los filtros con la ionización para las posiciones 1 y 2, pudiéndose observar el aumento del rendimiento de la capacidad de retención de los filtros con la ionización frente a los filtros sin ionización en ambas posiciones (1 y 2), en la columna cuatro. Cabe destacarse, adicionalmente, que en la posición 1 se instala un equipo de ionización menos que en la posición 2, siendo, por lo tanto, la opción que mejores resultados ofrece.

En España, se prevé un cambio en el RITE para aplicación de nuevas formas de ventilación conforme a varias Normas UNE. Actualmente los climatizadores se seleccionan en muchos casos como todo aire exterior, es decir, sin recirculación de aire, aunque las normas que se prevén entren en vigor, UNE EN 16798 partes 1 y 3, por un lado, van a requerir como una de las opciones para ventilar más aire de impulsión (SUP, para uso administrativo o similares donde el caudal por persona pasará a 14 l/s siendo actualmente 12,5 l/s) y por otro permiten la recirculación del aire. También se olvida que el RITE forma parte del Código Técnico de la Edificación (CTE), en particular es el CTE DB HE2 (Condiciones de las Instalaciones Térmicas) y como tal, pueden plantearse soluciones alternativas a las planteadas por el propio CTE siempre que... "el proyectista o el director de obra pueden, bajo su responsabilidad y previa conformidad del promotor, adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que el edificio proyectado cumple las exigencias básicas del CTE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a los que se obtendrían por la aplicación de los DB" (Parte I del CTE, Capítulo 2, Artículo 5, Apartado 5.1., Punto 3, Subapartado b). Estas nuevas normas implican considerar, por un lado, los contaminantes emitidos por los usuarios, por el otro, los contaminantes emitidos por el edificio (además de tenerse que considerar igualmente la calidad del aire exterior). Si se quisiera plantear, actualmente, una opción equivalente a la exigida por RITE para ventilación, se podría aplicar la Norma Ashrae 62.1. Se podría plantear la recirculación del aire de ventilación con incluso la disminución del aire exterior siempre que el Aire de Extracción fuera un AE1, es decir, proveniente de oficinas, aulas y zonas con baja contaminación y siempre que, a este aire AE1 le fueran neutralizados sus contaminantes (partículas, patógenos, olores, COVs, etc), para lo cual, tanto aire exterior como aire recirculado deberían ser filtrados para lograr este fin (se puede considerar la revitalización del aire con ionización para lograr este objetivo). Esto conllevaría importantes ahorros energéticos, por lo tanto, económicos de toda la instalación, y de coste de instalaciones (equipos para climatización del edificio de menor tamaño que consumirían menos energía, conductos de aire exterior igualmente de menor tamaño y más fáciles de instalar, especialmente en edificios y zonas protegidas dentro del casco histórico de muchas ciudades de toda la geografía nacional).

Prueba del sistema de filtro de aire GPS (Filtros / Opti-Lok Compatible MERV 8 y MERV 10)			
Configuración de prueba (Ubicación, # de unidades, tamaño del contenedor)	Línea de base (% de eliminación)	Opti-Lok ON (% de eliminación)	Aumento del rendimiento
Loc 1 > 5ft del filtro, 3 Unidades, 0,3 μm	40	73	82.5 %
Loc 2 < 5ft del filtro, 4 Unidades, 0,3 μm	39	72	84.6 %

Imagen cortesía Air Quality Proscan (HOFFMAN + GPS AIR + OPTI LOK MEJORA LOS FILTROS.pdf | DocDroid)



Finalmente les mostramos el dibujo y diseño de una UTA (de elaboración propia), en la que sí que se ha considerado recirculación de aire, con diversos componentes y una leyenda para facilitar su comprensión. Es importante recalcar que, en instalaciones existentes (incluso para nuevas a ejecutar), se puede instalar ionización bipolar suave, por un lado, para mantener las baterías de las UTA libres de cualquier tipo de patógeno (ideal para certificaciones medioambientales), por otro lado, en la salida de impulsión de la UTA. Lo que es **IMPORTANTE** para el caso de la instalación de la ionización en la salida de la UTA es que: a) Se puede ahorrar en consumibles, mantenimiento, al poder reducir la eficacia del filtro final ya que se mejora la calidad del aire interior con la ionización (para verificar esto se aconseja instalar medidores de calidad del aire en zona respiratoria en ambiente que corroboren lo indicado e incluso si se desea, que sea testeado por un tercero independiente, un laboratorio especializado por ejemplo); b) Al ubicar un filtro final de menor capacidad de filtración, el consumo del motor de ventilador de aire de impulsión (SUP), disminuye, se genera un ahorro energético y económico por lo tanto más que considerable (especialmente en UTA de gran tamaño).

NOTAS:

El IDA sería el aire interior del recinto o local que se encuentra en unas condiciones diferentes al Aire de Impulsión (SUP) ya sea termohigrométricamente y/o ya sea en contaminantes. Aunque existe diferencia, el Aire de Impulsión (SUP) se mezcla con el aire interior convirtiéndose en el IDA. El Aire Reciclado (RCA) en España solo se puede emplear si el AE proviene de oficinas, aulas o similares, sin grandes contaminantes. Se debe tratar para, entre otros, eliminar dichos contaminantes (patógenos, olores, COVs, etc.).

UTA: Unidad de Tratamiento de Aire (UMA: Unidad Manejadora de Aire).



Equipo Prosecan: Laudelino Sánchez, José Manuel Álvarez Quiroga y Alberto de la Torre Mayado.

Bibliografía:

Agencia Europea de Medio Ambiente (índices de calidad del aire): <https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>.

Directiva ErP de Eco-Diseño, Año 2009 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:es:PDF>.

Directiva ErP de Eco-Diseño, año 2014 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1253&from=EN>.

Versión consolidada del RITE del año 2021. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-15820> Código Técnico de la Edificación, Documentos Básicos HE2 (Condiciones de las Instalaciones Térmicas. (<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DccHE.pdf>) y Parte I (https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/Parte1/Parte_1_version_modificaciones.pdf).

Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis (<https://www.boe.es/boe/dias/2022/06/22/pdfs/BOE-A-2022-10297.pdf>).

Ley 31/95 sobre Prevención de Riesgos Laborales, versión consolidada, varios artículos, entre ellos el Artículo 15 (<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>).

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: "Calidad del Ambiente Interior en el Trabajo Año 2022" <https://www.insst.es/el-instituto-al-dia/calidad-del-ambiente-interior-en-el-trabajo-ano-2022>.

"Riesgos debidos a la electricidad estática Año 2015" <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnico/riesgos-debidos-a-la-electricidad-estatica-2015>.

Universidad de Sonora, México, Efecto Triboeléctrico: <https://www.tochtil.fisica.uson.mx/electro/triboelectrica.htm>.

Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, especialización en Ingeniería de Refrigeración y Climatización, Bucaramanga 2019 (Salas CPD, riesgos por humedad y carga electrostática): <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/b61885f2-0e3c-4fca-8150-06d92982e911/content>.

Air Quality Prosecan:
Informe densidad de iones en el Niágara (David Shurk): <https://airqualityprosecan.docdroid.com/87mj56H/informe-densidad-iones-niagara-david-shurk-pdf>.

Espacios saludables (<https://www.airqualityprosecan.com/healthybuilding>).

Espacios seguros (<https://www.airqualityprosecan.com/safetybuilding>).

Espacios verdes (<https://www.airqualityprosecan.com/greenbuilding>).

Documentación tecnológica y científica (<https://www.airqualityprosecan.com/documentos>).

Global Plasma Solutions (GPS), artículos, productos, certificaciones propias y de terceros: (<https://gpsair.com/>).

Euronews, "El humo de los incendios de Canadá llega a Europa" (<https://es.euronews.com/green/2023/06/28/el-humo-de-los-incendios-de-canada-llega-a-europa-afectara-a-la-calidad-del-aire>)

Redacción Médica "La autoridad sanitaria podrá clausurar empresas con brotes de legionelosis": <https://www.redaccionmedica.com/secciones/ministerio-sanidad/la-autoridad-sanitaria-podra-clausurar-empresas-con-brotes-de-legionelosis-8612>.

Tecnología y eficiencia: El camino hacia la industria inteligente

Autor: CTN Global 

La **Industria Inteligente** es una realidad, el uso de los ERPs y la revolución digital están evolucionando a una velocidad sin precedentes, en casi todas las empresas se miden prácticamente todos los procesos productivos y de gestión de activos empresariales, para ello se utilizan sistemas que permiten administrar los activos con un nivel de detalle extraordinario.

Una excelente gestión de activos empresariales nos lleva al reto del manejo e interpretación de los datos obtenidos para convertirlos en información útil, que nos permitan controlar el manejo de los activos. Existe un gran número de referencias al respecto, como por ejemplo: las Normas Internacionales de intercambio de datos de mantenimiento y confiabilidad, los manuales de confiabilidad de las empresas y las tendencias de mantenimiento que conseguimos con facilidad en cualquier parte del mundo.

De alguna manera sabemos qué se debe medir y hasta conocemos las fórmulas de cálculo, pero no todos tenemos la capacidad de medir esos datos, bien sea porque su ERP es complejo o porque simplemente no sabe qué hacer con los datos, luego que los obtiene con listas de exportación de cualquier sistema.

Entonces el analista de procesos se hace experto en la medida de datos y puede tardar más de la mitad de su tiempo útil realizando esta labor, organizando y normalizando datos para poder presentar indicadores de gestión, lo cual además de tiempo le somete a un esfuerzo innecesario en los tiempos que vivimos.

En esta era digital, donde la automatización de procesos es la clave del éxito, seguramente se ha familiarizado con **Inteligencia de Negocios (BI)**, **Advance Analytics (AA)** y **los Dashboards Inteligentes**, estas tres herramientas pueden ser la clave del éxito, para que todo el esfuerzo que se lleva a cabo para la gestión de activos se convierta en indicadores claves de desempeño, esto nos permitirá obtener alertas tempranas y poder convertir las variables determinísticas en probabilísticas, que le ayudarán a predecir en el futuro del comportamiento de sus activos empresariales.

Anticiparse a la necesidad le otorgará una ventaja competitiva que seguramente todos sus competidores están buscando, pero esta habilidad está al alcance de pocos. En resumen, una vez tengamos establecido el contexto operacional, el sistema de gestión y los procedimientos de trabajo, entonces debemos abogar por el uso de los datos resultantes para que se conviertan en información.

Adicionalmente a los tableros inteligentes y las nuevas tecnologías están aportando instrumentos para tener portabilidad y movilidad de datos, convertir las lecturas de los sensores de procesos en documentos de medición de los ERPs, determinar especificaciones técnicas con una simple fotografía, gracias a la IA, el gobierno de datos y una larga lista de oportunidades que podemos aprovechar para beneficio de nuestras organizaciones.

La reducción de costos y el aumento de la eficiencia siempre serán los indicadores más observados en la mayoría de los negocios, para lograrlo podemos apuntar al desarrollo de la industria inteligente dentro de nuestras organizaciones, la clave está en empezar y tener un camino claro, que nos permita trazar un plan estratégico que use la tecnología para su beneficio.

En una era de industria inteligente, la gestión de activos empresariales es crucial para el desarrollo de las operaciones. Con la revolución digital en auge, sabemos que medir y controlar cada aspecto es esencial para el éxito y CTN Global es su aliado estratégico para descubrir cómo llevar su empresa al siguiente nivel con soluciones de Gestión de Activos empresariales inteligentes.



Nombrado líder en el mercado de software industrial EAM 2022

Software de Gestión de Activos líder en la industria para extender el ciclo de vida de los activos y mejorar la productividad.

Con HxGN EAM mantenga, controle y optimice la gestión empresarial de sus activos. Aumente el tiempo productivo, reduzca costos y transforme su organización.

01



Gestión de Rendimiento de Activos (APM)

Ejecute el mantenimiento centrado en confiabilidad y basado en las evidencias

02



Digitalización de Mantenimiento

Obtenga información sobre las necesidades operativas y el estado de los activos mediante la visualización en 2D y 3D



HEXAGON

Gestión Móvil de Activos

Documente el mantenimiento desde el terreno de ejecución (reduzca clics y ahorre papel)



03

Seguridad y Sostenibilidad de Activos

Cumplimiento de los procesos diseñados específicamente, (seguridad y calidad de los activos) ejecución y control del trabajo



04

OPTIMIZANDO LAS FINANZAS DE TU EMPRESA



Autor:
María Teresa Romero

Ingeniero Senior de Confiabilidad.

Optimizando las finanzas de tu empresa a través de estrategias de confiabilidad.

La implementación de la Ingeniería de Confiabilidad en cualquier organización a lo largo de los años ha demostrado los beneficios que se pueden obtener por la mejora en los tiempos operativos y disponibilidad en un sistema de producción, lo que a su vez se traduce en beneficios financieros para la organización.

Durante el ciclo de vida de un activo en sus diferentes etapas, desde el diseño, pasando por su etapa de operación y mantenimiento hasta su desincorporación, existen diversas estrategias de confiabilidad que se pueden aplicar con la finalidad de optimizar la disponibilidad del activo, disminuir los tiempos fuera de servicio, y maximizar su vida útil. En la mayoría de las industrias las acciones actualmente se aplican principalmente en las etapas de operación, mantenimiento y desincorporación de los activos. Obviamente, lo ideal es aplicarlas desde la etapa de diseño como; por ejemplo, el análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad o Análisis RAM por sus siglas en inglés, que permite predecir el desempeño del equipo, y por ende diseñar estrategias de operación y mantenimiento que optimicen su ciclo de vida, así como tomar decisiones de rediseños antes de su operación, si aplica; lo que resultará en la obtención de la mejora en el costo de propiedad de los activos. Sin embargo, en la mayoría de las industrias aún no existe la implementación de estos tipos de análisis; como consecuencia, las acciones actualmente se aplican mayormente en las etapas de operación, mantenimiento y desincorporación de los activos.

Con base en esto, el presente artículo presenta varios casos de aplicación de estrategias de confiabilidad implementadas en la etapa de operación y mantenimiento, con la finalidad de optimizar los tiempos de operación y disponibilidad de los activos en su ciclo de vida útil; así como establecer los beneficios tangibles de dichas estrategias para la mejora del costo de propiedad de los activos.

Análisis Económico del Ciclo de Vida de los Activos.

El Análisis Económico del Ciclo de Vida de los Activos o LCC, por sus siglas en inglés (Life Cycle Cost) es una metodología cuyo objetivo es determinar o realizar una predicción con menor incertidumbre acerca de los flujos de caja (ingresos y egresos totales) de un activo a lo largo de su vida útil, desde su concepción y diseño hasta su disposición final.

Uno de los objetivos de este análisis consiste en realizar la selección de la estrategia con la mejor relación costo -efectiva de diseño, confiabilidad, operación, mantenimiento, entre otras; de una serie de opciones de modo que se obtenga el más bajo costo de propiedad del activo a largo plazo. Una de las maneras más efectivas de realizarlo consiste en analizar los costos del ciclo de vida del activo; así, la idea es realizar un diagrama de flujo de caja proyectado en las diferentes etapas de vida del activo.

La Ingeniería de Confiabilidad tiene entre sus funciones principales analizar y apalancar las estrategias que, aplicadas a lo largo de la vida útil del activo nos permitan optimizar los tiempos operativos, disminuir los tiempos fuera de servicio y aumentar la disponibilidad de un sistema productivo. De esta manera, por ejemplo, en las etapas de diseño, nos apoyamos en el Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (Análisis RAM) para predecir el comportamiento de fallas y reparaciones del activo y, como consecuencia, diseñar estrategias



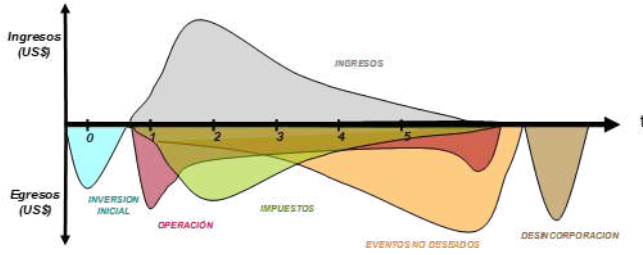


Figura 1. Diagrama de Flujo de Caja Proyectado.¹

de operación y mantenimiento eficaces que mejoren su disponibilidad; incluso en algunos casos, podemos llegar a rediseñar el activo o la configuración de un sistema antes de su construcción final y puesta en marcha. Sin embargo; aún en la mayoría de las organizaciones la confiabilidad desde el diseño es un área por explorar o muy poco desarrollada, por lo que principalmente se aplican estrategias de mejora de la disponibilidad en las etapas de operación y mantenimiento del activo. En los subsiguientes puntos se presentan diversos casos de estudio de estrategias aplicadas en estas etapas y como se midieron los beneficios obtenidos desde la óptica de las evaluaciones económicas.

1. Evaluación económica de un portafolio de proyectos.
Caso de aplicación: Programa de Mantenimiento Predictivo.

Cuando nos topamos con el tema de evaluar económicamente la implementación de varios proyectos que requerimos implementar en nuestra organización o, en su defecto, seleccionar el que más nos convenga en el horizonte económico a considerar; el primer paso que debemos realizar es escoger el indicador financiero mediante el cual se hará la evaluación, de tal manera que podamos establecer el beneficio obtenido, tomando en cuenta las mejoras del sistema productivos y el incremento del costo de propiedad de los activos. Resaltando que los proyectos que ya pasan a esta etapa de evaluación económica han sido previamente considerados por su necesidad técnica y evaluados desde la factibilidad de aplicación y beneficios técnicos a obtener.

En el caso de aplicación acá presentado, se seleccionó el indicador Valor Presente Neto (VPN) para realizar la evaluación; el cual, a través de la estimación de los flujos de caja en el horizonte económico establecido (ingresos y egresos), los costos de inversión inicial o CAPEX como mayormente se les conoce, y la tasa de descuento aplicada; nos permite determinar, con el valor del dinero de hoy, la rentabilidad del proyecto. En la figura 2 se detalla el modelo de evaluación del VPN de un proyecto.

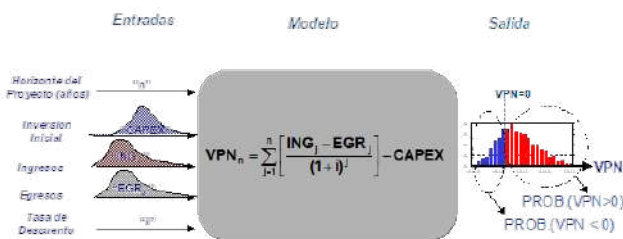


Figura 2. Valor Presente Neto probabilístico.¹

De esta manera, para comparar varias opciones de inversión utilizamos el método conocido como Matriz de Jerarquización de Portafolio de Proyectos, el cual a través de la comparación del indicador VPN obtenido para cada uno de los proyectos del portafolio, permite visualizar la rentabilidad y el factor de riesgo de cada proyecto, como se observa en la Figura 3.

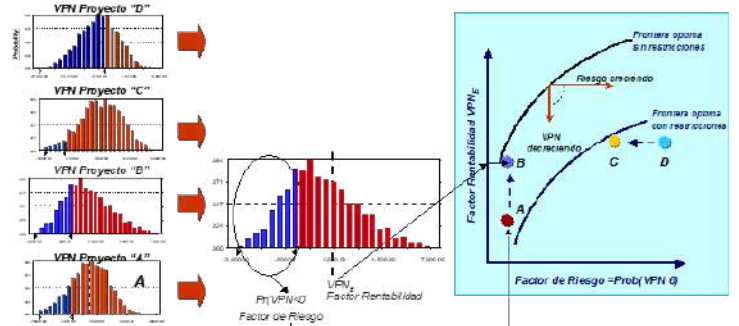


Figura 3. Matriz de jerarquización de portafolio de proyectos.¹

A partir de estos indicadores, el caso de aplicación consiste en seleccionar el Programa de Mantenimiento Basado en Condición más rentable para una organización con más de 15 unidades operativas, en las cuales actualmente se tenían operando 3 esquemas diferentes, a saber:

- **Esquema externo completo:** contrato con un proveedor externo el cual realiza las tomas de datos para análisis de vibraciones y termografías, posteriormente con personal de su empresa analiza los resultados y emiten informe de recomendaciones según las alertas encontradas. Escenario 1. Implementar este servicio del proveedor externo en todas las unidades operativas. Costo: pago anual del servicio que incluye equipos y personal entrenado por parte del proveedor. Solo se realiza análisis a los equipos más críticos.
- **Esquema externo para análisis:** contrato con un proveedor externo para realizar los análisis de vibraciones y termografías. Personal interno de la organización realiza toma de datos de vibraciones y termografías, se envían al proveedor quien realiza análisis y emite recomendaciones. **Escenario 2.** Implementar este servicio en todas las unidades operativas. **Costos:** Pago anual del servicio para análisis por parte del proveedor, inversión en equipos y adiestramiento del personal propio de la organización para toma de datos. Solo se realiza análisis a los equipos más críticos.
- **Esquema interno:** personal interno realiza los análisis de vibraciones, termografías y ultrasonido; desde la toma de datos hasta la emisión de los informes de recomendaciones de acciones a ejecutar. Escenario 3. Implementar este servicio en todas las unidades operativas. Costo: Inversión en equipos y adiestramiento del personal propio de la organización para toma de datos y análisis, mano de



obra interna a incorporar (personal de mantenimiento predictivo). Se realiza análisis a los equipos que ameritan el servicio.

Una vez determinados los 3 esquemas, se procede al análisis de los escenarios planteados tomando en cuenta un horizonte económico de 5 años, utilizando para ello el VPN como indicador financiero. En la Tabla 1 se muestran las medias del Valor Presente Neto (factor de rentabilidad) para cada escenario evaluado por año, dado que el factor de riesgo del proyecto es el mismo para los 3 escenarios.

	Esquema Externo Análisis	Esquema Externo Completo	Esquema Interno
Año 0	184,512.11		182,933.16
Año 1	180,000.00	528,928.95	117,900.71
Año 2	180,000.00	528,928.95	117,900.71
Año 3	180,000.00	528,928.95	117,900.71
Año 4	180,000.00	528,928.95	117,900.71
Año 5	180,000.00	528,928.95	117,900.71
VPN	787,900.03	1,773,051.87	578,154.63

Tabla 1. Comparativa de escenarios mantenimiento predictivo.

Tomando en cuenta que en este caso de aplicación los ingresos son iguales en cada escenario, se refiere a un Análisis de Costo de Ciclo de Vida, por ende, la opción más rentable es aquella que implique un costo menor. Como se puede observar en la Tabla 1, el Escenario 3 de Esquema Interno resulta más rentable en el horizonte de 5 años; tomando en cuenta además que con personal propio se cubre mayor cantidad de equipos evaluados y analizados, además permite contar con la presencia del personal regular ante la necesidad de una medición de emergencia en un equipo.

Finalmente, para asegurar la rentabilidad del programa, se midió la reducción de fallas que se podían evitar por un adecuado monitoreo de condición y aplicación de acciones preventivas en tiempo y forma, como consecuencia de los análisis realizados; a través de la aplicación del Índice Riesgo-Beneficio como se detalla a continuación.

2. Índice Riesgo-Beneficio. Casos de aplicación en operaciones y mantenimiento.

En líneas generales cuando aplicamos una estrategia de mejora, en este caso para la Optimización de la Confiabilidad y Disponibilidad de los activos a través de un Programa de Mantenimiento Basado en Condición, utilizamos el Índice Riesgo-Beneficio para medir el riesgo residual, y como consecuencia el beneficio económico obtenido por la aplicación de la estrategia.

Recordando que **Riesgo = Probabilidad x Consecuencia**, al aplicar la estrategia de mejora de confiabilidad podemos tener dos escenarios: disminuir la probabilidad de ocurrencia del evento no deseado o falla, o en su defecto, disminuir la consecuencia.

Así, el IRB (Índice Riesgo Beneficio, busca medir la disminución de riesgo obtenida, tal como se observa en la Figura 4.

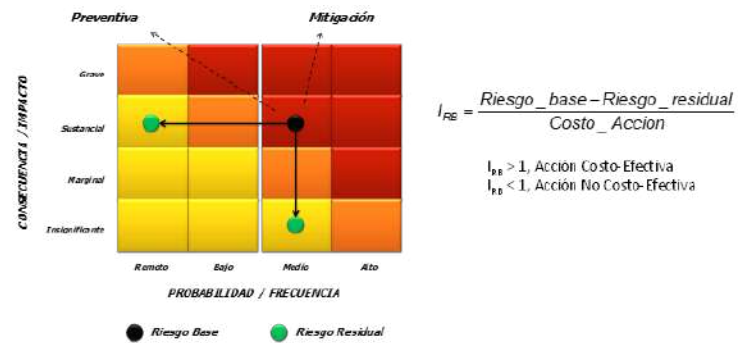


Figura 4. Índice Riesgo-Beneficio.¹

Dependiendo de la naturaleza del evento, en líneas generales podríamos decir que en la mayoría de los casos es más rentable y técnicamente conveniente realizar acciones en busca de la disminución de la probabilidad de ocurrencia de las fallas, en otras palabras, aumentar el Tiempo Promedio para la Falla (TPPF) de los equipos. Con base en esto a continuación se presentan 3 casos de aplicación:

2.1. Aplicación de un programa de mantenimiento basado en condición.

Como se mencionó en el punto 1, se seleccionó un programa de mantenimiento basado en condición unificado para más de 15 unidades operativas, con personal interno que permite realizar mantenimiento basado en condición mediante análisis de vibraciones, termografías y ultrasonido a todos los equipos que se consideraban requerían este análisis con base en la norma ISO 17359.

De esta manera, se evaluó la implementación de dicho programa, a través de la identificación de las fallas que se podían evitar a través de dichas técnicas de monitoreo de condición, y su reducción en los próximos años, obteniéndose los siguientes resultados:

- Disminución de fallas que se evitan con técnicas de monitoreo de condición (vibraciones, termografía y ultrasonido) **Primer año 22 fallas → Segundo año 8 fallas.**
- Incremento TPPF: **Primer año 13% → Segundo año 4%.**
- Ahorros proyectados por la no ocurrencia de las fallas **Primer año 37 MUSD → Segundo año 285 MUSD.**

Adicionalmente a este Programa de Monitoreo de Condición, se aplicó un Programa de Excelencia en Lubricación, que redujo la cantidad de fallas ocurridas por falta de lubricación o malas prácticas de lubricación, a través de adiestramientos, certificaciones de personal, compra de aditamentos; optimización de almacenes de lubricantes en cuanto a tipos de contenedores, limpieza, uso y administración de lubricantes; instalación de dispositivos de filtros desecantes, mirillas, columnas de niveles de aceite, entre otros, a los activos; con la finalidad de evitar la contaminación de lubricantes y mejorar las prácticas de lubricación.

Evaluando económicamente ambos programas a través del seguimiento de fallas que se podían evitar por ausencia/mala lubricación o ausencia de monitoreo de condición, se obtuvo un **ahorro proyectado de 350 MUSD en dos años y medio.**

2.2. Monitoreo de Índices de Capacidad Real del Proceso.

El análisis de los Índices de Capacidad Real del Proceso o CPK's como se les conoce por sus siglas en inglés, se refiere al monitoreo de las variables de proceso relacionadas a la calidad del producto, que permiten el control de éstas a través del establecimiento de límites inferiores y superiores. Como consecuencia al presentarse desviaciones de dichos límites, los productos pueden encontrarse fuera de especificación bien sea por motivos de parámetros operacionales o por desgastes mecánicos de los equipos involucrados.

La medición de estos parámetros permite establecer criterios para la detección temprana de fallas de los activos por desgastes mecánicos, de manera que se aplican los mantenimientos de reemplazo de partes cuando el equipo lo amerita y no en períodos establecidos de tiempo; en otras palabras, pasamos de un mantenimiento preventivo a un mantenimiento basado en condición.

Con base en esto se midieron las diferencias en el tiempo de aplicación de los mantenimientos preventivos basados en tiempo vs. los mantenimientos basados en la medición del Índice de Capacidad Real del Proceso, cuya desviación procedía de un desgaste mecánico; en muchos casos pasando de 6 meses por intervención a más de un año. Obteniéndose un **ahorro proyectado 530 MUSD en dos años** por realizar los mantenimientos cuando el equipo lo requería.

2.3. Optimización del mantenimiento planificado.

Se implementó un Proceso de Optimización del Mantenimiento Planificado, básicamente bajo la premisa de aplicar la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para los activos de nueva adquisición, y para los activos que ya tienen sus planes de mantenimiento en ejecución se realizó una revisión de los mismos, con la finalidad de: eliminar de tareas innecesarias por cambios en el contexto operacional, ajustar de frecuencias de actividades (incluyendo inspecciones o mantenimientos mayores), uso de refacciones genéricas garantizando la calidad de las partes, adición de tareas predictivas (más inspecciones, mediciones, entre otros) y adición de tareas de mantenimiento planificado para mitigar nuevas fallas.

Bajo este escenario de optimización, se midió el beneficio económico obtenido por las mejoras realizadas generándose un **ahorro total proyectado 1,450 MMUSD en cinco años.**

En resumen, podemos concluir que al aplicar estrategias de mejora de la confiabilidad y disponibilidad en los procesos podemos medir los beneficios financieros obtenidos a través de indicadores financieros como el Valor Presente Neto y/o Índice Riesgo Beneficio y conocer el impacto en el costo de propiedad durante el ciclo de vida de los activos, optimizando las finanzas de su empresa. En los ejemplos mostrados; además de seleccionar adecuadamente un portafolio de inversión, se obtuvo un ahorro proyectado general de 2,330 MMUSD en cinco años.

Bibliografía:

- (1) Yañez, M; y otros. "Confiabilidad Integral. Tomo I". Reliability and Risk Management S.A, Venezuela, 2007.
 (2) Gutiérrez Edwin y Romero María Teresa (2014). Optimización Costo Riesgo para la determinación de Frecuencias de Mantenimiento o de Reemplazo. Mantenimiento en Latinoamérica 6 (3). 22-26. https://issuu.com/mantenimientoenlatinoamerica/docs/ml_volumen_6-3/1.

- (3) Gutiérrez Edwin y Romero María Teresa (2014). Optimización de Inventarios Basado en Confiabilidad. Predictiva 21 4 (22). 80-87. <https://predictiva21.com/wp-content/uploads/2019/03/Predictiva21-A4N22-2017-Ago-Sep-min.pdf>

- (4) Barringer, Pauly Monroe Todd. How to Justify Machinery Improvements Using Reliability Engineering Principles. 1999 Pump Symposium Sponsored by Texas A&M Turbo Lab.

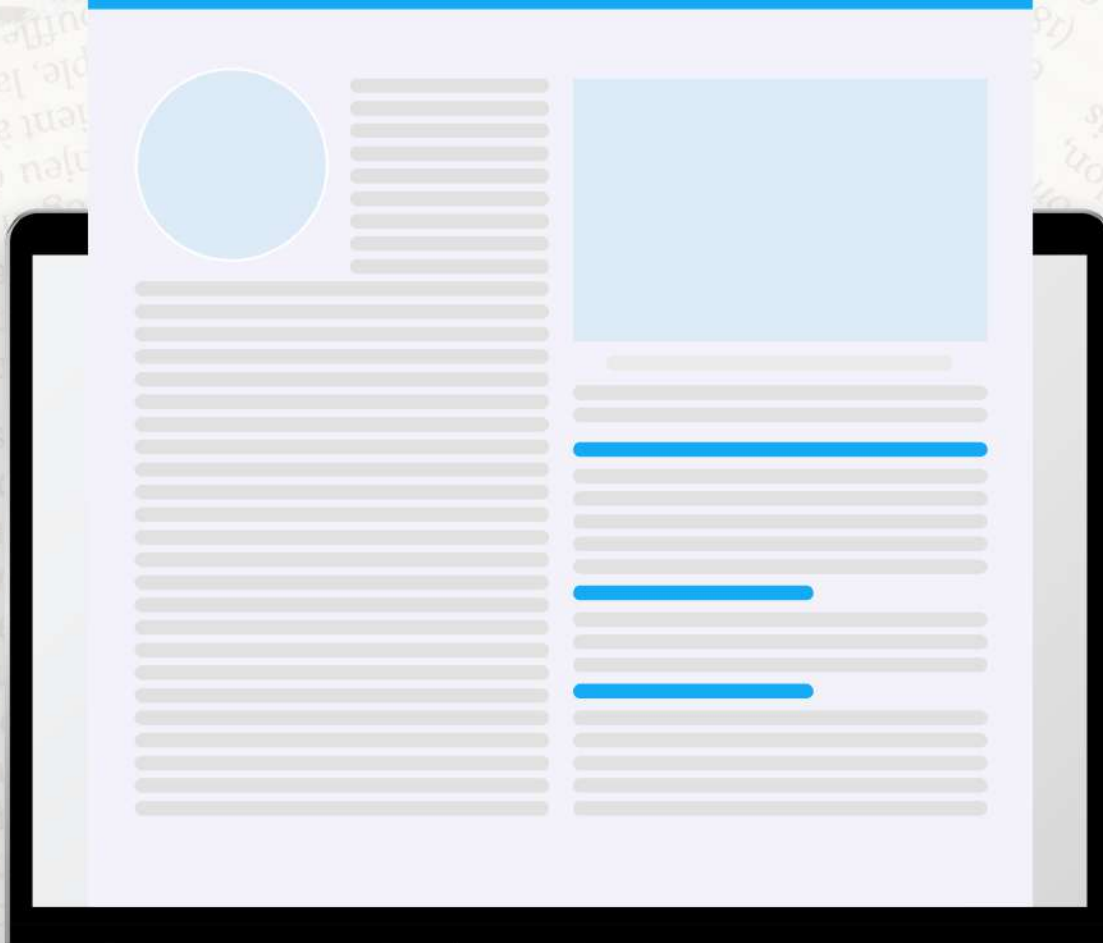
Optimiza tu estrategia de mantenimiento y la productividad de tus equipos

Fractal, la Plataforma de Mantenimiento Inteligente

Solicitar demo:



Publica tu artículo técnico



Te invitamos a enviar tu artículo técnico no comercial para ser considerados en la próxima edición de nuestra revista.

Si tienes contenido relevante y de calidad, envíalo a articulos@predictiva21.com

¡Esperamos contar con tu valiosa contribución!

PREDICTIVA21

Lo que dejó 2023

en Predictiva21

Tú eres parte de esto...

Ha concluido otro año, y es el momento de reflexionar sobre lo que más nos impactó en este 2023. Seguramente, al recordar, te has dicho a ti mismo: "Wow, cómo pasó el tiempo", pero también te planteas ¿qué fue lo que más te desafió? ¿lo que más te hizo crecer? ¿lo que más te enseñó?

En **Predictiva21**, el año 2023 fue extraordinario porque nuestra comunidad, de la cual formas parte, experimentó un crecimiento significativo, al igual que nuestro equipo. Quiero destacar que este equipo está formado por individuos comprometidos en brindarte lo mejor, ofreciéndote los conocimientos más destacados, experiencias enriquecedoras, herramientas, consejos e información de calidad para que estés preparado y te conviertas en el mejor de la industria.

Pero profundicemos un poco más en los números...

¿Te has detenido a pensar qué ocurrió en Predictiva21 durante estos 365 días?

» **Eventos:**

Disfrutamos mucho interactuar con la comunidad y colegas fuera de la pantalla. Estuvimos presentes y cubrimos eventos presenciales como **PRECONLUB** en junio en León, Guanajuato, México, y **CBM+RELIABILITY CONNECT** en agosto en Monterrey, Nuevo León, México. **¡Esperamos encontrarnos pronto en otros países!**

» **Transmisiones en vivo:**

Este año, las transmisiones en vivo cobraron cada vez más fuerza. Consisten en charlas amenas ya sea con profesores que nos visitan o con expertos en temas de Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos. Algunas fueron organizadas por **Predyc**, como el "Taller Análisis Causa Raíz ACR-P" con Andrés González y Tibaldo Díaz, "¿Va a sustituir la Inteligencia Artificial a los analistas de mantenimiento predictivo?" con David Faro Ruíz, y "Análisis de vibración de tuberías" con Rubén Ramírez, por mencionar algunos. También colaboramos con **Predyc** y **Tractian** en eventos como los Intensivos y Confiabilidad en Foco, todos disponibles en nuestros canales de YouTube.

» **Consultoría:**

Durante el presente año, **nuestro equipo de ingeniería**, compuesto por profesionales altamente calificados con una **experiencia promedio superior a los 30 años**, ha participado activamente en proyectos de gran relevancia. Entre estos proyectos, destacan la optimización y desarrollo de Planes de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), la inspección de instalaciones, asistencia técnica para el registro de activos, revisión y actualización de taxonomías y definición de estrategias de Mantenimiento, para reconocidas empresas internacionales Petroquímicas y del sector Oil & Gas.

Experiencia de

30
años

Más de
20
nuevos
instructores

+80
cursos

+3000
Estudiantes

+3000
Certificados

» **Instructores:**

Hemos incorporado a **más de 20 nuevos instructores este año**, todos ellos excelentes profesionales que comparten sus conocimientos en Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos en Latinoamérica. Agradecemos sinceramente por su valiosa sabiduría.

» **Cursos impartidos:**

Además, hemos **impartido más de 80 cursos** de manera asíncrona, en línea en vivo y presencialmente **en más de 15 países de Latinoamérica**.

» **Nuevos cursos:**

En nuestra búsqueda constante de ofrecer lo mejor en educación, hemos sumado varios nuevos cursos a los ya existentes. Cada año crece el catálogo para que puedas elegir y que tu aprendizaje sea completo e integral.

» **Somos más de 3,000:**

Hemos superado la cifra de **3,000 estudiantes**. Cada año, más personas se unen a nuestra comunidad con el deseo de aprender y crecer como profesionales. **¡Gracias por compartir tu talento!**

» **Certificados:**

Estamos emocionados de haber entregado **más de 3,000 certificados** a quienes completaron un curso, programa o diplomado. **¡Gracias por aprender con nosotros y muchas felicidades!**

Desde este artículo, queremos desearte una **Feliz Navidad y un próspero Año Nuevo**. Agradecemos que nos hayas permitido ser una comunidad de Mantenimiento, Confiabilidad y Gestión de Activos inigualable. **Nos vemos en el 2024**, y recuerda que a través de la educación y la difusión, podemos transformar vidas.

¡Un abrazo!



Lisset Chávez González
Dirección editorial Predictiva21



**CONFIABILIDAD
EN FOCO**

INDICADORES DE MANTENIMIENTO

**CERTIFICACIÓN
DISPONIBLE
+ MATERIAL
EXCLUSIVO**

Aplicación de los principales KPIs para
la **máxima confiabilidad** de los activos

AULA 1

Indicadores del Mantenimiento: Gestión y Confiabilidad

JAVIER CARREÑO

DIRECTOR DE EFFIZIENTER WANDEL

AULA 2

Mantenimiento de Alta Confiabilidad: Tendencias y Técnicas Avanzadas

MANUEL BELAOUCHAGA

GERENTE DE MANTENIMIENTO EN DELOSI SA

AULA 3

Caso de Éxito: Confiabilidad y Disponibilidad con Métodos 4.0

ALEXIS DUQUE

SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO RASSINI



AULAS GRABADAS

★ Beneficio Exclusivo Predictiva21



**ACCEDE
AQUÍ**

