

# PREDICTIVA 21



## Predyc Democratizando el acceso al aprendizaje

IMPLEMENTAR KPI EN  
LUBRICACIÓN NO ES  
TAN DIFÍCIL COMO  
PARECE

Gaspar Soto

ESTRATEGIAS PARA  
DESARROLLO  
DE TALENTO CON  
ENFOQUE  
DE GÉNERO

Ivannia Murillo

GRASAS, UN  
ALIADO POCO  
ENTENDIDO

Jorge Alarcón

¿Es M.T.B.F, M.U.T.  
O M.T.T.F?

¿Es M.T.T.R. o  
M.T.T.Rest?

Brau Clemenza

## Índice

- 3 Editorial**
- 4 Entrevista al equipo de Predyc**  
Por Lisset Chavez
- 10 ¿Quién es David Faro?**  
Por Andrés González
- 13 Salud y Mantenimientos a los Sistemas HVAC, Calidad del Aire**  
Laudelino Javier Sánchez de León Linares
- 21 ¿Cómo implementar de manera estratégica energías renovables en la Industria?**  
Bruno Ortiz
- 25 Desarrollando a otras estrategias para desarrollo de talento con enfoque de género**  
Ivannia Murillo
- 29 El Monitoreo de condición como Generador de conocimientos de la Gestión de Activos**  
María Alejandra Ramírez
- 34 Entrevista a Leonardo Vieira**  
Por Andrés González
- 37 Estudio de Causa de Fallo realizado al del Turborreactor Viper MK540 de la Aeronave Aermachi, perteneciente a la Armada Argentina.**  
Viviana Rosalía Cantarella
- 43 Grasas, un aliado poco entendido**  
Jorge Alarcón
- 47 Implementar KPI en lubricación no es tan difícil como parece**  
Gaspar Soto
- 51 ¿Qué es la transformación digital para el mantenimiento predictivo?**  
Carlos E. Torres
- 54 Termografía**  
Gerardo Vargas
- 57 Nota Gonzalo Suárez**  
Por Andrés González
- 59 ¿Quién es José Páramo?**  
Por Andrés González
- 64 El internista de la 21**  
Rafael Arguelles
- 68 ¿Es M.T.B..F, M.U.T. O M.T.T.F? ¿Es M.T.T.R. o M.T.T.Rest? ¿Qué significan?**  
Brau Clemenza.
- 70 Entrevista a Claudia Blanco**  
Por Andrés González

# Editorial



Andrés González

Editor y CEO de Predictiva21

## DIRECTORIO

Andrés Enrique  
González Giraldo  
Editor y CEO de Predictiva21  
[andres.gonzalez@predictiva21.com](mailto:andres.gonzalez@predictiva21.com)

Enrique Javier  
González Hernández  
Fundador y Chairman de Predictiva21  
[enrique.gonzalez@predictiva21.com](mailto:enrique.gonzalez@predictiva21.com)

Lisset Chavez González  
Dirección Editorial  
Coordinadora de Marketing  
[lisset.chavez@predictiva21.com](mailto:lisset.chavez@predictiva21.com)

Alejandro José  
Godoy Rodríguez  
Director de Marketing  
[alejandro.godoy@predictiva21.com](mailto:alejandro.godoy@predictiva21.com)

## La Capacitación Industrial

La capacitación industrial online ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años. La pandemia ha impulsado aún más esta tendencia, ya que las empresas se han visto obligadas a adoptar nuevas formas de capacitación para sus empleados. Además, la capacitación online permite a las empresas llegar a empleados en cualquier parte del mundo, lo que significa que la capacitación se puede adaptar a las necesidades específicas de cada trabajador y de cada sector.

A medida que la tecnología avanza y las herramientas de capacitación online se vuelven más sofisticadas, se espera que la capacitación industrial online continúe creciendo y mejorando. Las plataformas de aprendizaje online están desarrollando tecnologías de inteligencia artificial que permiten un aprendizaje más personalizado y efectivo. Además, la capacitación en línea se está volviendo cada vez más interactiva, con herramientas de gamificación y simulación que hacen que el aprendizaje sea más entretenido y efectivo. En resumen, la capacitación industrial online tiene un futuro brillante y seguirá siendo una herramienta importante para la capacitación de los empleados en el futuro.

En esta edición podrán encontrar artículos muy variados así como múltiples entrevistas a figuras destacadas de nuestra comunidad industrial.

Hagamos que las sucedan.



 **Predyc**

Guillermo Moran  
CTO - Co-fundador

Andrés González  
CEO - Co-fundador

Alejandro Godoy  
COO - Co-fundador

Plataforma online de capacitación en ingeniería para “democratizar el acceso a la información de calidad”

## ¿Qué es Predyc?

Predyc es una empresa fundada para impartir capacitación industrial en línea. Diseñamos una plataforma para brindar cursos asíncronos que les permiten a profesionales que laboran en el sector industrial latinoamericano aprender con flexibilidad y autonomía en distintas cadenas de estudio de la ingeniería industrial, a través de un equipo selecto de instructores de experiencia profesional y académica. Somos una empresa tecnológica que acompaña sus servicios con software adaptado a las necesidades de las empresas para consolidar el método de enseñanza más efectivo basado en las tendencias del mercado.

## ¿De dónde surge la iniciativa de Predyc?

Actualmente, la capacitación empresarial está pasando por un período de transición donde los cursos presenciales son cada vez menos solicitados por su elevado coste logístico. Las personas y las empresas del sector industrial han conseguido en la capacitación en línea una manera de invertir eficientemente en capacitación. Dave Evans, Project Manager de IBM, señaló que su empresa ahorró aproximadamente 200 millones de dólares al cambiar su método de capacitación a cursos en línea.

Los principales actores en el área de capacitación en línea asíncrona de Latinoamérica, cuadruplicaron su cantidad de suscriptores durante el año 2021 fomentado, sobre todo, por la pandemia, y las siguientes estadísticas servirán de soporte para vaticinar que es un cambio que llegó para quedarse:

Según un estudio realizado por Brandon Hall, la capacitación en línea requiere de un 40 a 60% menos tiempo que la capacitación presencial, cubriendo el mismo material.

The Research Institute of America ha declarado que e-learning aumenta las tasas de retención del conocimiento en hasta un 60%, mientras que las tasas de retención del aprendizaje presencial son bajas, en promedio de 8% a 10%.

Para una gran parte de las empresas encuestadas por Ambien Insight, el conocimiento se traduce directamente en mayores ingresos: 42% de las empresas dicen que el aprendizaje en línea ha llevado a aumentar los ingresos.

De acuerdo con Molly Fletcher Company, las empresas que utilizan la tecnología de e-learning logran mejorar el nivel de satisfacción de los colaboradores en la empresa en un 18%.

Los cursos asíncronos (grabados para ver a su ritmo) han calado más en las personas, ya que permite mayor flexibilidad, concentración y método más dinámico de aprendizaje; sin embargo, la ausencia de un instructor que pueda responder las inquietudes de los profesionales en temas específicos y críticos de la industria, ha significado una barrera para los cursos asíncronos calar en las empresas; por lo que Predyc plantea un nuevo método de enseñanza cómodo para el profesional independiente y las empresas.

## Acerca del equipo de Predyc

El equipo de Predyc está conformado por jóvenes innovadores y apasionados con experiencia acumulada del manejo y directiva de la empresa Predictiva21, la revista digital de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos más reconocida de habla hispana, contando con más de 40 ediciones hasta la fecha. Desde el año 2020 Predictiva21 brinda servicios de capacitación en línea en mantenimiento y confiabilidad y ha capacitado a más de 500 estudiantes pertenecientes a más de 50 empresas de toda Latinoamérica de todos los sectores industriales tales como: minería, oil and gas, alimenticio, manufacturero, autopartes, militar, energía y universidades. Algunas de estas organizaciones son: Bimbo, Nestlé, Iberdrola, Netgas, Fountain Hydro Power, Confipetrol, Aguas Antofagasta, Benteler, Criogas, Matsuju y Universidad de los Andes.

<https://predictiva21.com/>

### Andrés González

CEO - Co-fundador



## ¿Cuáles son los desafíos tecnológicos de Predyc?

En Predyc estamos entusiasmados por los desafíos tecnológicos que se presentan ante nosotros. Si bien ya hemos cumplido con los estándares del sector, estamos listos para llevar nuestro aprendizaje en línea al siguiente nivel, y para ello, nos enfocamos en tres pilares clave.

### El primer pilar es el dinamismo.

Queremos hacer que la experiencia de aprendizaje sea emocionante y atractiva para nuestros usuarios. Para eso, estamos trabajando en características interactivas para que los cursos sean divertidos, entretenidos y útiles. En predyc actualmente puedes, por ejemplo, escuchar la clase sobre equipos rotativos desde tu teléfono móvil, con los criterios del experto del problema específico que estás enfrentando en alguna iniciativa de tu empresa. Ahora, imagina la evolución de esta ventaja: poder guardar esas clases que estás usando para tu proyecto particular en una lista, con clases que incluyen animaciones, modelos en 3D y utilizar programas especializados para ayudarte a visualizar lo que estás aprendiendo, puedes interactuar con cientos de profesionales que han atravesado ese proceso, así como, intercambiar opiniones con expertos y personas como tu que ya han atravesado el mismo problema. De esta manera, pasamos de la capacitación aburrida de un curso de domingo por la mañana a un proceso dinámico y constante, como cuando buscas en YouTube para resolver un problema en específico pero con más herramientas, mayor autoridad intelectual y con un proceso de aprendizaje diseñado para una óptima formación profesional.

### El segundo pilar es el circuito de capacitación para empresas.

Queremos ser un socio confiable para las empresas. Ya hemos creado las bases de un circuito de capacitación completo, pero sabemos que podemos desarrollarlo aún más para ayudar a las empresas a tomar decisiones más trascendentales. Visualizamos este circuito de la siguiente manera:

1. La empresa establece los requisitos no solo de capacitación, sino también del perfil y las competencias necesarias para un puesto de trabajo;
2. Los empleados se capacitan en nuestros cursos para adquirir esas competencias y son evaluados mediante mecanismos tan estrictos como la empresa lo necesite;
3. El proceso tanto de capacitación como de evaluación genera indicadores por cada empleado que se comparan con los requisitos definidos por la empresa.

Esto permitirá que nuestro aporte para la empresa no solo sea un número para justificar las horas de capacitación de sus empleados o para cumplir con un plan de formación, sino que también pueda ser utilizado para tomar decisiones, como determinar quién debe asumir un rol o un puesto de trabajo. La gestión de toda la información generada en el proceso y el desarrollo de cada uno de los mecanismos que forman parte del circuito son desafíos muy fuertes. ¿Qué ya existen herramientas como estas en el mercado? Pues sí, pero son como el iPhone 1 o el Windows XP: versiones desactualizadas y poco dinámicas con un buen concepto. Este reto no es solo tecnológico sino de paradigma, el desafío es crear un nuevo estándar, y estoy convencido de que nuestro equipo es el más apto para llevar la bandera de esta evolución.



**Guillermo Moran**

CTO - Co-fundador

### El tercer pilar es la inteligencia artificial.

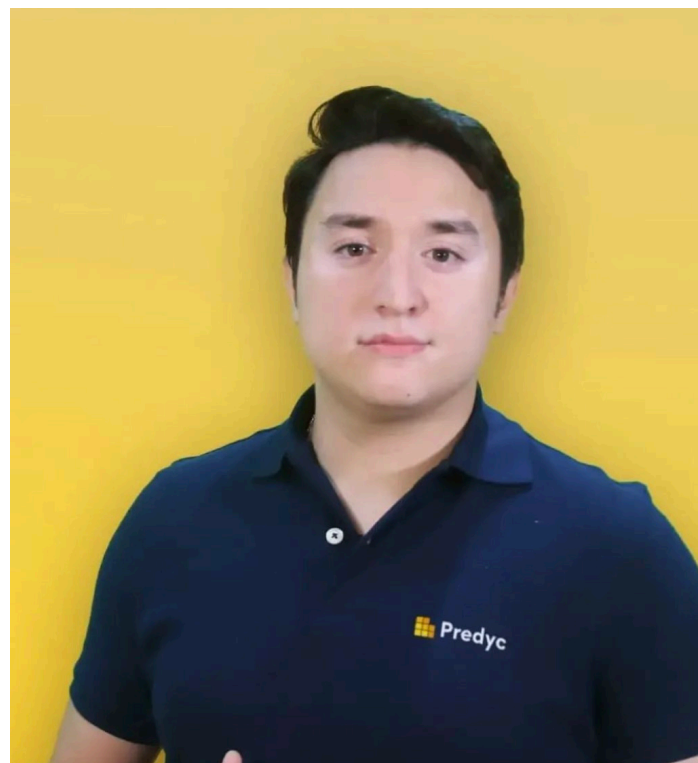
Sabemos que la tecnología evoluciona rápidamente y queremos estar a la vanguardia de estas tendencias. Estamos explorando formas de integrar inteligencia artificial y aprendizaje automático en nuestra plataforma para mejorar la calidad y relevancia de nuestros cursos. ¡No queremos quedarnos atrás, queremos estar en el futuro! Hoy en día el acceso a la información es cada vez más rápido y han cambiado los parámetros de consumo. Y así como algunas instituciones escolares y universitarias han tardado en incorporar estas tecnologías lo mismo ocurre con la manera de “dar cursos”. Si sacas tu teléfono e ingresas a ChatGPT puedes tener respuestas medianamente aceptables a la mayoría de incógnitas que tengas, tiene errores por supuesto, y nuestro objetivo es mezclar las bonanzas de este tipo de herramientas “rápidas” con la calidad de conocimientos de nuestro equipo de experimentados profesionales. Las herramientas de conocimiento están ahí y nuestro deber es adaptarlas y hacerlas útiles para el sector industrial.

Son grandes retos, los tenemos bien conceptualizados pero aun estamos creciendo y se necesita una mezcla de mucho esfuerzo y creatividad para lograrlo ¡Estamos emocionados por lo que viene y estamos ansiosos de compartirlo con ustedes!

## Predyc en la actualidad

Hemos tenido un recibimiento muy provechoso de las organizaciones que hoy por hoy ya trabajan con nosotros y todas aquellas nuevas que buscan opciones sobre una herramienta de formación asincrónica en temas del área industrial, viendo Predyc como un aliado para el crecimiento profesional de sus colaboradores, todo esto reafirmando lo que en algún momento pude leer en un artículo que nos decía que "El activo mas importante de una organización, es el activo humano".

El pilar fundamental que busco de manera personal con mis clientes es poder entablar una relación de confianza, que vean en todo el equipo de Predyc un aliado para llevar la formación de su equipo de trabajo al siguiente nivel, que tengan la seguridad de utilizar las herramientas que hemos desarrollado como una extensión de sus procesos de trabajo y poder vincular el área técnica como lo son operadores, mantenedores, supervisores, coordinadores entre otros con el área de recursos humanos, y que podamos ser el nexo entre áreas muy distintas en actividad pero que manejan requerimientos mutuos, por un lado poder tener profesionales capaces para la resolución de problemas técnicos y un departamento de RRHH que busca poder dar cabalidad a un plan de formación y crecimiento organizacional dentro de una empresa.



**Alejandro Godoy**  
COO - Co-fundador

## ¿Qué se siente formar parte de Predyc?

"Como formador estoy muy cómodo con la plataforma, especialmente por su usabilidad desde el rol de formador y también por el soporte que da Predyc. Por otro lado me está permitiendo estar en contacto con nuevos estudiantes que están interesados en implantar el mantenimiento basado en la condición y que sin duda se convertirán en breve en Enfermos del Predictivo. Esto me anima y motiva a crear nuevos cursos en Predyc."



**David Faro**  
Instructor en Predyc

"Es una experiencia desafiante y al mismo tiempo enriquecedora. Trabajar en Predyc ha sido un constante aprendizaje que ha ido de la mano de un excelente equipo interdisciplinario, conformado por personas excepcionales que, día a día con su ejemplo de compromiso y dedicación, me motivan a alcanzar mi máximo potencial profesional y personal. En Predyc me siento bienvenida, puedo expresar mis ideas sin temor a equivocarme y todo esfuerzo, por pequeño que sea, es valorado. Para mí, Predyc no es un fin en sí mismo, sino un medio para transformar el mundo en un lugar mejor; creo fielmente que la educación es la fuente del progreso humano y me hace feliz saber trabajo en un lugar que comparte esa visión."



**Paola Mendoza**  
Coordinadora Jurídica

"Trabajar en Predyc es toda una aventura, todos los días me enfrento a nuevos retos, retos que con el soporte de mi equipo de trabajo joven y lleno de ideas frescas e innovadoras nos ha permitido prosperar como hasta el día de hoy lo hemos hecho.

Vivo enamorada de este proyecto, ya que durante todo este tiempo he tenido la oportunidad de conocer y aprender de grandes referentes de la industria a nivel internacional lo cual me ha permitido ampliar de manera extraordinaria mi perspectiva profesional pero también personal, esto a la par de saber que mi participación es valorada, la flexibilidad y los amigos que me ha dado trabajar en una startup."



**Lisset Chavez**  
Coordinadora de Mercadeo

"Predyc es un aliado clave para nosotros, estamos comprometidos con la educación y formación de los profesionales de mantenimiento. Sabemos que el capital humano es fundamental en la industria y las soluciones de tecnología sólo generan resultados de la mano de ingenieros capacitados. Afortunadamente existe esta plataforma que facilita hacerlo con modalidad online, entrenamiento con expertos y las certificaciones que marcan la diferencia en un mercado laboral muy competitivo."



**Leonardo Vieira**  
Co founder en Tractian

"Predyc, la iniciativa innovadora que pone al alcance de la comunidad de profesionales del mantenimiento y la confiabilidad el conocimiento práctico, en cualquier lugar y momento, a precios completamente accesibles, nunca antes vistos.

Un emprendimiento que marcará el nuevo camino a seguir en la formación académica e industrial en áreas especializadas."



**Enrique González**  
Fundador de Predictiva21

## ¿Cómo ha sido migrar al modelo de capacitación asíncrona?

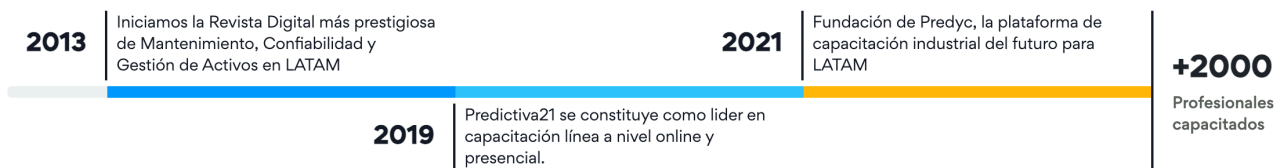
Uffff, ha sido un proceso interesante, yo que he dictado cursos presenciales por años, durante la pandemia me todo cambiar la estrategia a cursos online en vivo, lo cual represento un reto dentro del ambiente sincrónico de capacitación para mí, pero migrar ahora a la capacitación asíncrona ha representado una experiencia que requirió de todo un trabajo en equipo de cuatro miembros de Predictiva21, fue un nuevo reto, donde al inicio humo mucho del ensayo y error, durante las pruebas de grabación, hasta encontrar la imagen, el sonido y el tiempo de grabación que se ajustara a lo que estábamos buscando, un producto de calidad para nuestro estudiantes.

Nos dimos cuenta que un curso síncrono no se convertirá exactamente igual en un curso asíncrono, pero que sí es posible, encontrar técnicas y estrategias equivalentes para rediseñar experiencias del aprendizaje presencial, implica mucho más que poner el curso en una plataforma de aprendizaje, involucra, por tanto, un proceso sistemático para integrar adecuadamente una serie de herramientas y tecnologías que logren en los estudiantes los buenos resultados de aprendizaje como en un curso presencial. Hoy día, todavía seguimos probando, innovando y realizando ajustes, en un continuo aprendizaje y mejora de nuestro proceso.



**Tibaldo Díaz**

Director de Consultoría y Proyectos  
en Predictiva21



*"La Plataforma Online de Capacitación en Ingeniería que democratiza el acceso a la Información de Calidad"*

**Forbes**<sup>México</sup>





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.

Basado en más de 30 años de experiencia e innovación continua, HxGN EAM (anteriormente Infor EAM) está ayudando a las organizaciones a cambiar su gestión de activos críticos a un enfoque de mantenimiento prescriptivo a medida que evolucionan de EAM a Gestión del rendimiento de activos (APM).

01



### Gestión de Rendimiento de Activos

Ejecute la respuesta de mantenimiento centrada en confiabilidad y basada en la evidencias.

02



### Mantenimiento Digitalización

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



HEXAGON

### Gestión de activos móviles

Reducción de clics, ahorro de pasos y tipo de móvil "hazlo bien a la primera".



03

### Seguridad Industrial y Sostenibilidad de Activos

Cumplimiento de procesos, seguridad y calidad de activos/ ejecución y control de trabajo especialmente diseñados.



04



Enfermo del Predictivo  
Instructor certificado ISO-18436 y Fiabilidad  
CEO y Fundador de IntegraPdM  
davidfaro@integrapdm.com  
www.integrapdm.com

**in** CEO & Founder de IntegraPdM

# ¿Quién es David Faro?

Entrevista por Andrés González

## Cuéntanos de ti

Muy sencillo, un Enfermo Crónico del Predictivo que difunde la palabra del Predictivo para que las plantas industriales sean más fiables, productivas y seguras.

## ¿Cuál es la historia de tu carrera profesional?

La necesidad de transmitir a través de la palabra y la fascinación por el mantenimiento predictivo, me han llevado a un viaje de locura en el que:

- He conocido a grandes cerebros que han hecho diagnósticos sin siquiera tomar datos.
- He visto hacer historia del predictivo en España.
- He enseñado al mundo mi tarjeta de put\* vendedor de predictivo.
- He compartido el liderazgo de empresas referentes en el sector.
- He negociado y firmado contratos con grandes multinacionales.
- He formado a miles de analistas con una tasa de ronquidos en clase del 0%.
- He creado decenas de acrónimos (LcG, PhT, PmC, EpE y muchos más).
- He visto viajar a gente de otros continentes para atender a nuestras charlas.
- He fundado una compañía.
- He sido traicionado y engañado.
- He inaugurado foros de predictivo en los que hemos juntado a lo mejorcito de cada sector.
- He fichado a fenómenos que luego se han convertido en referencias dentro y fuera de España.
- He innovado con nuevos servicios y productos que no existían en el mercado.

He, he, he, he...

Nada más lejos de la realidad. Estoy hablando de toda una vida de dedicación y obviamente cada "He" es un "Hemos", nada sería igual sin el trabajo en equipo.

## ¿Cómo nació en ti la pasión por el Mantenimiento Predictivo?

Me cuesta recordar desde cuándo. Creo que todo empezó cuando empuñé, levanté y admiré ese martillo. Golpeé con todas mis fuerzas y ya nada fue igual. Para tu tranquilidad déjame decirte que el martillo tenía cable. Seguramente no fue el martillo lo que me enfermó sino cómo me enseñaron y transmitieron los conocimientos del análisis de vibraciones a partir de los datos que recogimos de ese primer test de impacto en un molino de cemento.

Eso fue sólo el principio de muchas tardes absorbiendo conocimientos técnicos del análisis de vibraciones. El enfermo que me transmitió esta enfermedad me enseñaba con gráficas hechas con lápiz así que imagina... tardes y tardes inspirando polvo de grafito y virtudes de madera en forma de firmas espectrales.

## ¿De dónde nace la pasión por la formación?

Me tengo que remontar bastante tiempo atrás para que todo tenga sentido. En la universidad tenía un colega con el que me complementaba muy bien. A él le gustaba cacharrear y a mí me gustaba hablar. Hacíamos las prácticas, preparábamos el show, y yo lo presentaba. Siempre me ha gustado el espectáculo. Ahí me di cuenta del poder de una buena comunicación y lo que disfrutaba en el escenario. Todo esto me ha llevado a desarrollar mi pasión por la formación.

## Platícanos el por qué fue importante para ti certificarte en ISO 18436

Mira, el primer curso de formación de vibraciones que impartí fue en 1991, justo unos meses después de entrar en mi primer trabajo. Estuve años y años impartiendo formación en la que no tenía ningún "papel" en el que se reconociera mis competencias en el análisis y diagnóstico de vibraciones. Si bien eso no era grave, llegó el momento de plantearse tener "algo", llámale un certificado que pudiera acreditar mis conocimientos. A partir de ahí llegaron mis primeras certificaciones, te hablo del año 2008, eso fue un punto de inflexión.

La percepción que se tiene de un analista certificado es distinta al analista no certificado, la ISO 18436 te ayuda tanto en la parte personal, como en la parte profesional generando muchas más oportunidades de mejora.

## ¿Cómo nació IntegraPdm?

Como una evolución natural de mi trayectoria profesional. ¿Qué mejor que tener tu propia empresa para difundir al 100% la enfermedad del predictivo tomando como base la capacitación? Pues eso, con IntegraPdm se cumple el objetivo de alinear mi pasión con mi desarrollo profesional y disfrutar del camino.

## Define el Mantenimiento Predictivo en solo 3 palabras

Metodología, Proactividad y Ahorro.

## ¿En qué otras áreas sueles involucrarte?

En todos los foros de mantenimiento se explican los beneficios y la excelencia del mantenimiento basado en la condición y el monitorizado de la condición. No obstante, con el paso de los años he detectado que no se han desarrollado en la medida que se esperaba. Y podrías preguntarme, ¿y eso por qué ha ocurrido? Pues desde mi punto de vista por dos razones, la primera, los técnicos de mantenimiento no sabemos vender lo que hacemos, y segundo muchas de las implantaciones de mantenimiento predictivo se han llevado a cabo como un fin y no como el medio para implantar una estrategia, ha faltado mucha metodología.

Por estos motivos me involucro en:

- Capacitar a las personas de mantenimiento en sus habilidades de venta para poder "vender" los beneficios que aporta la estrategia del mantenimiento basado en la condición.
- Asesorar y acompañar a los departamentos de mantenimiento para implantar una estrategia de mantenimiento basado en la condición exitosa. Para ello basta ser metódico y saber aplicar la norma ISO 17359.
- Crear nuevas metodologías inmersivas basadas en la experiencia que permitan optimizar el tiempo de aprendizaje de los analistas de técnicas predictivas.

## Cuéntanos un poco sobre las asociaciones y de los que formas parte, como la Asociación Española de Mantenimiento (AEM)

En la Asociación Española de Mantenimiento (AEM) estoy involucrado como secretario de los Comités de la Industria Química y Proceso y Fiabilidad en

el Mantenimiento, así como en el grupo de trabajo de Formación RAMS.

A nivel internacional colaboro con el MIBoC Mobius Institute Board of Certification en el Comité ISO 18436-2 relativo a vibraciones e ISO 18436-8 relativo a ultrasonidos.

## A parte del Mantenimiento Predictivo, ¿Que más le apasiona a David Faro?

Estar vivo y sentirme bien, tanto con lo que hago, como con todas las personas que están a mi alrededor.

Pasear, callejear y disfrutar de los lugares en que vivo y visito.

Escuchar música Funk y R&B de los años 80 y 90. Me acompaña mientras viajo, mientras estudio, mientras genero nuevos contenidos. Para mí, no hay nada más relajante que la paz y tranquilidad que genera un buen tema Old School reproducido con un equipo de música de alta calidad.

## ¿Por qué te consideras Enfermo Crónico del Predictivo?

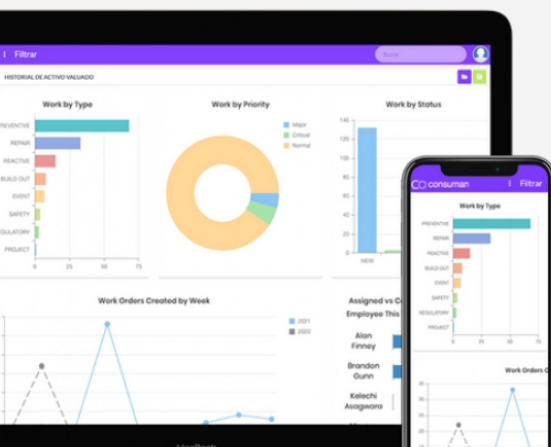
Básicamente porque esta enfermedad, la del predictivo, no tiene cura. Cuando crees que ya estás casi curado y parece que vas a salir adelante aparece una nueva cepa, una nueva variante que te hace recaer de nuevo. Cuando ya no sabes si lo que haces en tu día a día es trabajo, ocio o afición es que realmente estás enfermo.

La enfermedad me ha llevado a crear recientemente un membresía, se trata de Enfermos del Predictivo. El Club, cuyo propósito es recopilar y compartir conocimiento relacionado con el monitorizado de la condición y el mantenimiento predictivo. Se trata de un lugar de encuentro donde los expertos comparten su experiencia para que puedas sacar el máximo beneficio a tus programas de monitorizado de la condición.



**SOFTWARE  
EN GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO  
Y ACTIVOS**  
CMMS - EAM

**Controla, prevé y planifica con una sola plataforma:**



- + Visibilidad
- + Trazabilidad y control
- + Pronóstico y predicción
- + Conocimiento y mejor toma de decisiones
- + Reducción de tareas manuales y repetitivas
- + Mayor productividad

# Salud y Mantenimientos a los Sistemas HVAC, Calidad del Aire



Laudelino Sánchez

Partner en Mexico: Omakie Construcción S.A de C.V.  
[consultas@omakie.com](mailto:consultas@omakie.com)



En este artículo veremos la relación tan estrecha que tiene la calidad del aire con nuestra salud y con los sistemas HVAC así como la importancia de su mantenimiento e higienización. Nadie bebería agua sucia o comería alimentos contaminados, entonces, ¿por qué el aire que respiramos apenas nos importa si está o no en mal estado? En muchas ocasiones desconocemos lo que esto implica, tener salud no es meramente tener una instalación de ventilación y/o de refrigeración, si es que la tenemos. Sin una adecuada limpieza e higienización, el daño que puede hacernos una mala calidad del aire es enorme, puede llegar a causarnos graves enfermedades, incluso la muerte, siendo el derrame cerebral la principal causa de muerte por mala calidad de aire en interiores. En este artículo trataremos de exponerles la problemática, la relación tan estrecha que tiene con los sistemas HVAC, con los conductos, la importancia de la limpieza e higienización y la necesidad de ventilar. Tener calidad en los edificios no es meramente tener unos buenos acabados, muebles excepcionales o cuadros de gran valor. La monitorización nos permite ver lo que no podemos ver, todo ello para hacernos la pregunta, ¿Cuánto creen que vale su propia salud? En base a su respuesta se les invita a leer el artículo y a que posteriormente saquen sus propias conclusiones.

Para poder vivir sanos necesitamos recursos. Se estima que, al día, una persona necesita 0,75 kg de comida, de 1,50 a 2 litros de agua pero también 15 kg de aire. Sin comer podremos aguantar unos días, incluso semanas, sin beber este tiempo se reduce notablemente a días a lo sumo, en cambio, sin aire apenas podríamos aguantar segundos, los más capacitados minutos. Básicamente el ser humano para sobrevivir necesita nutrientes siendo el aire el principal, con el condicionante, a su vez, que es el más desconocido.

A nadie se le ocurriría comer una comida en descomposición, en mal estado, o en platos y con cubiertos sucios y contaminados con bacterias. A nadie tampoco se le ocurriría beber agua sucia, con gérmenes, contaminada con químicos o en un vaso sucio, igualmente por la posible presencia de microorganismos. Esto lo tenemos muy claro, en cambio, si el aire es el principal nutriente y el que más necesitamos para vivir ¿por qué no nos preocupa la calidad del aire que respiramos o si el mismo lleva tóxicos o microorganismos dañinos? ¿Por qué no nos preocupa que los conductos y equipos por donde el aire exterior se impulsa al interior estén limpios, higiénicos? Nadie bebería o comería con vasos o cubiertos sucios, en cambio parece importar muy poco lo que ocurra con el aire siendo, como hemos dicho, el nutriente principal que necesitamos para vivir.

Pensemos ahora otra cosa, un ejemplo meramente y que ojalá no se vuelva a dar nunca como ya ha pasado. Si desgraciadamente alguien sacara un arma con la intención de utilizarla, correríamos a escondernos detrás de un muro o donde pudiéramos para que el daño posible que nos hicieran fuera mínimo o nulo. Es obvia la relación causa-efecto, es decir, como vemos clara y rápidamente el potencial daño, la protección es prácticamente inmediata. Algo tan radical todo el mundo tiene claro que hay que hacer algo así o parecido. Ahora bien, si este daño se produjera en el tiempo, más lentamente, con un daño e incluso letalidad superior a la que una persona pudiera causar, parece poco importar y casi nadie toma medidas siendo esto, literalmente, “de locos, ingenuos e ignorantes”, algo inmensamente preocupante.

Hemos dicho que el aire es nuestro principal nutriente, con el que menos tiempo podemos estar sin sufrir un daño, sin embargo, sabiendo que hay tóxicos que pueden afectar gravemente nuestra salud, que hay contaminantes y microorganismos que pueden llegar a matarnos (PM10, PM2,5, humo de tabaco, COVs y otras sustancias carcinógenas como los metales pesados o el Radón o, más recientemente, microorganismos como el virus del COVID-

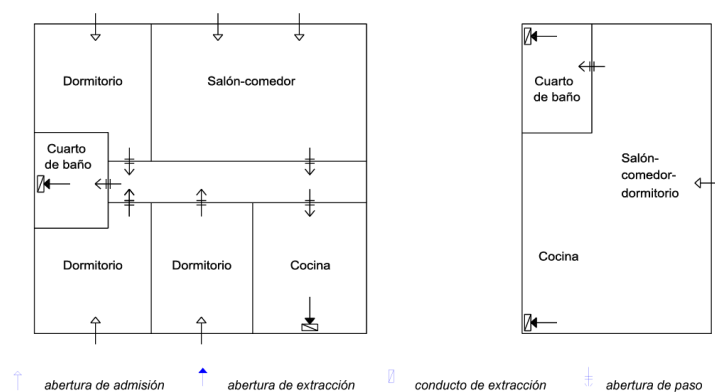
19, sabiendo esto, apenas tomamos medidas para protegernos. Desgraciadamente, como la causa-efecto se suele prolongar en el tiempo, a veces durante décadas, nuestro pensamiento es siempre que las desgracias le van a pasar a los demás cuando en realidad todos estamos expuestos a sufrir un cáncer o un derrame cerebral (principal causa de muerte por la mala calidad del aire), alguna enfermedad degenerativa (sospechoso de ello son los metales pesados) y también que nuestros hijos e incluso nietos puedan sufrir malformaciones muy graves (caso del amianto que además de carcinógeno es mutagénico) (ver [“Listado de Compuestos Cancerígenos y Mutágenos Categorías 1A y 1B” del INSHT](#)).

Partiendo de todo lo expuesto previamente, vamos a indicar las revisiones en calidad ambiental que principalmente requieren los sistemas HVAC, específicamente los conductos. Lo primero que tenemos claro es que cuando algo no nos entra por la vista se ignora, es decir, basta entrar a una vivienda donde haya, por ejemplo, mármol en el suelo, muebles de alta calidad, cuadros exclusivos, etc., para pensar que estamos en un entorno majestuoso, seguro y que deseamos, igualmente ocurre en restaurantes u hoteles, por citar algunos ejemplos. Esto puede estar muy lejos de la realidad ya que los acabados NO implican ni una buena ejecución de la construcción y mucho menos que el entorno donde estemos sea confortable y seguro para nuestra salud. Actualmente ya se están montando y se han montado, sistemas de medición con monitores que indican la concentración de CO2 en habitaciones de hoteles, colegios u hospitales, incluso la concentración de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles), es decir, VER LO QUE NO PODEMOS VER, esa es otra parte de la calidad que nos dará más garantías sobre nuestra salud y que, denota, que también se están tomando medidas para protección del medio ambiente (es también cada vez más frecuente monitorizar los consumos de edificios).

Para la descripción de los mantenimientos y revisiones nos basaremos principalmente en el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) y en el CTE (Código Técnico de la Edificación). El ASHRAE, de EEUU, igualmente tiene normativa específica si bien, no en todos los países se pide o exige su cumplimiento, en cambio, en España, los reglamentos antes indicados lo son de obligado cumplimiento. Estos reglamentos son trasposiciones de directivas europeas diversas al estado español (sobre calidad del aire, ahorro de energía, consumo de agua, etc). Lo que se persigue, al fin y al cabo, es la realización de edificios cada vez más eficientes y saludables, si bien siempre es recomendable la realización de pruebas y ensayos para demostrar que los edificios realmente cumplen con lo que

pone en papel (el estándar Passivhaus, por ejemplo, así lo exige).

Comenzamos con el CTE (Código Técnico de la Edificación), en su Documento Básico Salubridad (DB HS3), Calidad del Aire Interior. Este Documento Básico aplica y regula la ventilación en aparcamientos, cuartos de residuos, trasteros y viviendas, explica y expone que lo que se busca es eliminar los contaminantes interiores de estas zonas para garantizar la salubridad (nuestra salud). A modo de ejemplo, en aparcamientos, eliminar las concentraciones nocivas de CO (monóxido de carbono) pero también de NOx (óxidos de Nitrógeno). Para viviendas se centra en el CO<sub>2</sub> interior que generamos principalmente los seres humanos al respirar pero que en la actividad diaria también podrían producirse por otros medios (cocinas a gas por ejemplo). Lo que se busca es renovar este aire interior de manera que las concentraciones de CO<sub>2</sub> estén por debajo de unos valores determinados. A modo de esquema, para ventilación de viviendas, se busca lo especificado en la siguiente imagen (que pueden encontrar en el CTE DB HS3).



Tenemos aberturas de admisión (por donde entra el aire a la vivienda, locales secos tipo salones y dormitorios), aberturas de extracción (por donde se extrae el aire, locales húmedos como son cocinas o baños), aberturas de paso (zonas de paso, elementos tales como rejillas, en puertas, para que el aire pueda circular de los locales secos a los húmedos) y conductos de extracción (por donde se expulsa el aire al exterior).

Este sistema DEBE MANTENERSE Y LIMPIARSE, tal y como viene reflejado en el propio CTE DB HS3, apartado 7

**Tabla 7.1 Operaciones de mantenimiento**

	Operación	Periodicidad
<b>Conductos</b>	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
<b>Aberturas</b>	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
<b>Aspiradores híbridos, mecánicos, y extractores</b>	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
<b>Filtros</b>	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 año
<b>Sistemas de control</b>	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

Estas limpiezas y revisiones, gran parte de los fabricantes de productos de ventilación, especialmente de doble flujo (recuperadores de calor), disponen de este servicio, como un adicional. Aquí hay que recordar el carácter OBLIGATORIO de dichas revisiones además de que hay que preguntarse cuánto vale nuestra propia salud ya que no mantener estos equipos y sistemas implica que los contaminantes sean respirados por nosotros mismos.

Es importante recalcar algo de vital importancia, la calidad del aire, en interiores, es notablemente peor a la exterior (de 5 a 10 veces peor) aunque esto no siempre implica que el aire exterior sea adecuado y saludable (caso de las grandes ciudades donde la propia OMS, Organización Mundial de la Salud, determinó, hace años, que el aire de las grandes urbes es, literalmente, carcinógeno). Pero por qué la calidad del aire interior es peor a la del aire exterior, porque si no se hace una adecuada ventilación interior los contaminantes interiores elevan su concentración, aquí no vale abrir las ventanas un rato, hay contaminantes que se generan de manera permanente u otros que pueden elevar la toxicidad en momentos puntuales, esta es la razón de ser de la ventilación mecánica (mejorada cuando corresponda, gracias a la filtración del aire exterior). Pensemos en el CO<sub>2</sub>, cuántas veces al levantarnos de la cama el olor es fuerte, recargado, síntoma de un aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en nuestro cuarto, igualmente puede pasar en oficinas que no dispongan de ventilación y cuyas ventanas no puedan abrirse, pudiéndose llegar a producir el fenómeno del "Edificio Enfermo". El CO<sub>2</sub> afecta a nuestra concentración al realizar tareas por ejemplo, empeorando nuestra capacidad de respuesta al realizar dichas tareas (se realizan de peor manera). Además de esto, tenemos humedad (que afecta a nuestro confort y a nuestra salud, las personas con enfermedades en los huesos se ven especialmente afectadas), tenemos COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles), que se pueden encontrar en acabados de construcción de todo tipo e incluso en productos de limpieza (siendo carcinógenos, es decir, que producen o pueden producir cáncer). El humo del tabaco e incluso el monóxido de carbono (cocinas a gas), son otros contaminantes que podríamos encontrarnos en interiores. De aquí se obtiene una conclusión clara, que es necesario ventilar pero también mantener higiénicas esas instalaciones que se emplean para ventilar, para garantizar nuestra salud.

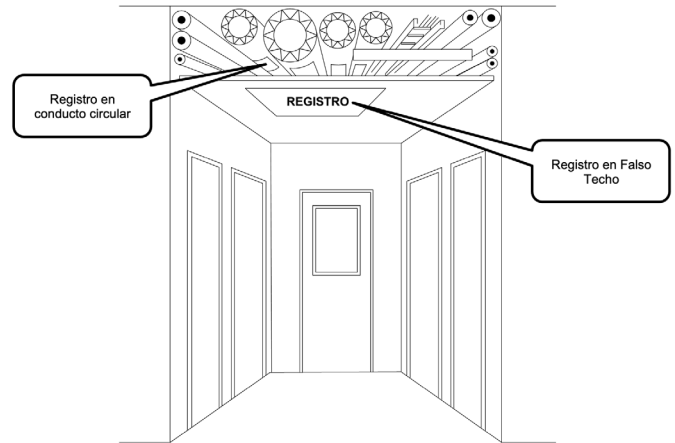
El RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) afecta a edificios terciarios en lo que a calidad del aire se refiere, a los sistemas HVAC. Tenemos que hacer mención a lo que se considera calidad del aire exterior, son los ODA. Esta sería la manera de determinar si, en una zona concreta, la calidad del aire exterior es mejor o peor, existiendo 3 valores, ODA 1 (aquel en los que los parámetros de calidad del aire de ciertas sustancias se encuentran dentro de los valores legales establecidos), ODA 2 (cuando los valores de esta calidad del aire exterior se encuentran hasta un 50% por encima de los valores establecidos) y ODA 3 (cuando estos valores de calidad del aire exterior están por encima del 50% de los valores legalmente establecidos). Generalmente, se toman como referencia, para los contaminantes exteriores, las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, el Ozono o el CO<sub>2</sub> entre otros. Existen mapas de calidad del aire exterior, publicaciones realizadas por la prestigiosa institución ATECYR, de España, si bien se podría determinar el ODA también

en función de los parámetros de monitorización de la zona en concreto puesto que toda Europa, al aceptar cumplir el protocolo de Kioto, comenzó a monitorizar la calidad del aire exterior de manera constante (a partir del año 2005).

Los ODA sirven para determinar la calidad del aire exterior y, en función del tipo de edificio (hoteles, residencias de ancianos, colegios, oficinas, restaurantes, etc), se exige una mejor o moderada calidad del aire interior. La mayor exigencia se da para los IDA 1 (guarderías, hospitales, etc) y donde la exigencia es más moderada se da en restaurantes, tiendas de ropa o similares, donde se requiere un IDA 3. Zonas de uso administrativo, por ejemplo, requieren de un IDA 2. Para que se hagan una idea, un IDA 2 vendría a ser un caudal de aire exterior de 45 m<sup>3</sup>/h por persona.

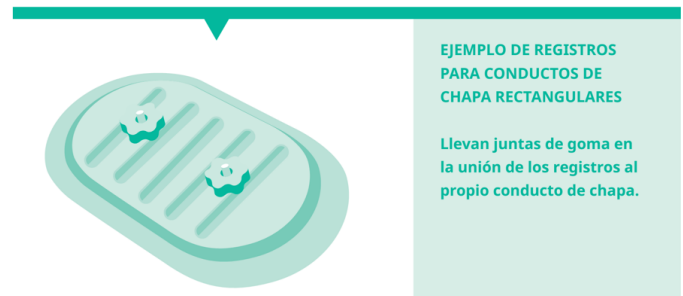
En función del ODA exterior y del IDA interior requerido se establece una filtración y, además, si se expulsa aire al exterior a razón de más de 1008 m<sup>3</sup>/h, es obligatoria la instalación de un sistema de recuperación energética (recuperación de calor)

instalarse registros en el falso techo para acceso a los registros de los sistemas HVAC, a los conductos, para hacer mantenimientos (IT 1.1.4.3.4 Aperturas de servicio para limpieza de conductos y plenums de aire).



Ejemplo didáctico de registro en falso techo (panel de acceso a instalaciones) y registros en conductos. Elaboración Propia.

Los registros en los conductos deben ser estancos. A modo de ejemplo facilitamos la siguiente ilustración.



Registros para conductos rectangulares (del libro "Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias").

Los registros deben ser normativos, seleccionados conforme a la Norma UNE que especifica el RITE, a grosso modo, ubicación de registros cada 7,50 m, en cada cambio de sección y en codos a 45° o superiores, entre otros. Las dimensiones de estos registros, en conducto rectangular, puede determinarse conforme se especifica en la siguiente tabla a modo didáctico.

Aberturas ovals o rectangulares	
Anchura S del lado del conducto en el que se encuentra el panel de acceso (mm)	Dimensiones mínimas de las aberturas en las paredes del conducto (mm) A x B
S ≤ 200	300 x 100
200 ≤ S ≤ 500	400 x 200
500 < S	500 x 400

Tabla a modo de ejemplo para dimensionamiento de registros en conductos ovals o rectangulares de sistemas HVAC. RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, Normas de obligado cumplimiento)

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF*+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Tabla - Clases de filtración según RITE (versión consolidada año 2021).

GF: Filtro de Gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico químico y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases.

Con esto ha quedado fijado, a grandes rasgos, las exigencias de ventilación para edificios terciarios si bien pueden existir otro tipo de ventilaciones que tengan normativa propia como es el caso de las cocinas industriales en las que, aquí, el CTE DB SI (en este caso Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio), determina una serie de requisitos:

"Los conductos deben ser independientes de toda otra extracción o ventilación y exclusivos para cada cocina. Deben disponer de registros para inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores que 30° y cada 3 m como máximo de tramo horizontal.

- Los filtros deben estar separados de los focos de calor más de 1,20 m sin son tipo parrilla o de gas, y más de 0,50 m si son de otros tipos. Deben ser fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza, tener una inclinación mayor que 45° y poseer una bandeja de recogida de grasas que conduzca éstas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad debe ser menor que 3 l.

- Los ventiladores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 12101-3: 2016 "Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos." y tendrán una clasificación F400 90."

En este apartado ya se especifica, para los conductos de las campanas de cocinas, los registros que deben llevar y su ubicación así como los requisitos que deben cumplir los extractores. En el caso del RITE ocurre lo mismo, indica que los conductos de los sistemas de ventilación deben tener registros e incluso que DEBEN

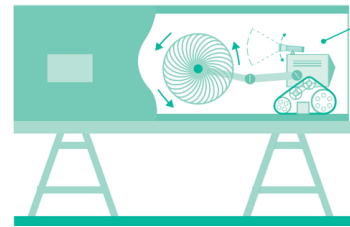


Si tenemos un conducto en interior del falso techo, para ventilación, de 400x200 mm (400 mm de ancho x 200 mm de alto), las dimensiones del registro tendrían que ser igualmente 400x200 mm. Al ser el ancho del conducto 400 mm, el registro se ubicará girado noventa grados, dejando 100 mm a cada extremo del conducto. Para las dimensiones del registro del falso techo: Hay que pensar en que el operario que realizara la limpieza tiene que manipular cepillos, productos de limpieza varios por lo que las dimensiones mínimas aconsejables serían de 600x600 mm aunque en ocasiones se instalan algo más pequeños. Ni que decir tiene que se tiene que cumplir con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales por lo que el operario, siempre, tiene que trabajar en condiciones seguras.

Para "Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad", para instalaciones con potencia térmica mayor a 70 kW (frío o calor), son necesarias revisiones de calidad ambiental según criterios de la Norma UNE 171330 y revisiones de la red de conductos según Norma UNE 100012, con una periodicidad mínima anual.

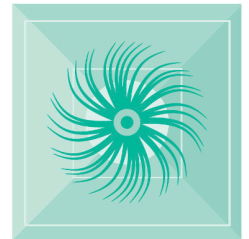
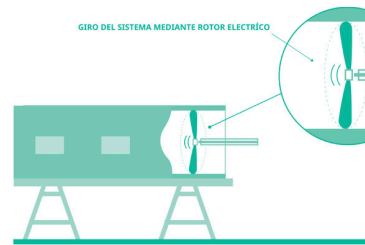
Seguidamente se muestran varios métodos de limpieza de conductos. En este caso se trata de ensayos realizados sobre andamios y elementos soporte pero en los edificios estos conductos estarán en el interior del falso techo, colgados de las losas o forjados, de aquí la necesidad de que los registros permitan poder acceder al trabajo y manipular, en condiciones seguras, los diferentes equipos de limpieza.

ROBOT DE LIMPIEZA CON CÁMARA DIGITAL Y CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

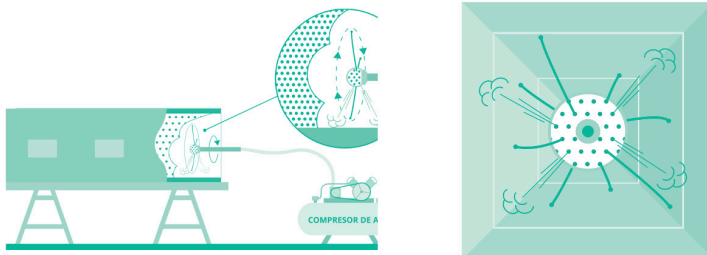


Limpieza con Robot dotado de cepillos (del libro "Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias").

GIRO DEL SISTEMA MEDIANTE ROTOR ELÉCTRICO

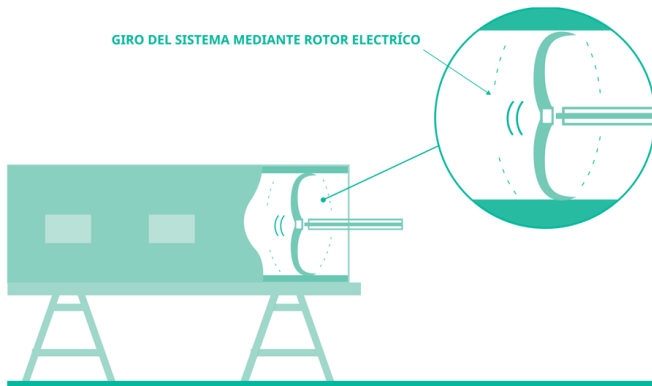


Limpieza con Cepillos Rotativos con Cerdas de Diferente Dureza (del libro "Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias").



Limpieza con Aire Comprimido mediante Tobera de Inyección con Latiguillos Rotatorios (del libro "Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias").

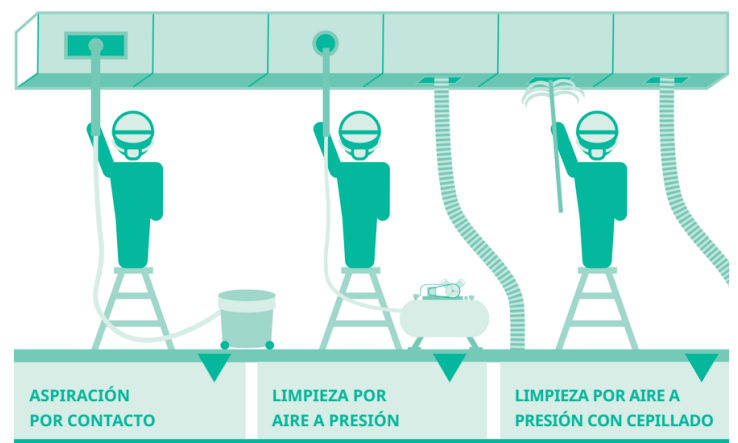
GIRO DEL SISTEMA MEDIANTE ROTOR ELÉCTRICO



Limpieza con Cepillos Rotativos de Cerdas Suaves (del libro "Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias").

En la siguiente imagen podrán observar diferentes métodos de limpieza de conductos, desde el empleo de cepillos, el empleo de aspiradoras o la utilización de alguno de los sistemas de limpieza previamente descritos. Pueden observar como, independientemente al método utilizado, siempre hay algún sistema de aspiración, generalmente ubicado en otro extremo de donde se realiza el trabajo de limpieza, para atrapar y captar las partículas que se desprenden durante la misma.

## HIGIENIZACIÓN | UNE 100012



Sistemas de Limpieza de Conductos (del libro "Calidad del Aire, Contexto Actual y Tendencias").

En las limpiezas y revisiones de calidad ambiental, no solo se debe tener en cuenta el polvo que pueda haber en conductos, también ha de verificarse la posible existencia de UFC (Unidades Formadoras de Colonias), que podrían implicar el crecimiento y proliferación de bacterias, levaduras o cualquier otro microorganismo, los cuales hay que destruir. Si en el diseño y ejecución no se hubiera tenido cuidado, es posible encontrarlos en casi cualquier tipo de edificio si bien restaurantes, supermercados, comedores o cocinas en colegios son más propensos a dicha aparición en los conductos. No hay que descartar que si en los conductos de los sistemas HVAC hubiera condensación (agua), igualmente esto favorece la aparición de óxidos, con ellos la posible aparición de microorganismos. También las baterías de los equipos HVAC (de agua fría o expansión directa), igualmente donde existe abundante humedad (zonas costeras, zonas próximas a ríos, pantanos o similares), son propensas a acumular microorganismos, especialmente hongos. Hay que pensar que la inmensa mayoría de patógenos, en caso de aparecer en una batería de agua o de expansión directa, meramente con echar agua por encima se irían (sería similar a echar agua a un coche lleno de polvo). En cambio los hongos son capaces de colonizar las baterías, creando como mallas y redes, con ello el resto de bacterias y microbios son capaces de colonizar e importante, estos equipos tienen seguidamente conductos de climatización a donde envían el aire al interior de las zonas habitables (salones, dormitorios, comedores, restaurantes, oficinas, retail, etc). Además de esto hay que pensar que las baterías de refrigeración, caso de que presenten este inconveniente, pierden eficiencia, es decir, el equipo en cuestión NO daría la potencia térmica necesaria. Los mantenimientos a estos equipos deben ser mucho más regulares y, en muchas ocasiones, se instalan luces ultravioletas germicidas capaces de evitar la proliferación, en gran medida, de los hongos, lo cual aumenta el tiempo de revisión y limpieza y evitan, a su vez, que cualquier patógeno pueda ser arrastrado por los conductos al interior, con ello no los respiramos, generando también considerables ahorros económicos al disminuir los mantenimientos.

Después de la revisión e inspección, se emitirá, por parte de la empresa que realice las inspecciones de calidad ambiental, su certificado o informe correspondiente de conformidad. Por otro lado, igualmente ocurrirá con las empresas de limpieza. Podría darse el caso de tener incluso que higienizar los conductos mediante el empleo de luces ultravioletas o sistemas similares, que los desinfecten si fuera el caso, e incluso que inyectaran siliconas sanitarias, para cubrir las zonas desinfectadas y mantener la higiene interior. En estos casos, la empresa de limpieza llega incluso a realizar fotografías de manera que acredita el trabajo realizado o realiza grabaciones mientras realiza la higienización (especialmente cuando se emplean robots de limpieza e higienización). Hay que pensar que incluso podría ser necesario raspar y pulir chapa si existiera óxido, de manera que quedara totalmente eliminado. Si esto ocurriera, posteriormente habría que cepillar, recoger los restos, higienizar (limpieza con luz ultravioleta o técnica similar) para, finalmente, proyectar siliconas higiénicas o sustituir la pieza.

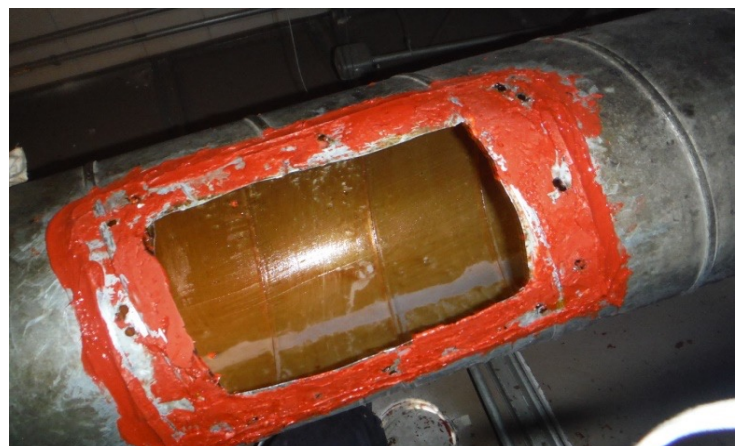
No podemos olvidarnos de las limpiezas a los conductos de las campanas de las cocinas donde, si no hay registros, es posible que la acumulación de grasa sea increíblemente grande y que, durante el empleo de la cocina, se produzca goteo y condensación hacia la zona de cocción propiamente dicha. Además de esto, la acumulación de grasa favorece que, en caso de incendio, el incendio se haga más violento, de ahí que en España se obligue a ubicar los registros correspondientes y que el conducto tenga

cierto grado de protección frente al fuego, para evitar la transmisión, en caso de incendio, de la cocina de un restaurante, por ejemplo, a las oficinas o plantas superiores con otras actividades.

La limpieza de conductos y elementos, en estos casos, debe ser mucho más cuidadosa hasta eliminar, por completo, la grasa.



Antes y después de la limpieza de la campana de una cocina industrial (cortesía de ISNI S.A. de C.V. y de Omakie S.A. de C.V.)



Abertura de registros en conductos de campanas de cocinas, para proceder a la limpieza (cortesía de ISNI S.A. de C.V. y de Omakie S.A. de C.V.)



Suciedad en tramos horizontales de conductos de campanas de cocinas industriales, (cortesía de ISNI S.A. de C.V. y de Omakie S.A. de C.V.)



Mismo conducto que el anterior una vez realizada la limpieza, (cortesía de ISNI S.A. de C.V. y de Omakie S.A. de C.V.)



Limpieza del extractor ubicado en la cubierta, (cortesía de ISNI S.A. de C.V. y de Omakie S.A. de C.V.)

## Las conclusiones que podríamos destacar de todo lo expuesto son:

- La calidad del aire es nuestro principal nutriente, el menos valorado y más desconocido
- Desconocemos en gran medida incluso lo que tenemos en nuestras propias casas o edificios en lo que a calidad del aire se refiere, con la exposición que tenemos a contaminantes, especialmente en interiores.
- La calidad del aire interior es peor que la exterior (aumenta la concentración de contaminantes si no se ventila adecuadamente y, como en gran medida los contaminantes se generan de manera constante necesitamos sistemas que eliminen los mismos de manera igualmente constante, la razón de ser de la ventilación mecánica)
- Como los daños por mala calidad del aire suelen ser a medio o largo plazo, se menosprecian.
- La calidad de la edificación no es meramente tener unos acabados notorios ya que de nada sirven si nos enfermamos e incluso si podemos desarrollar alguna enfermedad grave.
- La monitorización, en interiores, de la calidad del aire, contribuye a nuestra seguridad, tranquilidad y salubridad (como ya se ha indicado previamente, depende de lo que valoren su propia salud).
- Realizar revisiones e inspecciones de calidad del aire así como limpieza e higienización favorecerá el que suframos menos enfermedades y garantizará realmente la calidad de las construcciones donde residamos, trabajemos o tengamos ocio.
- Hay que dejar registros para poder llevar a cabo las actividades de limpieza e higienización, incluso en los falsos techos, es decir, para facilitar las actividades.
- Como consejo, consulten a empresas especializadas para hacer los trabajos de limpieza e higienización ya que en lo que a calidad del aire se refiere, una cosa mal hecha es igual que si no estuviera hecha.

[eam.nifersa.com.mx](http://eam.nifersa.com.mx)



**Con HxGN EAM gestiona tus activos bajo el enfoque de la NOM ISO 55000 incrementando la productividad, confiabilidad y disponibilidad de tus equipos**

**Conoce las ventajas de HxGN EAM con nosotros**

[eam.nifersa.com.mx/demo](http://eam.nifersa.com.mx/demo)

[contacto@nifersa.com.mx](mailto:contacto@nifersa.com.mx)



# ¿Cómo implementar de manera estratégica energías renovables en la Industria?



Bruno Ortiz  
Commercial Director at Acclaim Energy México



Muchas empresas actualmente se encuentran revisando o analizando proyectos de energía renovable, sin embargo, se enfrentan con escenarios poco atractivos o que parecen conllevar mucho riesgo. A continuación, le daré algunas recomendaciones para implementar las energías renovables de manera estratégica.

En principio, es necesario tener claro la definición de energías renovables, debido a que es muy común que se confundan con energías limpias. De acuerdo con el reporte de avance de energías limpias de 2018 publicado por SENER, se definen de la siguiente forma:

- Las energías renovables son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía, que se regeneran naturalmente y no liberan emisiones contaminantes.
- Son consideradas energías limpias aquellas fuentes de energía cuyas emisiones o residuos no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias.

La energía eólica, solar, hidráulica, oceánica, geotérmica y biomasa son consideradas energías renovables. Por otro lado, las energías limpias se conforman por la nuclear, cogeneración eficiente y otras como frenos regenerativos o licor negro.

Últimamente muchas empresas nacionales e internacionales se han pronunciado a favor de las energías renovables por dos factores muy importantes. Primero, la conciencia que se ha adquirido respecto al cuidado del medio ambiente y la tendencia por reducir los gases de efecto invernadero que se producen al momento de generar energía con combustibles fósiles, además de los daños provocados a todos los seres vivos incluyendo al ser humano. Como segundo factor, en México, relucen los grandes beneficios económicos que se obtienen de generar energía eléctrica a través de fuentes renovables.

Sobre el último punto, se debe considerar que, para calcular el costo total de producir energía eléctrica, se hace referencia a 'El Costo Total Nivelado de Generación (CTNG)\*', metodología avalada por organismos nacionales e internacionales para calcular el costo de generación eléctrica.

Con base en esta metodología, el costo total se compone de la siguiente manera: el 65% corresponde al costo de la generación, un 10% a los costos de transmisión y el restante 25% a los costos de distribución. Como ejemplo, tomaremos un ciclo combinado como referencia, siendo la tecnología más utilizada para generar electricidad en México. En este caso, se puede concluir que el mayor costo de la energía está representado por la generación, una gran parte de este costo destinado al precio del combustible. La fluctuación del costo de los combustibles puede generar un sobre costo en la generación, situación que no se presenta en la generación de energías renovables. Pero entonces, si generar con fuentes renovables es mucho menos costoso y no genera emisiones de CO<sub>2</sub>, ¿por qué no generamos únicamente con energías renovables? La respuesta es, debido a su disponibilidad, la energía solar solo puede producirse durante el día, el viento no sopla constantemente y la hidráulica depende de las estaciones y sequías, además de los altos costos de construcción, la planeación e inversión en infraestructura y la alteración de ecosistemas.

En consecuencia, mientras la tecnología no pueda desarrollar sistemas de generación que puedan producir energía eléctrica de forma constante y sin impacto ambiental o bien, sistemas de almacenamiento más eficientes, requeriremos utilizar combustibles de transición como el gas natural. Aquí es donde las energías limpias pueden ayudarnos a seguir produciendo energía con relativo bajo impacto al ambiente. La cogeneración eficiente tanto en pequeñas plantas de generación en sitio, como en grandes plantas de ciclo combinado es la mejor alternativa de energía limpia, ya que los costos de producción se pueden reducir en hasta un 50% comparados con la generación eléctrica convencional. La combinación de ambas fuentes de generación (tanto la cogeneración eficiente y fuentes renovables) es la mejor opción para el cuidado del medio ambiente y además típicamente reducen significativamente los costos de energía eléctrica. Estos costos, en algunas industrias, representan una gran parte del costo total de su producto.

En general, existen dos maneras o esquemas para poder implementarlas de manera estratégica. En México, la generación en sitio parece estar tomando impulso en los últimos años, por tanto, considerar este tipo de proyectos puede ser una buena opción. Para contemplar estos proyectos, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Para paneles solares, la primera limitante es que el espacio disponible limitará la generación, así como la capacidad del techo para soportar el peso y las restricciones de terceras partes si el edificio no fuera propiedad de la empresa. También es muy importante que en análisis de factibilidad se contemplen las eficiencias de cada fabricante, ya que estas no son las mismas, aunque se esté comparando capacidad de generación idénticas. Y, por último, se debe de tomar en cuenta el costo de la generación restante que estará pagando a su proveedor actual. Pudieran existir restricciones o cargos adicionales si tiene un contrato de suministro en el Mercado Eléctrico Mayorista o por Autoabastecimiento. En caso de que la empresa esté contratada con CFE Suministro Básico, por ejemplo, se debe de contemplar la posible volatilidad del presupuesto al estar expuesto en cierto porcentaje del volumen a esta fuente externa de suministro complementario. Habría que calcular la eficiencia de los equipos a través del tiempo para proyectar el posible presupuesto de la empresa. La exposición a tarifas más caras, el compromiso en exceso de suministro de energía versus generación, etc. reduce considerablemente la factibilidad del proyecto.

- Dependiendo del tipo de industria, se puede verificar la viabilidad de proyectos de biogás o biomasa. En estos, es importante que los desechos se mantengan constantes y en cantidades suficientes, de otra manera, no hará sentido económico el proyecto.

- Si algunas de estas opciones no son viables, probablemente se debería considerar, el almacenamiento con baterías. Una de las maneras en que se puede utilizar esta tecnología es cargando el sistema en un horario donde el cobro por la energía es menor y descargándolo en un horario donde el cobro es mayor, por ejemplo, los horarios base y punta.

Otra de las alternativas confiables que generan ahorros considerables es el cambio de proveedor de energía eléctrica por medio de un suministrador calificado que opere en el Mercado

Eléctrico Mayorista (MEM). Existen alternativas como suministro que provenga de fuentes renovables y suministro firme, como lo es la generación a través de ciclos combinados. Existe un importante número de suministradores que pueden ofrecer estos esquemas de suministro.

Cabe mencionar que el riesgo de este tipo de suministro es relativamente bajo, debido a que este esquema se encuentra resguardado por nuestra constitución y la propuesta de reforma impulsada por la actual administración no fue aprobada por las cámaras. Además, México está obligado por acuerdos internacionales, tanto a reducir sus emisiones contaminantes, como a garantizar la libre competencia de empresas extranjeras que invirtieron confiando en el marco legal. Por lo tanto, desde el aspecto regulatorio, los consumidores están protegidos para incursionar en estos esquemas.

Las consideraciones de este tipo de contratos son muy variadas y dependerán de las condiciones que estén ofreciendo los suministradores en función de, la demanda, la ubicación geográfica de los centros de carga donde se va a consumir la energía, el producto que estén ofreciendo, la cantidad de suministradores que estén participando en el proceso y la estructura comercial incorporada en cada una de las ofertas.

En este sentido, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- El producto ofrecido se debe de adaptar a su perfil de consumo, es decir, el modo de consumo de energía en el centro de carga es determinante para definir el producto a contratar y definir el riesgo al que se pueden exponer.
- Llevar a cabo una licitación para elegir a su proveedor es importante. Durante el proceso de licitación, se deben de analizar ofertas en base a modelos que contemplen comparaciones equitativas. En este caso, la energía no es como cualquier otro commodity, existen diferentes condiciones comerciales ligadas a la fórmula de energía con la cual le realizaran los cargos, lo cual vuelve muy complejo la comparativa, especialmente cuando los documentos presentados inicialmente en la oferta contienen poca información. Es decir, deberá realizar análisis de sensibilidad, modelos de predicción, análisis de riesgos y discusiones con los proveedores para poder comparar una oferta contra la otra. Es de mucho valor poder contar con un benchmarking de lo que su futuro suministrador y otros suministradores están ofreciendo a otras empresas similares a la suya para poder tomar una decisión informada con la mayor cantidad de elementos posibles.
- Una vez que se determine cual oferta se adapta a sus necesidades y cumple con los ahorros esperados, se procede a negociar el contrato de suministro. Es importante conocer los términos y condiciones estándar de mercado para poder negociar un ganar-ganar donde ambas partes queden protegidas.
- Después de la firma del contrato es necesario monitorear que el suministrador esté cumpliendo con las condiciones pactadas, es decir, que las facturas mensuales reflejen las condiciones que se acordaron. Para ello, es necesario que mes con mes se revise que la facturación sea correcta. En el caso de haber discrepancias, se cuenta con un periodo corto para realizar los reclamos de manera técnica. Cualquier monto a favor o en contra puede generar situaciones

impredecibles en su presupuesto, por lo que es importante llevar este análisis con frecuencia repetitiva para evitar sorpresas.

- Además de verificar el cumplimiento del suministrador, es muy importante monitorear las variables a las que está sujeta la fórmula de la energía. Sobre todo, para administrar efectivamente su contrato y a su vez su presupuesto de energía. Es importante evaluar la posibilidad de cualquier optimización a lo largo del contrato de suministro. Un ejemplo de estas variables puede ser que el precio de la energía dependa del precio del combustible de la central generadora.
- Los contratos permiten que se realicen auditorías al mismo, por tanto, es un derecho contractual ejercerlo por el usuario.

Para poder hacer las evaluaciones pertinentes en este proceso, es crítico entender los requerimientos técnicos, económicos y de mercado que afectan a cada una de las opciones. Por ejemplo, el esquema de Autoabastecimiento no es recomendable ni posible en este momento por el alto riesgo político que se está viviendo el país. Esto no significa que este esquema no genere ahorros o que sea necesario cancelar los contratos actuales inmediatamente. Sin embargo, la situación actual si nos indica la necesidad de realizar un análisis cuidadoso de las alternativas disponibles, costo de oportunidad, riesgo regulatorio, opciones contractuales de una terminación anticipada, así como su impacto tanto en lo operativo como en lo económico.

Para consumidores industriales o comerciales de energía, una de las mejores opciones del momento es incorporar generación en sitio y suministro calificado a su portafolio para generar ahorros e incorporar energías de fuentes renovables a su empresa. Esto no solo ayuda al medioambiente, sino también producen ahorros que rondan entre un 15 a un 25% sobre la tarifa de CFE Suministro Básico. También, ayudan a cumplir con los objetivos de sostenibilidad corporativos, como los que tienen las empresas que se comprometieron a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y específicamente con la meta 7 referente a 'garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos'.

Como recomendación final, es importante asesorarse, recurriendo a una consultoría (no bróker) que apoye a evaluar todas sus alternativas. Realizar el proceso de manera interna implica recursos económicos, de personal y capacitación para especializarse en energía, además de la curva de aprendizaje. Un consultor reúne estas características y garantiza sus resultados, además de no distraerlo de cumplir con su negocio principal. La consultoría debe ser capaz de demostrar experiencia y también comprobar su trabajo a través de terceros.

Para concluir, estas recomendaciones deben alinearse a sus objetivos particulares como organización, metas de ahorro y de sustentabilidad. Y sobretodo, es crítico tomar decisiones informadas, con todas las ventajas y desventajas claras, y entendimiento completo de los beneficios y riesgos que conlleva el proyecto.






# Se acerca **PRECONLUB 2023**

15 y 16 de Junio





A portrait of Ivannia Murillo, a woman with long, wavy brown hair, wearing a black long-sleeved top with a bright pink belt and a black skirt. She is resting her chin on her hand and looking directly at the camera with a slight smile.

# Desarrollando a otras: Estrategias para desarrollo de talento con enfoque de género



Ivannia Murillo  
CEO Search Latam/Board Director CBA Costa Rica



**Al hablar de igualdad de género y sostenibilidad** es posible que, venga a nuestra mente empresas insignias como Google, Facebook, Netflix, entre otras, así como representantes de estas que han hecho famosas frases como: “Diversidad es que te inviten a una fiesta. Inclusión es que te saquen a bailar” (Verna Myers, VP Inclusion Strategy, Netflix).

Puede que al indagar un poco más nos demos cuenta de que estas grandes organizaciones han sido pioneras en poner sobre la mesa un tema del que hay que hablar, pero, sobre todo, han sido capaces de establecer los mecanismos operativos para que la inclusión sea una realidad, porque la diversidad existe, queramos o no verla. Por tanto, quizá no es suficiente afirmar que las empresas a las que pertenecemos son diversas, sino que debemos ir más allá para responder a la pregunta ¿Cómo estamos gestionando esa diversidad?

Al hablar de sostenibilidad hay muchos temas que aclarar y la situación parece ser bastante más simple de lo que creemos.

Primero, les invito a romper el paradigma de que hablar de empresas sostenibles es hablar de empresas grandes, entendiéndolo desde el número de personas que trabajan ahí, niveles de facturación o si se cotiza en la bolsa de valores.

Mi primera invitación es a no “Inventar el agua tibia”, es decir, ya hay un marco de trabajo sobre el cual nos debemos guiar y son los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Conocidos como ODS, fueron adoptados en el 2015 como un compromiso con un conjunto metas globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todas las personas.

Para alcanzar estas metas, todos tenemos que hacer nuestra parte: los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y las personas desde nuestra responsabilidad individual. Tengo una frase que utilizo con frecuencia para hablar de sostenibilidad: “Las personas hacemos organizaciones y las organizaciones hacemos países”.

Dentro de los 17 los ODS, la igualdad de género (ODS Número 5) se plantea no solo como un derecho humano básico sino como uno de los fundamentos esenciales para construir un mundo pacífico, próspero y sostenible. Son numerosos los estudios que comprueban los beneficios que tienen las empresas que han logrado mayor equidad en el acceso al trabajo en igualdad de condiciones para mujeres y hombres, principalmente aquellas en donde se ha logrado una mayor participación de las mujeres en roles de tomas de decisión. La mayor productividad, menor rotación, mayor innovación, mejora en el clima laboral, así como mejora en el rendimiento financiero son apenas algunos de los beneficios que trae consigo el tener organizaciones más paritarias.

En mi experiencia trabajando con empresas que desean empezar a poner en práctica acciones afirmativas para lograr la igualdad de género me encuentro con una tendencia bastante generalizada y es la duda de por dónde deben empezar. Algunas han empezado de afuera para adentro, es decir, pensando primero en las personas consumidoras lo que incluye cambios en la publicidad y comunicación de la marca, innovación para la introducción de nuevos productos y servicios para atender a este segmento de la población que domina los patrones de comportamiento y decisión de consumo, entre otros. Eso está bien, pero no es ni suficiente ni correcto, desde mi perspectiva personal.

Permítanme ampliar sobre el porqué considero que no es el camino correcto. Acá, se presentan dos posibles hojas de ruta: la primera es empezar a trabajar con el público interno (las personas que conforman nuestra fuerza laboral) y la segunda es trabajar el público interno y a la población consumidora de forma paralela. La decisión de una u otra dependerá, en gran parte, de los recursos humanos y financieros con los que cuente la empresa, de la agilidad que tenga para actuar y modificar lo que hasta ahora venía haciendo, así como de qué es aquello que prioriza la empresa: el talento que la conforma o la clientela.

El error de tomar la ruta alterna de solo atender a la población consumidora radica en que podríamos estar planteando una visión muy atractiva desde la perspectiva del marketing, las relaciones públicas y la comunicación de marca, pero obviando que, a lo interno de la organización, prevalecen prácticas que contradicen aquello que damos a conocer hacia el exterior y que, por tanto, lejos de contribuir a reducir las brechas de género, las ensanchan. Un error más garrafal aún sería no hacer nada bajo la visión miope de muchas personas que desempeñan roles de liderazgo que profesan la no discriminación o indican que trabajar el tema de género no es una prioridad para la estrategia de su empresa.

Ya sea que decidimos tomar primero la ruta 1 (público interno) o la 2 (público interno y personas consumidoras de forma paralela), es claro que partimos de una perspectiva humanista ya que, en cualquiera de las dos, el eje central es la persona.

Los programas de desarrollo de talento más exitosos que conozco son aquellos que se han puesto en práctica en empresas que

entienden que la equidad de género no es un tema de las mujeres sino de toda la organización y donde quienes desempeñan roles de liderazgo tienen la convicción que trabajar en reducir esta brecha no solamente es lo correcto, sino que también es un buen negocio.

Ahora bien, para reducir la brecha de género no solo debemos lograr mayor ocupación de las mujeres en la fuerza laboral y en posiciones de toma de decisiones, sino que debemos garantizar eliminar las diferencias salariales y evitar caer en la trampa de tener a mujeres en roles de liderazgo, pero en aquellas posiciones tradicionalmente femeninas.

No basta con tener a mujeres en posiciones de poder, sino que debemos garantizar que aquellas que hemos tenido el privilegio de ostentarlas, seamos mujeres con conciencia de género. Tener conciencia de género implica entender que no todas somos iguales y que existe también una amplia diversidad entre nosotras mismas.

Para ello, el feminismo ha acuñado un término: Interseccionalidad, el cual es un concepto que hace referencia a que aún dentro del movimiento feminista debe entenderse que el poder no solo es de la sociedad patriarcal que habitamos, sino que a las mujeres también nos atraviesan otras luchas como las relacionadas con la raza y la clase y por qué no decirlo también con la edad. Así que trabajar en el desarrollo de la mujer no es solo pensarlo desde el privilegio de clase y de raza, sino entender que hay otras condiciones de vulnerabilidad que no podemos obviar al poner en práctica acciones afirmativas a favor de la equidad.

Quisiera culminar con algunas recomendaciones prácticas para aquellas empresas que están pensando en comenzar la ruta hacia la paridad:

- Identifique las variables sociodemográficas de su población laboral con el fin de conocer las diferencias entre las distintas mujeres que conforman la empresa.
- Establezca mecanismos de atracción de talento y compensación equitativos para toda la población laboral.
- Ponga en práctica programas de mentoría mas no solo entre mujeres, sino entre estas y hombres que ostentan el conocimiento técnico del negocio.
- Facilite espacio de relacionamiento (networking) entre las mujeres de su organización, entre estas y hombres tomadores de decisión y aun con personas a lo externo de la compañía.
- Establezca compromisos públicos como un mecanismo para atender las brechas de género.

**Está bien no saber por dónde empezar, lo que no está bien es quedarnos en la parálisis. El Foro Económico Mundial dice que falta más de un siglo para lograr la igualdad de género, pero si todas las personas que conformamos las empresas hacemos nuestra parte, estoy segura que podemos hacerlo en menor tiempo.**



**ECC es el socio de pequeñas y medianas empresas (SME) para el logro de rendimiento de RAMS. Ofrecemos a las SME un muy buen descuento para Consultoría, formación y Software para RAMS y Gestión de Activos.**



**Nosotros ofrecemos un especial descuento para SMS en los siguientes servicios:**

- RAM Análisis
- Análisis de datos de vida (Weibul)
- FMEA & RCM
- Implementación del Programa de Confiabilidad y Mantenimiento
- Implementación del programa de apoyo logístico integrado (ILS)
- Proceso de gestión del mantenimiento
- Asset Management Implementation
- Implementación del Programa de Gestión de Riesgos
- Anlysis de seguridad funcional y SIL ( Raiwa-Automotive-Aerospace-Process)
- Entrenamiento en RAMS, ILS, AM y Maitenimiento 4.0

**Más Información acerca del soporte a las SME el link:**

<https://www.eduardocalixto.com/consulting-services/sme-consulting-service/>

**Mira también Servicio rápido de Consultoría Online:**

<https://www.eduardocalixto.com/consulting-services/online-consulting-service/>

# El monitoreo de condición como generador de conocimientos de la Gestión de Activos



María Alejandra Martínez

Ingeniera Mecánica, gerente y fundadora de IDC Ingeniería de Confiabilidad SAS.



En este artículo relacionaremos tres aspectos claves, el monitoreo de condición, la industria 4.0 y la gestión de activos, esto con el objetivo de visualizar como a través de los datos adquiridos a partir de diferentes técnicas de inspección, se puede generar conocimiento que permita a las organizaciones tomar decisiones oportunas y orientadas a la optimización del ciclo vida del activo durante cada una de sus etapas.

**Se cree que el monitoreo de condición o también llamado mantenimiento predictivo ya está cubierto en la gran mayoría de las organizaciones industriales, por lo que dejamos de verlo como un foco clave y de soporte en los procesos de transformación que estamos viviendo, sin embargo, esto podría estar lejos de la realidad.**

A través de la historia hemos visualizado como el desarrollo que nace desde la primera revolución industrial ha tenido un impacto en la productividad y la economía, partiendo desde la máquina de vapor, pasando por diferentes etapas como la electricidad, producción en serie, computación, internet, automatización, entre otras, lo que ha mostrado un comportamiento similar en su impacto en el sector económico, donde inicia con un incremento desde el punto de vista de la inversión, empieza a decrecer y llega a un punto de sostenibilidad a través del tiempo, sin embargo, en la actualidad hablamos de diferentes procesos de transformación casi de manera simultánea, lo cual exige que encontremos puntos de convergencia que nos lleven a implementaciones exitosas.

En la industria nos vamos a concentrar en 3 procesos claves, la transformación digital, la transformación cultural y la gestión de activos, los cuales a su vez se soportan en un sin número de metodologías y filosofías, aunque puede parecer abrumador como llevarlas a la realidad en cada contexto organizacional, estos procesos deben articularse entre ellos para ganar batallas cortas que les permitan mirar a largo plazo.

Existen algunos mitos en las organizaciones que hacen aún más complejo que estas implementaciones lleguen a resultados exitosos, de alto impacto y sostenibles, los cuales podrían resumirse en 3:

### **1. Las iniciativas de transformación son un proyecto con principio y fin, con un área como único dueño y responsable de los resultados.**

Este es sin duda el primer paradigma que debemos abordar si deseamos embarcarnos en un proceso de transformación en nuestra gestión de activos y es que si bien, es idóneo aplicar metodologías de proyectos tanto ágiles como tradicionales, la transformación es un proceso de mejora continua que se ajusta a cada contexto organizacional y planeación estratégica, el cual se debe abordar desde una perspectiva holística que permita involucrar a toda la organización, esto no quiere decir que no existan áreas/roles específicos que lideren y guíen estos procesos, pero solo generando un lenguaje común en los niveles estratégico, táctico y operativo, se logrará el cumplimiento de objetivos comunes.

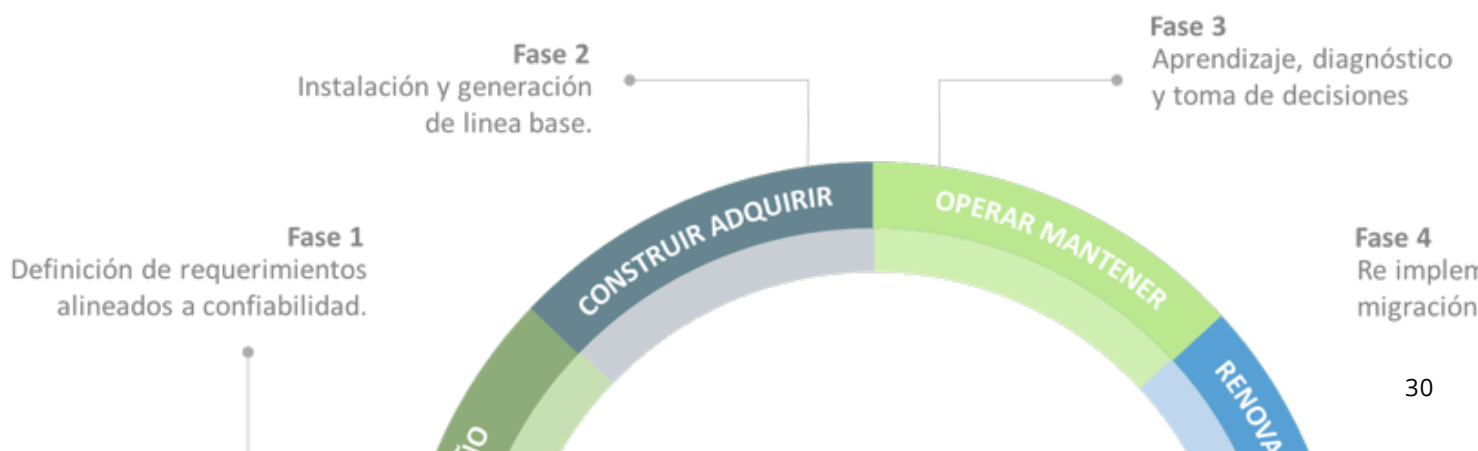
### **2. No todas las compañías cuentan con el nivel de madurez necesario para emprender procesos de transformación.**

En muchas ocasiones escuchamos gerentes excusarse en la falta de herramientas tecnológicas, en la vejez de la maquinaria, en el tamaño de la organización, entre otras, para no emprender implementaciones relacionadas con la gestión de activos e industria 4.0, sin embargo, como bien lo sabemos, esto podría impactar en el futuro de la misma, lo que se debe aplicar es un conocimiento profundo de la organización, esto puede ser a través de diferentes metodologías de evaluación de madurez, que nos permitan visualizar los campos de mayor impacto y retorno que le den viabilidad a las inversiones en esta áreas.

### **3. Nunca es tarde para comenzar con la transformación.**

Si hay algo de los que somos testigos día a día, es del corto tiempo de vida que tienen las empresas, esto nos indica con claridad que, si no abordamos procesos de transformación a tiempo en nuestras organizaciones, corremos el riesgo de no ser competitivos ni sostenibles en el mercado.

Como consecuencia de los puntos anteriores, muchas organizaciones pierden el foco al momento de sus implementaciones, lo que impacta en la disminución del entusiasmo y la credibilidad en las diferentes metodologías que soportan estos procesos de transformación.



## Alineando el ciclo de vida del activo con aspectos de la industria 4.0

En primera instancia si buscamos puntos de convergencia entre la gestión de activos y la industria 4.0, es imperativo alinear el ciclo de vida a los elementos claves que debemos tener en cuenta en cada una de las fases, tal como se observa en la figura 1.

- **Diseño:** En esta etapa será fundamentalmente definir los requerimientos de variables, instrumentación, acceso, monitoreo, conectividad e integración mínimos, que soporten la estrategia de confiabilidad de la organización y estén alineados a la adquisición de datos claves para la toma de decisiones.
- **Construir Adquirir:** Se inicia con la instalación, integración con el sistema de control y otras fuentes de información existentes, finalizando con la generación de la línea base durante las pruebas de comisionamiento y puesta en marcha.
- **Operar y Mantener:** A partir de aquí se inicia el proceso de caracterización del activo en su contexto operacional, construyendo el soporte para el diagnóstico y toma de decisiones, basadas en riesgo y desempeño.
- **Renovar Disponer:** En la última etapa se deben tener en cuenta criterios tales como el costo de vida de los activos tangibles e intangibles asociados al monitoreo de condición, su obsolescencia.

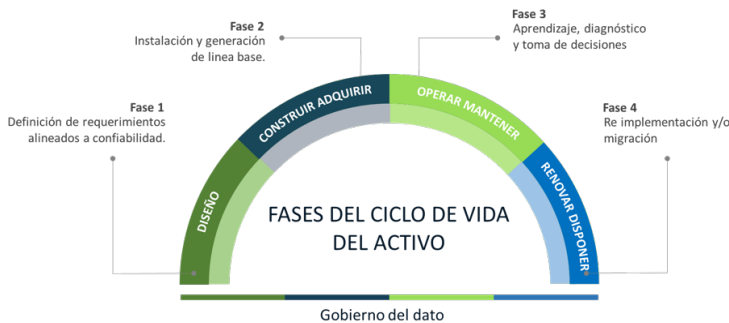


Figura 1. Alineación del ciclo de vida del activo con aspectos de la industria 4.0.

En cada una de las etapas que comprende el ciclo de vida de un activo hay decisiones a tomar, información a estudiar, costos a valorar, repuestos a establecer y múltiples análisis que ejecutar, sin embargo, es usual carecer de información de calidad que disminuya la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones, es allí donde el gobierno del dato desde la etapa del diseño será fundamental para la obtención de valor sobre el activo.

La gestión de activos busca un balance entre costo, riesgo y desempeño, en ese sentido uno de los retos principales que debe sortear una organización es el de la mitigación y anticipación a las fallas de sus activos, ya que estas impactan directamente en la disponibilidad, confiabilidad y finalmente la productividad, que afecta el cumplimiento de los objetivos estratégicos, es allí donde muchas oportunidades de mejora y el soporte a la toma de decisiones se pueden encontrar en el monitoreo del performance de los activos, figura 2.

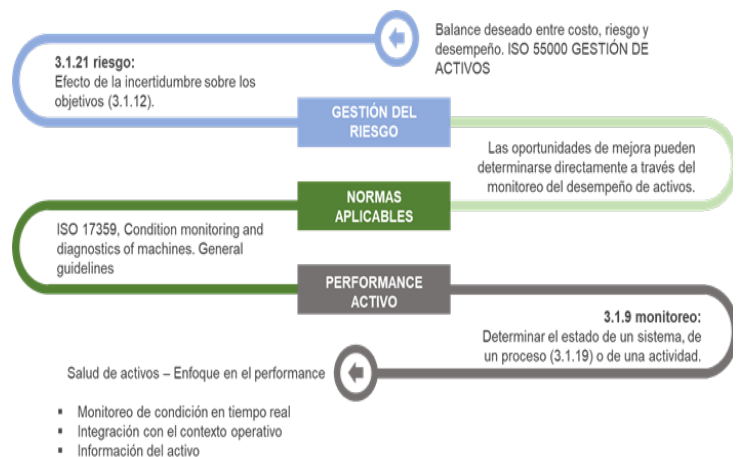


Figura 2. Relación del performance de los activos con la familia de normas ISO 55000-55001-55002 Gestión de Activos.

Uno de los grandes desafíos será la generación de conocimiento a través de la adquisición de datos, aspecto que ha sido fuertemente abordado, es habitual encontrar plantas industriales con un sin número de sensores, sistemas de adquisición en tiempo real, rutinas de inspección y demás herramientas que generan una cantidad significativa de datos, figura 3, sin embargo, es normal encontrar que esta data sea revisada posterior a eventos no deseados, con el único objetivo de establecer si hubo alguna evidencia de dicho suceso, evidenciando normalmente dos situaciones:

- Que si se presentaron desviaciones previas que no fueron tratadas a tiempo para una toma de decisiones oportuna
- Que los datos adquiridos no están relacionados con el fallo específico.

Si recurrimos a las definiciones establecidas en la norma ISO 55000 "Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología" de medición, proceso para determinar un valor y monitoreo, determinar el estado, podemos deducir que se ha abordado este desafío desde la perspectiva de la medición, que no siempre

desemboca en la capacidad de poder determinar el performance o el desempeño, que conlleve a una generación de conocimiento para una toma de decisiones.



Figura 3. Pirámide del dato.

En síntesis, lo antes descrito es precisamente la consecuencia de no establecer requerimientos de monitoreo de condición desde la etapa del diseño, que permitan su implementación en la puesta en marcha y generación de la línea base del comportamiento esperado, permitiendo establecer desviaciones de manera oportuna en su fase de operación.

Es por esto que se genera el siguiente cuestionamiento:

¿Cómo se podría gestionar de manera oportuna la condición, el riesgo y el desempeño de los activos, con el objetivo de anticiparse y evitar fallas que interrumpan la función y generen daños de alto impacto?

Para esto es imperativo desarrollar metodologías de trabajo sistemáticas las cuales permitan abordar la estrategia de monitoreo de condición desde una óptica de confiabilidad y gestión de activos, esto nos lleva a integrar las bases y fundamentos del RCM, abordando desde el entendimiento de la función y nivel de rendimiento requerido de los activos, sus modos de falla, probabilidad de ocurrencia y como estos serían evidenciados, estableciendo las condiciones de adquisición de datos, tales como variables de condición y de proceso, tipo de sensor, rata de muestreo, protocolos de comunicación, integración y conectividad, entre otros, permitiendo caracterizar el activo en su contexto operacional y la construcción de un indicador de salud. Para esto se consideran 3 aspectos claves que soporten la metodología descrita: probabilidad basada en data histórica, conocimiento específico en áreas involucradas (CBM, confiabilidad, instrumentación, IT) y protocolos de pruebas que permitan evidenciar los resultados en áreas piloto que posteriormente permitan su despliegue en un alcance mayor, figura 4.



Figura 4. Componentes claves en una estrategia de monitoreo de condición para construcción de indicador de salud de activos - RCDT (Reliability Centered Digital Transformation).

Abordar las implementaciones de monitoreo de condición bajo estrategias organizacionales de gestión de activos orientadas a soportar el cumplimiento de compromisos de disponibilidad, iniciativas de optimización, puesta en marcha de maquinaria nueva, seguridad de procesos y control de calidad en intervenciones, entre otras, permitirá orientarlo a la construcción de un indicador de salud de activo, identificación de ventanas operativas óptimas, detección de patologías de fallo en etapa temprana, optimización del ciclo de vida y gestión de repuestos, aspectos que serán claves para la generación de valor.

El monitoreo de condición o performance será un aspecto clave que las organizaciones industriales deberán considerar en sus estrategias de transformación orientadas a garantizar la sostenibilidad, y abordarlo desde una óptica de confiabilidad donde la adquisición de datos se enfoque en las variables relacionadas con los modos de falla, integrando diferentes fuentes de información, disminuirá los niveles de incertidumbre.

Por último, nombramos 7 pautas que serán fundamentales al momento de abordar una implementación tecnológica orientada al monitoreo del performance para gestión de activos.

- Definir muy bien el concepto de valor
- No perder de vista el Core Business, mantener un buen balance entre el negocio e implementaciones nuevas.
- Priorizar con inteligencia, alineación de las iniciativas con los objetivos estratégicos
- Establecer una estrategia con visión holística.
- Definir una hoja ruta que parta desde lo necesario, no desde lo posible.
- Involucrar metodologías de gestión de proyectos ágiles y tradiciones, que garanticen batallas tempranas.
- Educar traductores, roles capaces de presentar soluciones técnicas en el lenguaje del negocio y traducir estrategias a niveles tácticos y operativos para su desarrollo.

En definitiva, la gestión de activos, la transformación digital y cultural serán fuente de nuevas oportunidades de estrategia de negocios que surgen gracias a la aparición de las tecnologías, orientadas a lograr objetivos marcados en la generación de valor, la gestión del riesgo y el dinamismo de las organizaciones, alineando los diferentes niveles de gestión y sustentada en el liderazgo humano.

***“Todo pasa despacio, hasta que pasa de golpe.” Ernest Hemingway***



[www.nifersa.com.mx](http://www.nifersa.com.mx)



Permite que el mejor software de gestión de activos **HxGN EAM** te permita alcanzar la excelencia operativa

Conoce las ventajas de HxGN EAM con nosotros

[nifersa.com.mx/HxGN-EAM/landing/nit-servicios](http://nifersa.com.mx/HxGN-EAM/landing/nit-servicios)

[contacto@nifersa.com.mx](mailto:contacto@nifersa.com.mx)





# Leonardo Vieira

Co founder Tractian

## Leonardo, cuéntanos un poco más acerca de ti. ¿Cuál es tu rol en TRACTIAN?

Soy fundador y CEO de TRACTIAN en México. Estudié la Licenciatura en Administración de Empresas en la Universidad de Akron, en Ohio. Antes de comenzar en TRACTIAN, estuve a cargo de la estrategia de lanzamiento al mercado y ventas de un fabricante internacional de bombas hidráulicas.

Siempre he sentido pasión por la industria. Disfruto entender el funcionamiento de las máquinas y pasar tiempo en el taller.

## Cuéntanos cuáles fueron los principales retos que enfrentaste cuando inicié TRACTIAN.

La industria y los ingenieros estaban cansados de los proveedores que ofrecían soluciones “nuevas”, a sabiendas de que era más de lo mismo. Cuando llegamos al mercado, con una propuesta robusta y tecnología de punta, el mayor reto era convencer a los primeros usuarios de utilizar una solución novedosa, diferente y más eficiente que la competencia.

Sin duda, estamos muy agradecidos con nuestros primeros clientes, pues ellos nos abrieron paso en el sector. Hoy monitoreamos más de 30,000 máquinas para más de 500 clientes industriales, gracias a la confianza que depositan en nosotros para vigilar sus activos.

## México muestra un interesante potencial de crecimiento en el sector industrial. A más de un año de haber comenzado operaciones aquí, ¿cuál es el objetivo para TRACTIAN en el país?

Hace tiempo que vivo aquí. Me encanta este lugar, porque es un país generoso, que sabe tratar a la gente. Por eso, el objetivo que trazamos para TRACTIAN en México es ambicioso.

Durante este tiempo noté que, en efecto, la industria es un sector clave para México. Te doy un dato: la estimación más reciente de la Secretaría de Economía apunta que la participación del sector industrial en el PIB nacional es de 40%. Mi meta es contribuir a la mejora de este país, a través del desarrollo de tecnología de punta, que fortalezca al sector.

Nuestro objetivo es poner esta tecnología a disposición de los trabajadores de primera línea de las industrias, porque sabemos que puede facilitar considerablemente su vida laboral, mientras que las empresas pueden ver beneficios en el corto plazo. Con nuestra solución, sus máquinas funcionarán por periodos de tiempo más prolongados y estarán protegidas gracias al software de monitoreo que les avisa tan pronto ocurre una falla, por mínima que sea.

En este momento, me encuentro profundamente involucrado y comprometido con la formación y el desarrollo de estos trabajadores. Estoy convencido de que son la columna vertebral de las industrias más importantes del país, que son las y los encargados de hacer girar la economía.

De ahí que hayamos decidido invertir en Predyc, una plataforma de aprendizaje para profesionales del mantenimiento, pues creemos que el entrenamiento y la actualización constante de los trabajadores son clave para la mejora del sector.

Hoy trabajamos para que mañana todas las industrias del país, sean grandes o pequeñas, utilicen TRACTIAN como una herramienta clave de su labor diaria.

## ¿Cuál es tu visión de futuro para la industria en Latinoamérica?

Considero que el futuro de la industria manufacturera en Latinoamérica es muy prometedor. La región cuenta con una abundante mano de obra calificada, recursos naturales, y una posición geográfica estratégica para satisfacer la creciente

demanda de productos manufacturados por parte de Estados Unidos y otros países del continente.

Además, la adopción de tecnologías avanzadas como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (AI) y el mantenimiento predictivo, contribuyen a que las empresas incrementen su eficiencia y reduzcan costos de producción.

En México, por ejemplo, el sector automotriz es uno de los más importantes de la economía y representa una gran oportunidad para la inversión y el crecimiento en la región. El valor agregado de la industria manufacturera mexicana aumentó un 2,9% en 2019 en comparación con el año anterior, y se espera que para 2023 alcance un crecimiento del 4.1%. Esto representa una tendencia de crecimiento sostenido.

En TRACTIAN estamos al tanto del momento en que se encuentra el sector. Como oferentes de tecnología para el sector, estamos preparados para ayudar a las empresas en la región a adoptar innovaciones que les ayuden a mejorar su eficiencia y a fortalecer su competitividad.

Nuestras soluciones de monitoreo y mantenimiento predictivo son de utilidad para las empresas para reducir costos de mantenimiento, aumentar la vida útil de los activos y mejorar la eficiencia operativa. Como resultado, estamos seguros de que TRACTIAN puede ser un aliado estratégico en el crecimiento y la transformación de la industria manufacturera en la región.

## **La integración de la Inteligencia Artificial en el piso de planta ya es una realidad. Sin embargo, existe preocupación respecto a que esto vulnere la demanda laboral de profesionales de mantenimiento. ¿Cuál es tu opinión al respecto?**

Estoy seguro de que la inteligencia artificial y los avances tecnológicos pueden ser un aliado de todo el personal de mantenimiento. Pienso que la tecnología no sustituirá trabajadores, por el contrario, será una aliada clave para desempeñar sus labores.

Bien utilizada, la tecnología puede ayudarles a optimizar su tiempo, permitiéndoles enfocarse en tareas más estratégicas, y de esa manera reducir la demanda física y mental que conlleva su trabajo.

Las soluciones de mantenimiento predictivo y monitoreo de activos utilizan tecnología avanzada, como la inteligencia artificial (AI) y el aprendizaje automático (ML) para recopilar y analizar datos en tiempo real sobre el rendimiento de los equipos. Esto ayuda a predecir problemas y fallas antes de que ocurran, permitiendo al personal de mantenimiento actuar antes de que ocurran paradas en la producción que generen costos elevados.

Tan sólo para darte un panorama general, recordarás que hace un momento te decía que monitoreamos más de 30 mil activos en 500 empresas diferentes. Bien, pues todas estas máquinas producen alrededor de 2 millones de inputs diarios, a partir de los cuales nuestra tecnología patentada perfecciona su modelo predictivo. Nada de esto sería posible sin el input más importante: el de los trabajadores que se encargan de darle mantenimiento a estos activos.

Por eso, prefiero ser optimista que pesimista cuando se trata de nuevas tecnologías. Recuerdo que en el comienzo de siglo no pocas personas decían que internet pulverizaría nuestro pensamiento crítico. Yo preguntaría, ¿acaso no se ha visto que la adopción de internet y el uso de motores de búsqueda han contribuido a nuestro desarrollo como sociedad?

Es cierto que las curvas de aprendizaje pueden ser largas, pero en mi opinión, las nuevas tecnologías para la industria y el sector de mantenimiento son una oportunidad. Es con esta mentalidad que queremos desarrollar nuestros productos y soluciones.

## **¿Cuál es la ventaja competitiva que tiene Tractian en comparativa con otras soluciones?**

Puedo decir con seguridad que Tractian es la mayor referencia en el monitoreo en línea de máquinas industriales. United States Patent and Trademark Office (USPTO), la principal institución de patentes del mundo, ha concedido una patente a la tecnología de predicción de fallas de TRACTIAN, esto gracias a que nuestra tecnología es la ÚNICA que no sólo detecta fallas y avisa cuando algo va mal sino que proporciona diagnósticos precisos y exactos sobre cada tipo de falla y brinda a los técnicos de mantenimiento las soluciones al problema – les dice cómo deben actuar.

Sabemos que hay soluciones que detectan fallas, o dicen hacerlo, pero sólo el sistema TRACTIAN es capaz de prescribir las fallas y enseñar exactamente cómo actuar. Así que, nos alegra saber que la USPTO está de acuerdo con nosotros.

Otra gran diferencia es el ecosistema de nuestras soluciones. Tenemos disponibles en una única plataforma soluciones para anticipación de fallas mecánicas y eléctricas, consumo energético y reducción de gastos específicos de cada máquina, además de un software enfocado en la gestión del mantenimiento, órdenes de trabajo, inventarios y visualización centralizada de todos los indicadores de mantenimiento, todo en una única plataforma, mientras que otras soluciones resuelven (o dicen resolver) un aspecto específico dolor específico y conocemos el dolor de cabeza que implica tener varios sistemas en una empresa.

## **Sabemos que te gusta el deporte (Las carreras y el tenis). ¿Cual es la rutina del emprendedor Leonardo para lidiar con el trabajo?**

La vida y rutina de un emprendedor es muy intensa, por eso es prioritario encontrar maneras de distraer la mente para mantenerte productivo y con energía.

El deporte es un gran aliado para mí, intento correr 3 veces por semana y también jugar tenis 1 o 2 veces por semana, lo cual me ayuda mucho con el ánimo para afrontar todos los grandes retos del día a día. La lectura también es una de mis actividades favoritas y me ayuda a tener más conocimiento del mundo y a relajar la mente.

# Estudio de Causa de Fallo realizado al Turborreactor Viper MK540 de la Aeronave Aermachi, perteneciente a la Armada Argentina.



Viviana Rosalía Cantarela  
Ingeniero Mecánico Aeronáutico. Especialidad: Estructuras – Sistemas .  
Instituto Universitario Aeronáutico – Córdoba – Argentina.  
Especialidad: Estructuras – Sistemas.



*El 24 de octubre de 2007, durante un vuelo de adiestramiento, una aeronave de la PRIMERA ESCUADRILLA AERONAVAL DE ATAQUE sufrió un accidente de aviación en las proximidades de la BASE AERONAVAL PUNTA INDIO (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Como resultado del accidente uno de los tripulantes fallece.*

### Introducción

La Armada de la República Argentina es la rama naval de las Fuerzas Armadas argentinas, siendo uno de los brazos ejecutores del Sistema de Defensa Nacional, junto al Ejército y la Fuerza Aérea. Se compone por cuatro ramas principales: la Flota de Mar, la Infantería de Marina, la Aviación Naval y la Fuerza de Submarinos.

Figura 1 - Vista de modelo de avión Aermacchi MB-326 perteneciente a la 2.ª Escuadrilla Aeronaval de Caza y Ataque de la Armada de la República Argentina.



La Primera Escuadrilla Aeronaval de Ataque (EA41) fue una de las tres unidades de caza y ataque de la Armada Argentina. Tenía asiento en la Base Aeronaval Punta Indio, provincia de Buenos Aires; y contaba con aviones Aermacchi MB-326. Cumplía tareas de adiestramiento y adaptación para los pilotos recién egresados de la Escuela de Aviación Naval al pilotaje de aviones de reacción. De este modo, cumplía como el paso intermedio a la 2.ª Escuadrilla Aeronaval de Caza y Ataque que cuenta con aviones Super Étendard.



Figura 2 - Ubicación geográfica de la Base Aeronaval Punta Indio, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Tras el accidente en octubre de 2007 y al llegar al final de la vida útil de los aviones Aermacchi MB-326, de origen italiano, la Aviación Naval decide poner en reserva a los aviones y esperar la llegada de máquinas que los reemplacen.

## Investigación

A raíz de este accidente la Junta Permanente de Investigación de Accidentes de Aviación de la Armada Argentina procede a realizar la investigación pertinente.

De acuerdo con las declaraciones del comandante de la aeronave, durante el despegue de la aeronave, al querer retraer el tren de aterrizaje y el actuador de flap, el tren no inicia el ciclo de retracción. Ante esta situación el comandante de la aeronave le ordena al piloto no superar el límite de velocidad de tren abajo. En ese momento el motor entra en pérdida y no les permite sacar a la aeronave de la emergencia. La trayectoria de vuelo los llevaba hacia una arboleda y hacia los costados no tenían espacio para maniobrar. Esto motivó la decisión de eyectar, con el consecuente fallecimiento del piloto.

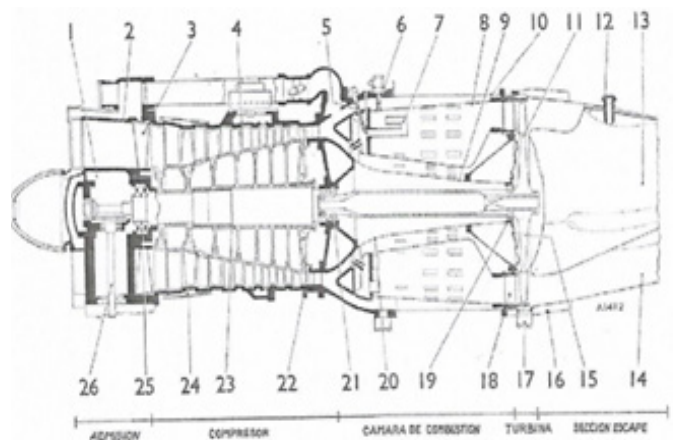
En ese momento como parte del cuerpo profesional de la Armada Argentina con la jerarquía de Capitán de Corbeta, con destino en el Arsenal Aeronaval Comandante Espora (Bahía Blanca, Provincia

de Buenos Aires), se formó parte del equipo de peritaje del motor. En lo personal, aun cuando tenía experiencia y conocimiento de los motores de los aviones de la Armada, nunca había trabajado con la presión de determinar la causa del deceso de una persona, en este caso puntual, del piloto.

En este artículo se intentará resumir los pasos de la investigación y la conclusión de esta. Dado que el informe original redactado por mi persona es propiedad de la Armada Argentina, y al no pertenecer a la fuerza desde el 2012, el registro fotográfico es una copia del mismo, y en algunos casos las fotos no son muy nítidas. Se agradece al Sr. Cap. Whamond la ayuda para conseguir algunas copias.

## Descripción

Esta aeronave estaba equipada con un turborreactor Rolls-Royce Viper MK540, el cual consta de un compresor axial de siete etapas acoplado directamente a una turbina de una etapa. La combustión se efectúa en una cámara anular. El conjunto está montado en tres rodamientos principales. Los sistemas de combustible, aceite y accesorios están ubicados en la zona fría del motor, la cual está aislada de la zona caliente por un parallamas fijado a la zona central.



Figuras 3-a Motor Viper, 3-b seccional del Motor Viper correspondientes a la aeronave Aermacchi MB-326.

## Desarrollo de la inspección

Verificación del estado del motor siniestrado a su llegada al Arsenal Aeronaval Comandante Espora. Encontrando las condiciones siguientes:

- Signos de quemadura en el exterior del motor, producto del incendio posterior al impacto contra el suelo.
- Numerosas partes de material fundido y adherido al exterior de este.
- Numerosos elementos sueltos que no pudieron identificarse como partes del motor.
- Abolladura en la nariz del motor (NOSE BULLET), lo que indicaba haber recibido un fuerte impacto.
- La caja de accesorios desplazada de su sitio.
- Daño en totalidad de los arneses debido al fuego.
- Daño severo a nivel de cárter de entrada de aire.

Para avanzar con la inspección, primeramente fue removida la media tapa del compresor, lo que reveló daños severos a la altura de la 4°, 5° y 6° etapa del rotor.

En el rotor se evidenció:

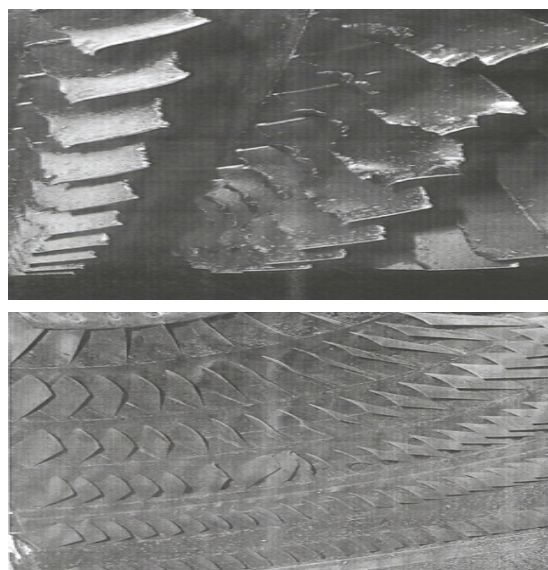
- ETAPA 0: 17 álabes con impacto
- ETAPA 1: 9 álabes con impacto
- ETAPA 2: 26 álabes con impacto
- ETAPA 4: totalidad de los álabes con daño severo
- ETAPA 5: totalidad de los álabes con daño severo
- ETAPA 6: totalidad de los álabes con daño severo
- ETAPA 7: 3 álabes con melladuras

En el estator se evidenció:

- ETAPA 1: 3 álabes mellados y 5 con impactos
- ETAPA 2: 1 álabe mellado y 5 con impactos
- ETAPA 3: 6 álabes mellados y 3 con impactos
- ETAPA 4: 3 álabes mellados y 9 con impactos
- ETAPA 5: 27 álabes con impactos y 4 álabes con daño severo
- ETAPA 6: 15 álabes con impactos
- ETAPA 7: 12 álabes con impactos.
- ETAPA 3: 37 álabes con impacto

## Planteo de la Hipótesis

Se pudo ver a simple vista daños en el motor debido a la ingestión de algún elemento que debía ser determinado. En general el modo en el cual se daña el compresor puede orientar en cuanto al tipo de objeto que ingresó provocando el daño.



Figuras 4-a, 4-b Condición encontrada en álabes internos de la primera etapa del compresor de la aeronave Aermacchi MB-326.

En este caso en particular se pudo observar que los álabes de primera etapa tenían impactos y melladuras y que las últimas etapas estaban muy dañadas, lo cual suele responder a una ingestión (FOD) con objeto metálico.

Las fuentes típicas de este modo de ingestión son cables de seguridad, tuercas, pernos, arandelas, remaches, pasadores de chaveta, accesorios y sujetadores de fuselajes y en algunos casos herramientas como destornilladores, alicates y escalas de metal.

Los artículos pequeños, como cables de seguridad, remaches y virutas de metal pueden causar daños leves, como abolladuras y marcas de golpes en las etapas delanteras del compresor, pero el daño del compresor suele ser más grave en las etapas traseras.

Esto se debe a que los objetos metálicos generalmente no se rompen al entrar en contacto con los álabes del compresor y continúan causando daños a medida que pasan por su interior. Debido a que las etapas traseras del compresor son más pequeñas que las etapas delanteras, comúnmente sufren daños proporcionalmente mayores que las etapas delanteras.

Con esta premisa se comenzó a buscar algún elemento o marca que indicara cual podría haber sido el objeto.

Se extrajo material encontrado en diferentes partes del motor, los cuales fueron enviados a laboratorio para determinar su composición.

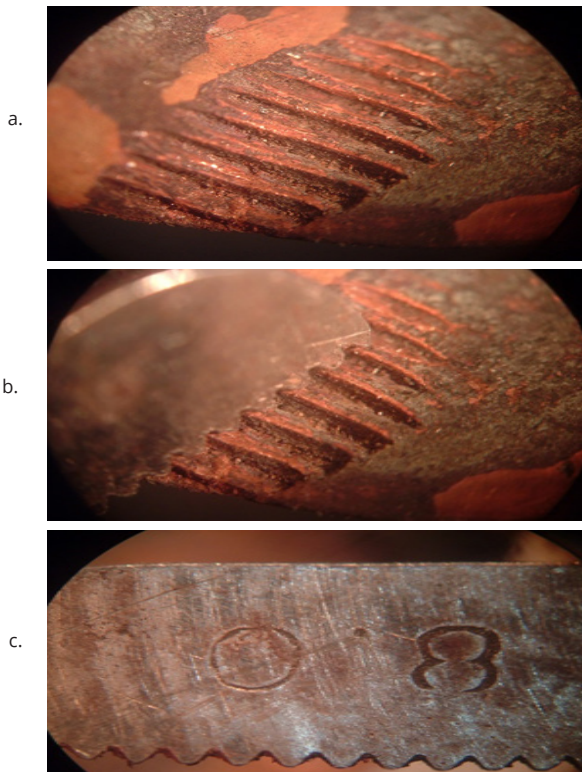
## Validación de la Hipótesis

Vale la aclaración en este punto, que por entonces no se contaba con los suficientes recursos tecnológicos para realizar la investigación, por lo cual se debió improvisar:

- La acción de Metrología contaba con un microscopio, pero el mismo no permitía sacar fotos. Se hizo fabricar en el torno una pieza adaptadora para poder colocar una máquina de fotos digital en el microscopio y así poder tomar imágenes.
- Una vez que se identificaba alguna marca en los álabes, era colocada la máquina de fotos digital y esta era tomada.
- El laboratorio de análisis de lubricantes colaboró con la identificación de los materiales encontrados, a través de ataques químicos para determinar su composición.

## ¿Qué es lo que se encontró?

**Carter de Admisión:** realizado el análisis con el microscópico se pudo observar en un álabe de la admisión, una impronta de características singulares. La misma se asemejaba a la dejada por un elemento roscado. Con un peine de rosca se pudo determinar que la métricas correspondería a un elemento de 5 mm de diámetro nominal.



Figuras 5-a, 5-b, 5-c Impronta en álabe de admisión, véase validación de paso de rosca con instrumento de medición de rosca.

**Rotor de Compresor:** además de los múltiples impactos observados durante el desarme, se pudo detectar una impronta de características similares a la descrita en el punto a) en el extremo de un álabe de la misma etapa. Por la posición de la impronta no fue posible obtener una imagen digital. Al finalizar la etapa N°2 se pudo observar en uno de los numerosos impactos, una impronta en el

borde de fuga de un álabe, con características singulares, las cuales pudieron asociarse al paso de una rosca de la misma magnitud que la observada anteriormente.

**Estator de Compresor:** además de los daños observados, con microscopio pudieron detectarse en 2 álabes, fisuras en el extremo inferior (pie de álabe). En ambos casos, la misma se extendía desde el borde de ataque hacia el borde de fuga. El análisis metalográfico posterior determinó que la fisura se produjo en forma instantánea, no habiendo indicios de falla de material.



Figura 6 Fisura en pie de álabe de estator

**Cámara de Combustión:** en su interior se pudo encontrar mucho material deformado, el cual fue enviado al laboratorio para determinar su procedencia:

- Algunas con aspecto de haber sido cabezas de un remache. El estado del material no permitía determinar el tipo de rotura.
- También se encontraron arandelas de aleación de aluminio.
- Una partícula de magnesio, trozos de un compuesto de color negro, duro pero quebradizo (se supuso que podía ser alguna resina termoplástica o algún material de características similares)
- Residuos carbonosos.

**Turbina:** al inspeccionarse los álabes con el microscopio, pudo detectarse en el borde de ataque de algunos álabes del rotor, impactos y metalización.

Realizado un ataque químico sobre la metalización observada, se pudo determinar que la misma correspondía a alguna aleación de aluminio.

La inspección visual sobre el estator de la turbina permitió identificar marcas de roce en dos sectores de este.

- En el caso del rodamiento frontal se observó sobre la superficie de rodadura de la pista interna, marcas de deslizamiento axial ubicadas en coincidencia con la posición angular de las bolas de rodamiento. Las marcas incrementaban su ancho desde la parte posterior hacia la anterior, siendo sobre esta que alcanzaba el borde frontal.



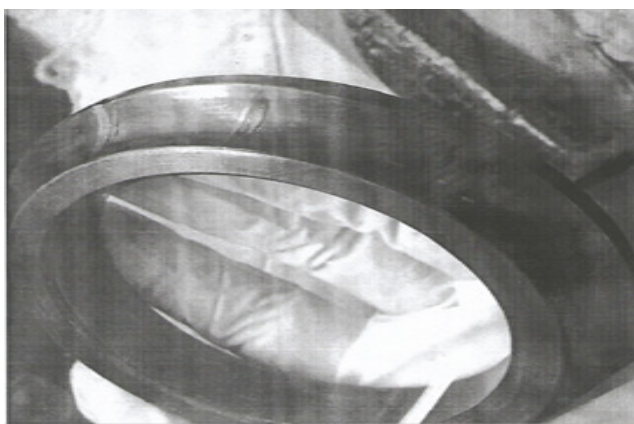


Figura 7 Pista interna rodamiento frontal

## Conclusiones Parciales

- La inspección visual del motor indicaba que el mismo habría impactado contra el suelo frontalmente.
- En función del daño observado en el compresor se pudo determinar que el mismo fue consecuencia de una ingestión con un objeto extraño. La característica de la ingestión se asimilaba a las que se producen por objetos metálicos a altas RPM.
- La impronta observada en el cárter de admisión correspondía a un elemento roscado de paso milimétrico. No fue posible determinar el origen del mismo, pero si se pudo asegurar que no pertenecía al motor, ya que todos sus componentes están en pulgadas.
- En las etapas posteriores del rotor del compresor se pudo observar una impronta, la cual respetaba las características observadas en cárter de admisión.
- La metalización de aluminio observada en la rueda de turbina permitió determinar que la ingestión se produjo con el motor a plena potencia, ya que el aluminio funde a partir de los 650 °C.
- Las marcas observadas en el rodamiento frontal permitieron asegurar que las mismas se produjeron con el motor detenido o a muy bajas vueltas en el momento del impacto contra el suelo. Asimismo, los restos de material encontrado en la cámara de combustión, indicaba que los mismos ingresaron con el motor detenido o a bajas RPM, ya que la temperatura de la cámara debió estar por debajo de la temperatura a la cual el aluminio pierde sus propiedades (450 °C).
- La inspección realizada sobre los accesorios (bomba hidráulica, componentes del sistema de combustible, válvula bleed, etc.) y que no se detallan en este artículo, no fueron contribuyentes en la causa del accidente.

## Conclusión final (Causa Raíz)

La conclusión presentada en el informe de la investigación fue la siguiente:

El daño del motor se debió a la ingestión de un objeto metálico.

Al no subir el tren de aterrizaje, el piloto retarda el acelerador para no superar la velocidad límite para esta situación, de acuerdo con lo establecido por manual de vuelo, lo que induce la apertura de la válvula de descarga de compresor, generando una situación inestable por las condiciones mecánicas en que se encontraba el motor (pérdida), lo que se traduce en una caída de las RPM y ruidos extraños.

La maniobra realizada no permite restablecer las condiciones del motor y la aeronave se precipitó a tierra impactando con el motor a muy bajas RPM o con motor detenido.

NOTA: Este peritaje fue una parte de la investigación total, y si bien la falla del motor fue una de las causas por la cual se resuelve la eyección de la aeronave, se determinó que el deceso del piloto fue consecuencia del desprendimiento del arnés del paracaídas durante la separación del asiento, cayendo al suelo en forma violenta.

La resolución de la justicia sobre la investigación, en la causa caratulada: "ARMADA ARGENTINA S/DCIA. SINIESTRO FATAL AERONÁUTICO BASE NAVAL PUNTA INDIÓ", procedente del Juzgado Federal de Primera Instancia N° 3, Secretaría N° 7, de La Plata, determinó:

A partir de dicha investigación se pudo establecer que tres fueron los hechos que afectaron al avión Aeromacchi ...: a) la imposibilidad de levantar el tren de aterrizaje; b) la falla en el funcionamiento del motor en virtud de la ingestión de un objeto extraño y c) la eyección y el desprendimiento del arnés del paracaídas del Teniente Alonso.

Respecto de la primera cuestión, se determinó que el motivo por el cual el tren de aterrizaje no subió después del accionar de la palanca de mando correspondiente se debió a una falla del circuito eléctrico, no pudiéndose especificar a cuál de ellas debido a la destrucción total de la aeronave. Asimismo, se estableció que, si bien el avión mencionado se encontraba a la fecha del accidente próxima a la finalización de su vida útil, de las constancias de autos surge que se encontraba en servicio y en condiciones de volar.

El daño en el motor obligó a la eyección de los tripulantes y, posteriormente, se produjo una falla en el sistema de seguridad de los arneses. De la conclusión del peritaje realizado por la Armada, surge que el daño en el motor se debió a la ingesta de un objeto metálico que impactó en los álabes de admisión de la turbina y progresó hasta las etapas posteriores, habiéndose producido dicha circunstancia con el motor a alta revolución, probablemente durante la carrera de despegue. Conforme a un examen de dicho elemento, se determinó que poseía un roscado de paso de 0,8 milímetros, que de acuerdo con la norma de rosca metálica correspondía a un tornillo de 5 milímetros de diámetro nominal.

Este trabajo fue un hito en el desarrollo de la profesión, iniciando un proceso de aprendizaje en análisis de falla, búsqueda de evidencias y análisis de hipótesis, lo cual fue de aplicación mientras transité la carrera en la aviación naval. En la actualidad, en la industria petrolera he podido aplicar lo aprendido en análisis de falla, ahora sobre equipos rotantes, como bombas, motores y especialmente en aparatos individuales de bombeo, con la misma disciplina y rigurosidad.

# Optimiza tu estrategia de mantenimiento y la productividad de tus equipos



Tarea finalizada



Fractal, la Plataforma de Mantenimiento Inteligente



fractal.com

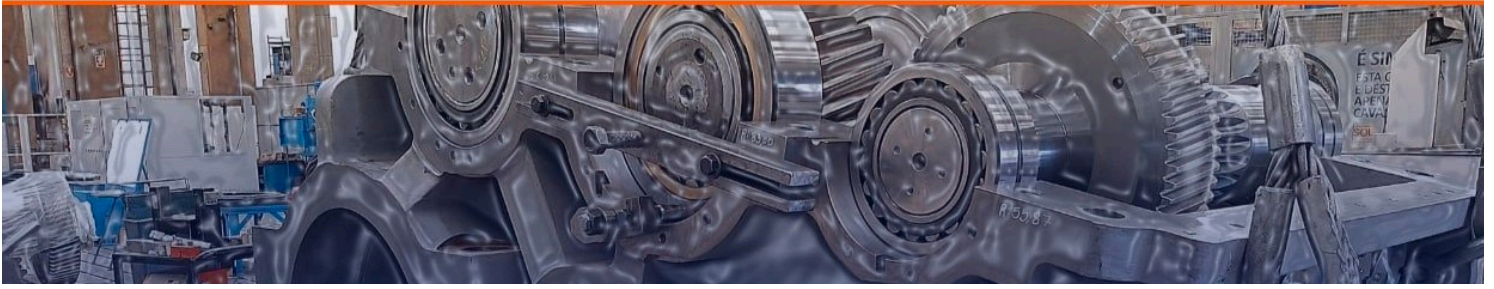
# Grasas, un aliado poco entendido



Jorge Alarcón.

Global Technical Manager, OCM  
jorge.alarcon@bureauveritas.com



**RELIABILITY****OIL ANALYSIS****LUBRICATION****MAINTENANCE**

Llevo algo más de 3 años viviendo en Houston, Texas y hasta el día de hoy, cuando hablo con algún amigo la primera frase que escucho es “Houston, tenemos un problema”. Una frase extremadamente popular que se ha convertido en un icono para la ciudad texana. Sin embargo, como suele pasar en muchas ocasiones existe una diferencia con la frase original. La NASA lanzó la misión Apolo 13 el 11 de abril de 1970 con el objetivo de realizar su tercer alunizaje, pero debido a una explosión en uno de los depósitos de oxígeno, que casi causa un desastre, el astronauta Jack Swigert se dirigió a la base y dijo, “Houston, hemos tenido un problema”.

Existe una gran diferencia entre tener un problema y haber tenido un problema.

Dentro del ámbito de la lubricación industrial, como en muchos otros, esto puede marcar la diferencia entre minimizar los efectos del problema o asumir las consecuencias del mismo.

Debido al escenario mundial en el que nos encontramos, la cadena de suministro de lubricantes está teniendo muchos problemas. Desde la falta de materia prima para producir aditivos, como lo ocurrido a Afton Chemical debido a las intensas lluvias en St.

Louis que el 26 de julio de 2022 tuvo que declarar una parada no planificada que puede afectar al mercado de aditivos, pasando por un desplome global en la disponibilidad de bidones metálicos para aceites/grasas donde China es el primer exportador mundial, hasta el encarecimiento del transporte marítimo con incrementos hasta de cuatro veces por contenedor y un largo etcétera de situaciones que nunca se habían visto, al menos no todas juntas en un plazo de tiempo tan corto.

En este pequeño artículo me centrare únicamente en las grasas industriales, debido al impacto en la disponibilidad de los activos que las grasas pueden generar en las plantas.

La industria mundial está sintiendo el efecto de las condiciones actuales y esto se traduce para el usuario final en un incremento en los costos de las grasas, baja o ninguna disponibilidad del producto y plazos de entrega extremadamente largos; 8 meses en algunos países. Lo que obliga al usuario a mezclar grasas de diferentes marcas o tipos.

## **Compatibilidad entre grasas, ¿qué sabemos?**

Tengo los ojos puestos en resultados de laboratorio de grasas desde hace algo más de una década, debido a la complejidad que implica su muestreo, análisis e interpretación; es un área con mucho espacio para el estudio e investigación.



Nunca vi nada parecido a lo que está sucediendo desde hace algo más de 15 meses y hablo a nivel global. Como puedes imaginar, la industria se ha visto obligada a mezclar grasas debido a alguna de las razones descritas anteriormente. En muchos casos las mezclas no han tenido efectos negativos en los rodamientos, pero en otros se han producido daños catastróficos o pérdida de vida en servicio de rodamientos.

En un último estudio sobre problemas de compatibilidad entre grasas, de un total de 29 casos analizados, 76% sufrieron un fallo funcional del rodamiento, mientras que un 24% un fallo catastrófico. En un 52% de estos casos se tuvo que reemplazar el rodamiento, algunas plantas programaron el reemplazo en un periodo inferior a 60 días mientras que una minoría cercana al 7% tuvo que esperar a que el proveedor del rodamiento lo tenga disponible.

De estos 29 casos, solamente 4, es decir un 14% realizaron un análisis de compatibilidad entre grasas antes de tomar la decisión de añadir la grasa nueva al rodamiento. Pero lo más sangrante de todo esto es que en 3 de estos 4 se dieron problemas de incompatibilidad y dos resultaron en un fallo funcional y uno de ellos en catastrófico.

Fig. 1

Fallo Catastrófico	Fallo Funcional	Reemplazo Rodamiento
7	22	15

Fig. 2

Análisis de compatibilidad	Incompatibilidad	Fallo Catastrófico	Fallo Funcional
4	3	1	2

Desafortunadamente, como ocurrió en estos casos, la determinación de si una grasa es compatible con otra se basó únicamente en el tipo de espesante. Para completar la película hace falta decir que internet está plagado de tablas de compatibilidad de espesantes de grasas y en muchos casos las fuentes no son fiables o bien son análisis realizados entre los años 70 y 80's, donde la química de estos productos era totalmente diferente a la actual.

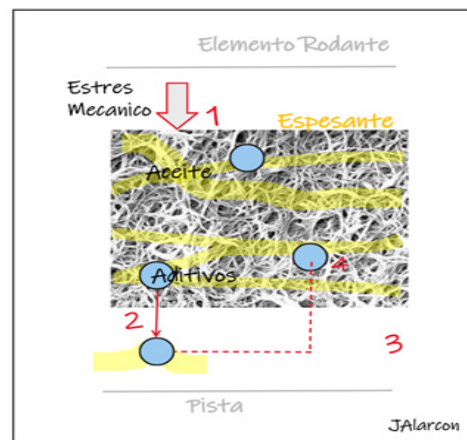
No hace falta ser un erudito en el tema de grasas para saber que la compatibilidad depende del tipo de espesante, el tipo de aceite base y el tipo de aditivos. Además, la norma ASTM D6185, sirve de guía para entender el comportamiento de mezclas binarias de grasas, aunque no es del todo representativa de lo que ocurre una vez que la grasa entra en servicio. Sin embargo, después de un extenso estudio desarrollando definir un factor que engloba a estos tres componentes de la grasa, el indicador global de lubricación (GLI por sus siglas en inglés) que es determinante cuando la grasa entra en servicio en el rodamiento y que por lo general es pasado por alto al momento de una evaluación, la cualidad de lubricación. Es decir, cómo lubrica.

A grandes rasgos, una grasa es un fluido no Newtoniano:

- Aceite: mineral o sintético
- Aditivos: que pueden estar disueltos en el aceite o en suspensión si son sólidos
- Espesante: una red de material que puede ser jabón o no jabonosa y que a su vez puede ser simple o compleja

Son, el aceite y los aditivos, quienes se encargan de lograr la lubricación. Es decir, la separación entre la pista y el elemento rodante mediante una fina película que en algunos casos es sacrificial.

Fig. 3



El espesante actúa como una esponja que retiene los agentes lubricadores en su estructura y que, bajo estrés mecánico, sea velocidad o carga, expulsa a dichos agentes para luego volverlos a adsorber en su estructura.

Esta propiedad intrínseca de la grasa se va perdiendo con el tiempo y también debido a otros factores propios de cada entorno operacional. Adicionalmente, la pérdida de propiedades físicas de la grasa puede deberse a la mezcla con otra(s), que tiene como resultado la pérdida de propiedades de lubricación y por consiguiente la reducción de la vida en servicio ya no de la grasa únicamente, sino también del rodamiento.

### Caso de Estudio: Cuatro de seis

En marzo de este año, recibí una de esas llamadas que comenzaba con un "Houston, tenemos un problema". La siguiente frase daba pistas claras del problema "la nueva grasa que estamos usando en los rodamientos es de muy mala calidad".

Una planta de extrusión había tomado la decisión de reemplazar la grasa utilizada en 6 rodamientos de una de las líneas principales debido al incremento de precio y falta de disponibilidad de la que tenían en servicio. Ambas grasas con un espesante en base Litio y en función de la información disponible en la red se concluyó que éstas eran compatibles. Al cabo de unas cuantas semanas un rodamiento sufrió un fallo catastrófico y en las rondas semanales se observó que otros tres habían sufrido un

incremento de temperatura de 18°C, por lo que se tuvo que detener su funcionamiento y cesar la producción de las líneas.

Un par de semanas más tarde y después de haber realizado los análisis de las 3 muestras de grasa (en servicio, la nueva y la mezcla) las conclusiones eran clarísimas. Ambas grasas eran de buena calidad, pero con características diferentes.

El GLI de la mezcla mostraba claramente que estaba muy alejado del mínimo requerido y que las propiedades de la mezcla no satisfacían los requerimientos de lubricación del rodamiento.

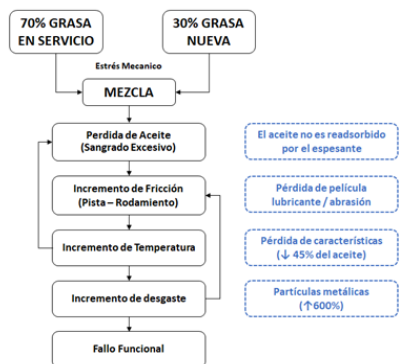
Fig. 4

Tipo de Grasa	Característica			K	GLI
	a	b	c		
En servicio	1	1	0	0.7	0.5
Nueva	1	0.6	0.7	0.4	0.3
Mezcla	0.8	0.3	0.3	0.2	0.1

Este caso refleja uno de los mayores problemas al momento de determinar la compatibilidad entre dos grasas. La compatibilidad no depende únicamente del tipo de espesante. Las características del aceite y los aditivos también necesitan ser analizadas y determinar su afinidad.

En este caso el mecanismo de reacción fue el siguiente:

Fig. 5



Una vez que la grasa ha perdido parte del aceite base (y con ella los aditivos disueltos), la temperatura se encarga del resto. Como resultado el interior del rodamiento contiene una pasta semisólida con una textura cristalizada, que es en mayor parte espesante carbonizado.

Fig. 6



Espesante en rodamiento desmontado

## Terminemos que se hace largo, ¿mezclar o no mezclar?

- Es importante tener en cuenta que la información disponible en la web no es del todo fiable o bien no se aplica a todos los casos y esto no ocurre únicamente con el tema de grasas.
- La determinación de la compatibilidad debe ser realizada por un laboratorio con experiencia no solo en el análisis de grasas, sino que también en la interpretación de los resultados. Existe una gran diferencia entre tener los resultados y definir el comportamiento de la mezcla en el rodamiento y para esto se requiere de conocimiento muy específico.
- Un test de compatibilidad debe incluir al menos:
  - Determinación de tipo y concentración de aditivos
  - Determinación del tipo de aceite base
  - Consistencia
  - Determinación reologica
  - Test tribológicos
- Evalúe periódicamente las grasas en servicio. Es necesario saber cómo se comportan y si aportan la lubricación que el rodamiento necesita.
- Reduzca las frecuencias de muestreo e inspección una vez que se ha añadido una nueva grasa al rodamiento.
- Un incremento del consumo de grasa suele ser un indicador de problemas, no necesariamente debe coincidir con un incremento de la temperatura del rodamiento.
- No realice una consolidación de grasas sin antes haber determinado los pros y contras de mezclar lubricantes y basar su decisión en un informe de laboratorio. Es muy cómodo tener una o dos grasas en planta, pero ¿bajo qué riesgo?
- Utilice al menos dos herramientas de PdM para determinar el estado de la lubricación del rodamiento.

Estas recomendaciones pueden representar la diferencia entre tener un problema y haber tenido un problema. Recuerde a Jack, el astronauta del Apolo 13.



Implementar KPIs  
en lubricación no es  
tan difícil como parece

**Gaspar Soto**

Ing. Mecánico

Coordinador de proyectos en OMC SAS



## Introducción

KPI es una sigla que proviene de las palabras del inglés “Key Performance Indicator”, en español “indicador clave de desempeño” Con la ayuda de un diccionario de inglés español voy a profundizar un poco en la etimología de cada una de las partes de la sigla.

Key = a way of explaining or achieving something.

Clave = una forma de explicar o lograr algo.

Performance = how successful someone or something is.

Desempeño = Que tan exitoso es alguien o algo.

Indicator = a fact, measurement, or condition that shows what something is like or how it is changing.

Indicador = un hecho, medida o condición que muestra cómo es algo o cómo está cambiando.

Luego de observar cada una de las partes que conforman la sigla en su idioma original podemos concluir que un KPI es un método, forma, camino de aplicar una métrica para cuantificar el desempeño de algo o de alguien y poder gestionarlo, intervenirlo y controlarlo.

## KPI en lubricación, ¿Qué medir?

La revista “Machinery lubrication” indica que la definición de las métricas para la gestión de lubricación en un principio no es muy evidente pero que el panorama se aclara resolviendo las preguntas indicadas como: ¿Cuáles son los objetivos para alcanzar? ¿En cuánto tiempo se desean alcanzar? Y yo agregaría: ¿cuáles son los recursos disponibles para alcanzar esos objetivos?

En lubricación hay muchos objetivos para medir y es deseable clasificarlos por familias. Por ejemplo: si deseamos monitorear la salud del activo a través de la lubricación debemos definir KPI para:

- Medir el desgaste de los componentes críticos lubricados.
- Medir el deterioro de las propiedades del lubricante que esta en servicio en los componentes críticos.
- Medir la contaminación que afecta la salud del lubricante.

## ¿Cómo medir?

Una de las formas básicas de métricas es contar, son muchas las variables cuantitativas y técnicas de operación, funcionamiento y salud que se pueden medir por medios ópticos y físicos. Un buen programa de análisis de aceite apoyado en un buen proveedor de laboratorio que entregue un informe práctico con gráficas claras será de mucha ayuda para medir indicadores claves como el desgaste de los componentes críticos en partículas por millón (ppm).

## ¿Dónde y cuándo medir?

¿Cuándo? Antes, durante y después de ejecutar un proceso de gestión de lubricación se deben medir todas las variables críticas para el contexto operacional que corresponda.

¿Dónde? En todas las etapas del proceso de lubricación y en todos los niveles se deben definir métricas claras de KPI para tener bajo control cada una de las variables involucradas en cada etapa y esto aplica a todos los niveles (estratégico, táctico y operativo).





Ilustración 2. Niveles de gestión. Fuente: cbmconnect.com

Uno de los indicadores fundamentales para medir la gestión de lubricación en el nivel operativo es el porcentaje de cumplimiento del plan de lubricación (%CPL).

### Implementación de KPI (%CPL)

$$\%CPL = \frac{OTLR}{OTLP} * 100 \text{ (EC1)}$$

Vamos ahora a desglosar cada uno de los términos de la ecuación anterior que llamaremos EC1

OTLR: órdenes de trabajo en lubricación realizadas

OTLP: órdenes de trabajo en lubricación programadas

El CMMS será de vital importancia para construir, implementar y controlar este indicador de cumplimiento del plan de lubricación ya que es obvio que se requiere llevar la estadística exacta de la cantidad de actividades de lubricación que contiene el plan y que son programadas para ejecutarse con una frecuencia determinada. A su vez del paquete de actividades de lubricación que se programen dentro de un periodo específico días, semanas, meses, años se requiere cuantificar cuantas de estas actividades se realizaron.

### El KPI de %CPL nos permite evaluar:

- La efectividad de los técnicos de lubricación.
- La cantidad del recurso humano necesario para dar cumplimiento al plan de lubricación.
- La planeación, programación y ejecución del plan de lubricación.

## Caso de éxito en la implementación del KPI (%CPL)

A continuación, voy a compartir con los lectores un caso de éxito en la implementación del KPI del porcentaje de cumplimiento del plan de lubricación llevado a cabo antes de la pandemia. En la tabla 1 podemos observar las actividades programadas, ejecutadas y el cumplimiento calculado por medio de la EC1 para las 5 plantas industriales de una misma compañía durante las primeras 3 semanas de implementación del indicador.

Se debe anotar que al finalizar cada semana se hacía un análisis del comportamiento del indicador y se planteaban acciones para el mejoramiento de este en la siguiente semana dándole prioridad en las plantas con el menor indicador.

El personal técnico ejecutor de las actividades de lubricación fue participe del análisis y planteamiento de soluciones a corto plazo que permitieran mejorar el indicador de manera continua. Al principio no se puede ocultar que el personal técnico era un poco escéptico frente a la implementación del indicador y en esta compañía no estaban acostumbrados a medir el cumplimiento de la lubricación lo que implicaba “un cambio de chip”.

Pero con el pasar de los días la resistencia al cambio que es natural en el comienzo de cualquier implementación fue disminuyendo al ver que el indicador comenzaba a mejorar y que la retroalimentación desde la jefatura de mantenimiento era positiva y constructiva.

Planta	Total Programadas \$	Total Ejecutada\$	Cumplimiento (%)	Semana
A	258	87	33.72	1
B	168	133	79.17	1
C	107	84	78.50	1
D	42	26	61.90	1
E	19	19	100.00	1
<b>TOTAL</b>	<b>594</b>	<b>349</b>	<b>58.75</b>	<b>1</b>
Planta	Total Programadas \$	Total Ejecutada\$	Cumplimiento (%)	Semana
A	337	178	52.82	2
B	40	29	75.50	2
C	116	78	67.24	2
D	30	25	83.33	2
E	13	13	100.00	2
<b>TOTAL</b>	<b>536</b>	<b>323</b>	<b>60.26</b>	<b>2</b>
Planta	Total Programadas \$	Total Ejecutada\$	Cumplimiento (%)	Semana
A	105	72	68.57	3
B	39	25	64.10	3
C	258	179	69.38	3
D	56	44	78.57	3
E	4	4	100.00	3
<b>TOTAL</b>	<b>462</b>	<b>324</b>	<b>70.13</b>	<b>3</b>

Tabla 1 Estadística de cumplimiento de lubricación en una industria. Fuente: el autor.

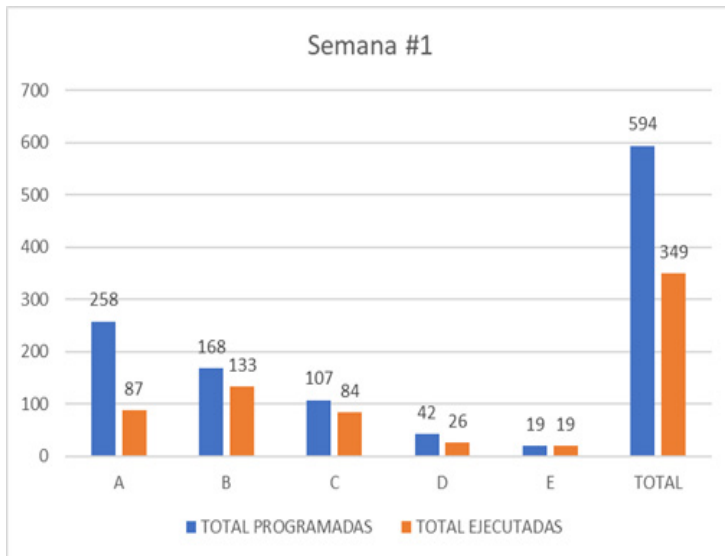


Ilustración 3. Gráfico de actividades programadas vs ejecutadas, semana 1

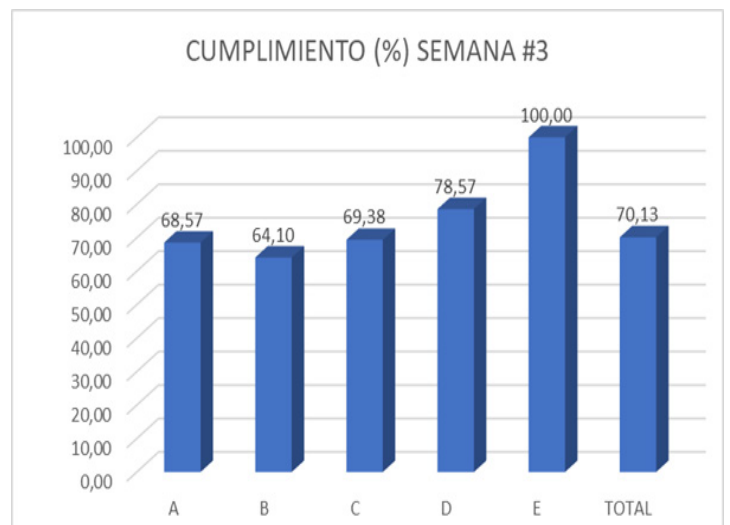


Ilustración 6. Gráfico de cumplimiento del plan de lubricación durante la semana 3, durante la semana 3, semana 1

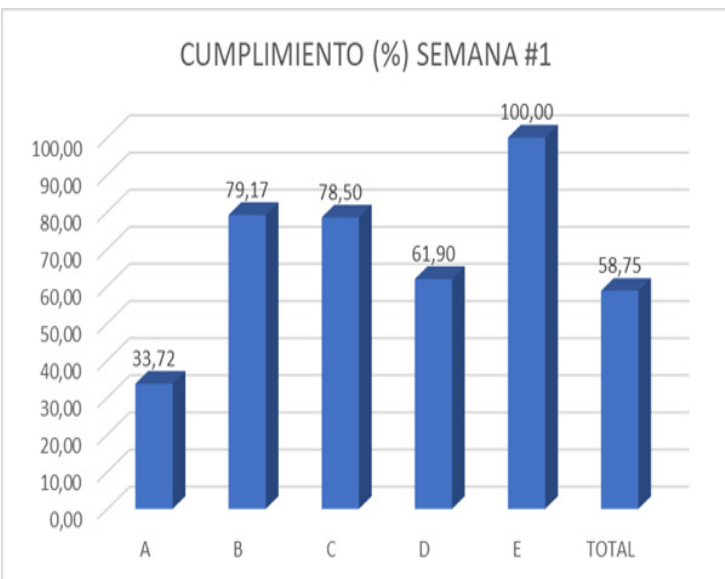


Ilustración 4. Gráfico del cumplimiento del plan de lubricación durante la semana 1

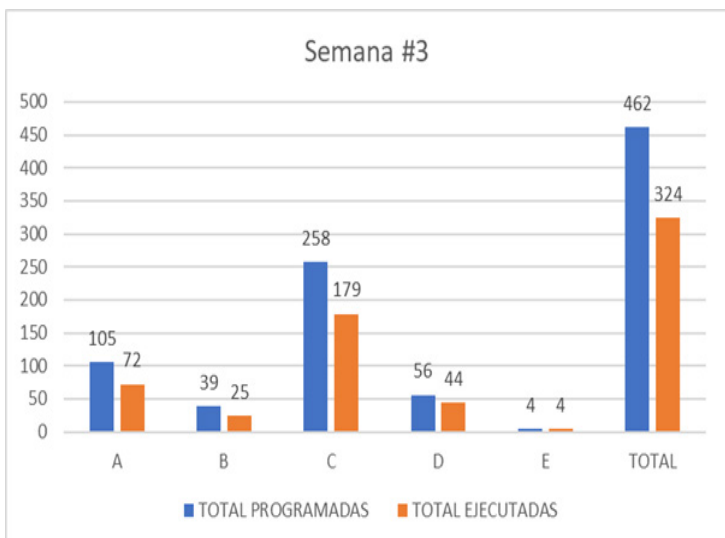


Ilustración 5. Gráfico de actividades programadas vs actividades realizadas durante la semana 3.

## Conclusiones

- Medir es el primer paso obligatorio para poder controlar la gestión de lubricación.
- Tener la gestión de lubricación bajo control por medio de KPI's implica que la jefatura de mantenimiento pueda ir a casa a descansar de forma tranquila sin esperar lo peor.
- Subir el indicador global de cumplimiento de lubricación en cinco plantas industriales que hacen parte de una misma compañía de 58,75% a 70,13% en tan solo tres semanas es un gran paso en el control de la planeación y programación de la lubricación industrial.
- Un KPI debe ser un camino hacia una cultura de control en la gestión de lubricación y no una moda o un simple número para perseguir y mostrar en auditorías internas y externas.

## Referencias

- <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles-estudiantes/> Diccionario en línea de la universidad de Cambridge. Fecha de la consulta septiembre 02 de 2022.
- <https://www.machinerylubrication.com/Read/31384/lubrication-program-kpis> Sitio web de uno de los artículos de la revista especializada en lubricación en idioma inglés. Fecha de consulta septiembre 02 de 2022.
- <https://esp.cbmconnect.com/recomendaciones-para-la-definicion-e-implementacion-de-indicadores-de-gestion-del-mantenimiento-del-equipo-estatico/> Sitio web. Fecha de consulta septiembre 02 de 2022.

# ¿Qué es la transformación digital para el Mantenimiento Predictivo?



Carlos. E. Torres

Cross-Industrial Condition Monitoring & Efficiency Expert · Machinery Fault Diagnostic Engineer · High-Tech Company Leader.



Todas las semanas hablo con ingenieros y gerentes de mantenimiento que están interesados en digitalizar su mantenimiento predictivo. En base a esa experiencia y en lo que hablo con mis alumnos de transformación digital me permito abordar este tema desde una forma conceptual.

## Los mitos de la transformación digital del predictivo

### Hay tres mitos que quisiera desmentir:

#### 1) Informatizar no es digitalizar

El hecho que implementemos un CMMS (Computerized Maintenance Management System) o que un departamento de informática desarrolle un software interno para gestionar órdenes de trabajo de mantenimiento no es un proyecto de transformación digital. Eso es informatización, algo que empezó en los años 80.

Es cierto que la base de una transformación digital es tener procesos informatizados, muchas veces es el comienzo de la transformación, pero no es en sí el proceso.

#### 2) Se puede digitalizar sin transformar

Hay industrias que han digitalizado procesos o señales de la condición de sus activos industriales, pero eso sin cambiar la forma en que gestionan el mantenimiento predictivo. Siguen haciendo lo mismo, pero con nuevas tecnologías que les facilitan su trabajo.

#### 3) Sensorizar no es el mejor comienzo

Hay muchos que creen que si no tienen sensores online en sus máquinas no pueden iniciar un proyecto de transformación digital. Esto hace ver la transformación digital como algo muy ajeno a nuestra realidad industrial por motivos económicos y de riesgo al probar tecnologías nuevas.

## ¿Qué es la transformación digital en el ámbito industrial?

En el ámbito industrial la transformación digital es la toma de decisiones corporativas a partir de datos. Esto significa que las empresas intensivas en activos (generadoras, transmisoras y distribuidoras de electricidad, manufactureras, facilities y de transporte) tomarán las decisiones, tanto operativas como de presupuestos de capital, basadas en datos de su misma planta.

Dentro de ese contexto, el mantenimiento predictivo juega uno de los roles más demandados: saber cuál es la salud de los activos industriales. Eso, a nivel de gobierno de datos, es información privilegiada de cualquier empresa. Seguramente nos sorprendería mucho un conductor de taxi que no sepa el estado o "salud" de su taxi, pues así quedo yo sorprendido de gerentes de planta que no tienen un sistema de inspección de la condición de sus activos.

La Industria 4.0 no es más que la incorporación de nuevas tecnologías en nuestro quehacer empresarial. Es la primera vez en la historia en que cualquier empresa industrial podrá integrar los datos de pie de máquina con datos financieros y del ciclo de vida de los activos para tomar decisiones corporativas. La separación entre el mundo operativo y el mundo corporativo en una misma empresa está a punto de romperse. Es por eso por lo que le llamamos la cuarta revolución industrial.

El comienzo de una transformación digital es documentar y sistematizar sus procesos de colección de datos y análisis predictivos para luego implementarlos y generar datos estructurados. Ese será el tema de mi artículo en la siguiente edición.

#### Por dónde comenzar

Hay una premisa simple pero poco común: la digitalización debe estar a nuestro servicio y no viceversa. Por tanto, lo primero que hay que digitalizar son nuestros procedimientos actuales. La gran mayoría de plantas industriales hoy en día ejecutan el mantenimiento predictivo haciendo colección de datos con equipos portátiles, análisis y emisión de informes de diagnóstico. A partir de esos informes, se generan las órdenes de trabajo en el software de mantenimiento. Si esos procesos se gestionan manualmente, el primer paso de la digitalización es documentar y sistematizar estas rutas de colección.

Una vez documentados y sistematizadas las rutas de mantenimiento predictivo, catalogamos los fallos, las técnicas predictivas, los tipos de activos y otra información relevante con el fin de empezar a estructurar la información. Esto nos permitirá comenzar a hacer registro de fallos y en el mediano plazo a hacer estadísticas de fallos.

Uno de los avances que más sorprenden a los analistas es el convertir los informes en datos estructurados. Definitivamente, el utilizar una estructura de datos facilita no sólo el registro sino también la creación de informes.

# RCT I

Experto en  
Lubricación  
y Control de  
la Contaminación

24 al 28 de abril

Incluye Cuerpo de Conocimientos de ISO 18436-4 CAT I y TICD-ED-1910/90. Con este entrenamiento se puede presentar examen de certificación del ICML MLT I y MLA I.

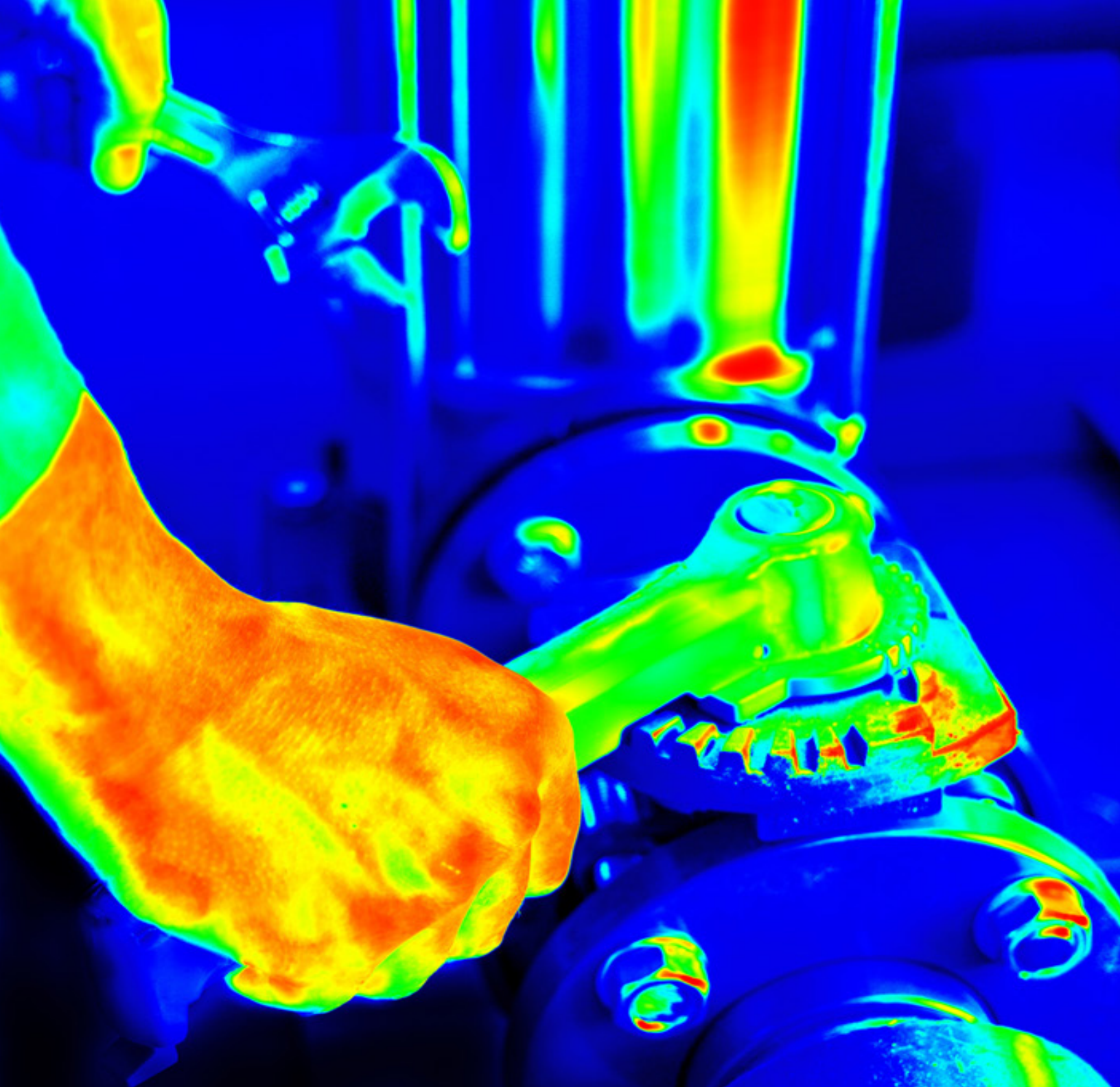
 ONLINE  
EN VIVO

<https://grupo-techgnosis.com>



**¡Regístrate ahora!**

Contactar



# Termografía



Gerardo Arturo Vargas Cruz

Ingeniero Mecánico; especialista Ingeniería de Confiabilidad.  
gevaras1952@hotmail.com



La termografía es una técnica de mantenimiento predictivo que se puede utilizar para controlar la condición de máquinas, plantas y estructuras. Utiliza instrumentos diseñados para medir la emisión de energía infrarroja (es decir, la temperatura) para determinar su condición de funcionamiento.

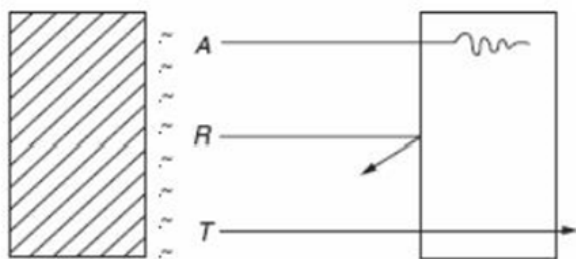
Mediante la detección de anomalías térmicas, es decir, área que están más calientes o frías de lo que deberían, un inspector con experiencia puede localizar y definir problemas o fallas incipientes o potenciales.

## TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La termografía infrarroja se basa en el hecho de que todos los objetos con una temperatura superior a cero absoluto emiten energía o radiación. La radiación infrarroja es una forma de emisión de energía. Las emisiones de infrarrojos, o por debajo del rojo, son las longitudes de onda más corta de toda la energía radiada y son visibles sin instrumentación especial.

La intensidad de radiación de los rayos infrarrojos de un objeto es una función de la temperatura de su superficie.

Cuando la energía infrarroja golpea un objeto, la energía es entonces absorbida (A), reflejada (R) y transmitida (T) por el objeto. Es por esto por lo que la medición de temperatura utilizando métodos infrarrojos es complicada.

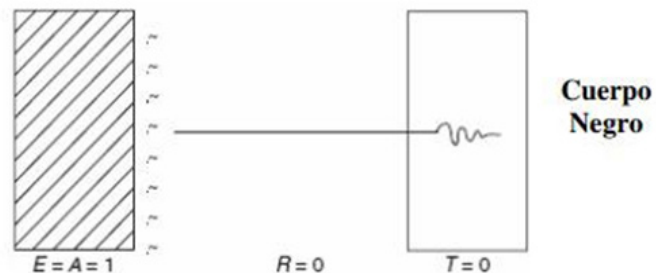


La energía absorbida (A) es equivalente a la energía emitida (E).

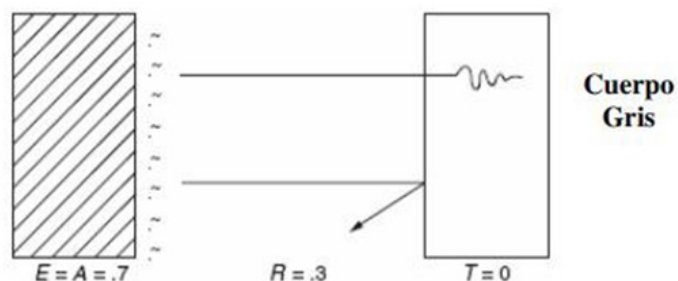
Solamente la energía emitida (E) es importante en un programa de mantenimiento predictivo. Las energías reflejadas y transmitidas distorsionan los infrarrojos y por lo tanto deben ser filtradas antes de que pueda completarse un análisis significativo.

## CUERPOS GRIS Y NEGRO

La superficie de un objeto influye en la cantidad de energía emitida o reflejada. La superficie de un objeto con perfecta emisión se llama "cuerpo negro" y tiene una emisividad igual a 1.0 o 100%. Estas superficies no reflejan y, por el contrario, absorben toda la energía externa y vuelven a emitirla como energía infrarroja.



Las superficies que reflejan energía infrarroja se llaman "cuerpos grises" y tienen una emisividad inferior a 1.0. La mayoría de los equipos y plantas entran en esta clasificación.



Considerando cuidadosamente la emisividad real de un objeto, se puede mejorar la precisión de la medición de temperatura utilizadas para el mantenimiento predictivo.

Para ayudar a los usuarios a determinar la emisividad, se han desarrollado tablas para ser utilizadas como directrices para los materiales más comunes. Sin embargo, estas directrices no son valores de emisividad absoluta para todas las máquinas o equipos de las plantas.

Las variaciones en la condición de la superficie, la pintura y otros revestimientos de protección, y muchas otras variables, pueden afectar el factor de emisividad efectiva de los equipos. Además de las energías reflejadas y transmitidas, el usuario de las técnicas termográficas también debe considerar la atmósfera entre el objeto y el instrumento de medición. El vapor de agua y otros gases absorben la radiación infrarroja. Polvo en el aire, la iluminación y otras variables en la atmósfera circundante pueden distorsionar la medida de la radiación infrarroja.



**ECC es el socio de pequeñas y medianas empresas (SME) para el logro de rendimiento de RAMS. Ofrecemos a las SME un muy buen descuento para Consultoría, formación y Software para RAMS y Gestión de Activos.**



**Nosotros ofrecemos un especial descuento para SMS en los siguientes servicios:**

- RAM Análisis
- Análisis de datos de vida (Weibul)
- FMEA & RCM
- Implementación del Programa de Confiabilidad y Mantenimiento
- Implementación del programa de apoyo logístico integrado (ILS)
- Proceso de gestión del mantenimiento
- Asset Management Implementation
- Implementación del Programa de Gestión de Riesgos
- Anlysis de seguridad funcional y SIL ( Raiwa-Automotive-Aerospace-Process)
- Entrenamiento en RAMS, ILS, AM y Maitenimiento 4.0

**Más Información acerca del soporte a las SME el link:**

<https://www.eduardocalixto.com/consulting-services/sme-consulting-service/>

**Mira también Servicio rápido de Consultoría Online:**

<https://www.eduardocalixto.com/consulting-services/online-consulting-service/>





## Noticia

**Gonzalo Suarez**  [gonzalo.suarez@predyc.com](mailto:gonzalo.suarez@predyc.com)

Representante oficial de **Predyc**

La App #1 de capacitación industrial

**Desde inicios del 2023  
Gonzalo se consolida como  
representante oficial de  
Predyc, la aplicación No. 1  
en capacitación industrial  
asíncrona para LATAM.**

Gonzalo es egresado en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, especialista en gestión de mantenimiento industrial y gestión de proyectos.

Los valores más importantes para Gonzalo dentro de una organización son definitivamente valores en seguridad y salud ocupacional, calidad y respeto al medio ambiente.

Dentro de su extensa trayectoria profesional se expande por diversos rubros industriales como farmacéutica, bebidas, gas y petróleo, minería y generación de energía eléctrica.

Al igual que en cursos de especialización en mantenimiento y seguridad en servicios industriales con la mayor fabricante de bebidas del mundo AB INBEV y curso de operación y mantenimiento de palas Komatsu PC8000 con Komatsu Holding Sud América en Chile.

Se ha especializado en diplomados en Ingeniería, Tecnología e Inspección de Soldadura, Materiales y Corrosión y en Energías Renovables y Alternativas.

# Catálogo

## Mantenimiento

- Planificación, Programación y Costos de Mantenimiento
- Sistemas de Indicadores (KPI) para Evaluar la Gestión del Mantenimiento
- Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento
- Gerencia de Proyectos de Mantenimiento con énfasis en Paradas de Planta
- Gestión de Costos de Mantenimiento
- Estrategias de Gestión de Mantenimiento ABC/ABM y TOC
- Estándares de Planeamiento y Control de Mantenimiento
- Administración de Mantenimiento
- Gestión del Mantenimiento
- Optimización de Recursos de Mantenimiento
- Autoevaluación de Mantenimiento
- Mantenimiento Productivo Total
- Inspecciones Rutinarias Autónomas

## Confiabilidad

- Introducción a la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad
- Taxonomía de acuerdo con ISO 14224
- Monitoreo Basado en Condición (CBM) para equipos dinámicos y estáticos
- Taller de Análisis de Criticidad (Detección de Oportunidades)
- Generación de Planes Óptimos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)
- Análisis RAM (Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad)
- Análisis de Costo-Riesgo-Beneficio, Costos en Ciclo de Vida, Vida Útil Remanente y Obsolescencia
- Gestión Óptima de Inventario de Repuesto
- Confiabilidad Humana
- Fundamentos de Evaluaciones Económicas
- Análisis de Costos de Ciclo de Vida (LCC)
- Planes de Inspección Basados en Riesgo (IBR)
- Gestión de Riesgo
- Análisis HAZOP





Entrevista por Andrés González

## José Paramo Fundador de Techgnosis

Presidente y fundador de GRUPO TECHGNOSIS, que incluye a las empresas: TECHGNOSIS INTERNATIONAL, S.A. DE C.V., ASSET TRIBOLOGICAL MANAGEMENT, S.A. DE C.V. y la alianza con APPLITECHGNOSIS, S.L. en Europa.

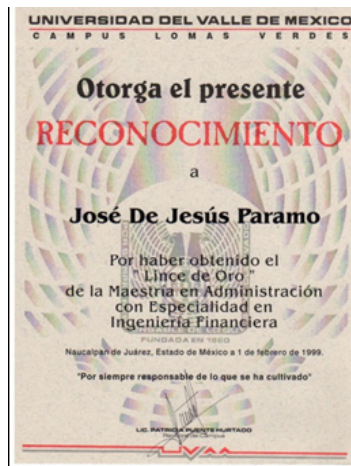
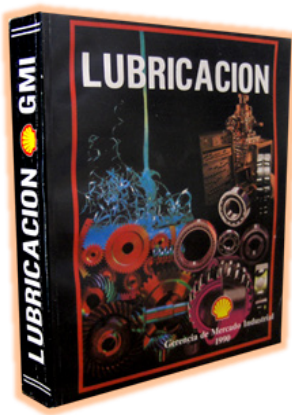
### Cuéntanos un poco sobre tu trayectoria profesional

Todo mi desarrollo profesional tuvo como origen mi trabajo de tesis de Licenciatura de la carrera en Ingeniería Química (Re-refinación de aceites lubricantes), ya que este fue seleccionado por la Universidad de Guanajuato para participar en el concurso nacional de ingeniería química con trabajos de licenciatura y maestría que tuvo lugar en Puebla, con la participación de las principales instituciones del país (UNAM, Universidad de las Américas, IPM, Tecnológico de Monterrey, IMP, PEMEX, etc.), obteniendo el primer lugar, el Premio Nacional de Ingeniería Química otorgado por la AMIDIQ) Asociación Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química) y, a raíz de ello, la Universidad de Guanajuato publicó mi tesis como un libro ("Re-refinación de Lubricantes") y, entonces la empresa Texaco (siendo yo docente de la carrera de Ingeniería Química) me contrató como gerente de calidad y luego como gerente de proceso en su planta refinadora de lubricantes. Posteriormente, cursando la Maestría en Administración de Negocios (MBA) con especialidad en Ingeniería Financiera me contactó la empresa Shell y entonces inicié como gerente técnico, desarrollando productos lubricantes para Shell asignado en Londres Inglaterra y una vez, desarrollada la línea de lubricantes industriales y hecho el programa de análisis de aceite (Shell Alfa Protection System), inicié como gerente de ventas industriales, logrando con mi equipo duplicar ventas de Shell en México, posteriormente tuve las posiciones de gerente de distribuidores, gerente nacional de ventas y gerente de estrategia y planeación, Shell publicó un libro de mi autoría de lubricación.

Después de varios años fui contratado por ESSO México como gerente de ventas industriales, director de ventas industriales (mi equipo duplicó las ventas de ESSO México en volumen), director de operaciones en la planta de México y luego como expatriado en Buenos Aires y Río de Janeiro, con las funciones del desarrollo del mercado industrial de lubricantes en América Latina.

También ESSO publicó un libro de mi autoría (Lubringenería) y desarrollé el programa de análisis de aceite EXXGARD -SOFTWARE- para México. En ese entonces Exxon se fusionó con Mobil, pasando entonces a una asignación de expatriación nuevamente, esta vez sumamente enriquecedora en cuanto al nivel de expertise adquirido en el corporativo mundial (HEADQUARTERS) de ExxonMobil en Washington, D.C. encargado de la línea de productos industriales de esa importante empresa, investigando el desempeño de aditivos, modificando formulaciones en conjunto con el área de R&D, etc.

Una vez terminada la asignación de expatriado regresé como director de ventas industriales de ExxonMobil y luego estuve como director de operaciones de México, Caribe y Centroamérica, con varias plantas de lubricantes bajo mi responsabilidad, además de estar como director general interino por un breve periodo de tiempo. Por ese tiempo, me fue otorgado el premio Lince de Oro a nivel nacional en el MBA (Maestría en Ingeniería Financiera) de la UVM, posteriormente trabajé por un corto periodo de tiempo en una empresa de Entrenamiento y Consultoría que había (y ha hecho) una muy buena labor en esas áreas; ahí desarrollé una metodología sistemática de interpretación del análisis de aceite y también, en este caso junto con el personal técnico de esa empresa, siendo yo el director técnico de la misma, lideré el desarrollo de un sistema de identificación de lubricantes, renuncié a la misma y, posteriormente una vez con toda esa experiencia y conocimiento acumulados de 22 años en ese entonces (2 años de trabajo en Texaco, 6 años en Shell, 7 en ESSO, 5 años en ExxonMobil y solo 2 años en la empresa de Entrenamiento en Lubricación), viendo que existían (y existen) grandes áreas de oportunidad en el área de lubricación de la industria, fundé en el 2007 TECHGNOSIS INTERNATIONAL, S.A. DE C.V. y, recientemente ASSET TRIBOLOGICAL MANAGEMENT, S.A. DE C.V. y muy importante, la alianza en Europa con APPLITECHGNOSIS, S.L., teniendo ahora ya 37 años de experiencia acumulada.



## ¿Cómo fue para ti emprender y crear Techgnosis?

Justo como comentaba, con la experiencia de trabajo en las principales empresas de lubricantes en el mundo, con varios libros publicados y habiendo además trabajado en campo, ya sea dando cursos, consultoría, desarrollando productos, implementando programas de lubricación, etc.

En varios países (USA, México, República Dominicana, Inglaterra, Colombia, Chile, Brasil, Argentina, Cuba, Puerto Rico, Venezuela, Bolivia, Perú, Ecuador, Panamá, etc.) fue fácil visualizar las áreas de

oportunidad existentes tanto como empresa de entrenamiento y formación, como consultora y por la situación que impera en la mayoría de las empresas en todas las latitudes, prácticamente en todos los países del mundo, que esta no se le da la importancia que debería otorgarse a la lubricación, solo considérese lo siguiente: de acuerdo a la OEM'S (fabricantes del equipo original) de clase mundial, tales como SKF, FAG, TIMKEN, NSK, Caterpillar, Parker, Vickers, Rexroth, Bosh, Totalenergies, C C J ensen, etc. Así como organizaciones e instituciones educativas de investigación (R&D) de reconocido prestigio en la comunidad internacional, como el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (TPM), el Instituto Jost en Inglaterra (donde se acuñó el término tribología), el Instituto Tecnológico de Massachusetts – MIT (a través del estudio del Dr. Rabinovich), etc. Entre el 50% y el 85% de las causas raíz de falla en los activos son la lubricación incorrecta (viscosidad inadecuada, cantidad incorrecta, tipo de lubricante, etc.). Entonces como imaginaras, todo lo que se haga por mejorar dichas áreas (lubricación y contaminación de los lubricantes) contribuye de manera directa a la confiabilidad de la maquinaria, al incremento de su ciclo de vida, a la optimización de costos, reducción de averías, etc.

## ¿Cómo nace la idea de crear Techgnosis?

Con todo lo que arriba mencionado, solo hacía falta crear un nombre para empresa y ese fue TECHGNOSIS, del griego TECHNE (técnico) y GNOSIS (conocimiento), es decir significa literalmente "Conocimiento Técnico" y entonces pues... ¡a poner manos a la obra!, y así en enero del 2007 nació la empresa y ahora en 2023 ya operamos en América, Europa, Medio Oriente, África y Asia... y claro, a través de un proyecto minero Australia ya está en la mira.

## Cuéntanos de la importancia de capacitarnos en las nuevas tecnologías

Más que nunca la competencia entre las empresas es mayor, es hasta feroz diría yo... pues antes, se competía vs empresa locales, pero ahora el comercio y los servicios son de base mundial, no hay barreras, no hay límites... una empresa armadora de autos puede poner una fabrica en China o en México u otro país buscando los mejores costos, una presentación a nivel altamente profesional te la hacen profesionales del PowerPoint en India por un costo muy bajo, hay empresas en México cuya área de pedidos se gestiona desde Brasil y así mismo ocurre con las posiciones de trabajo el uso de la tecnología, quien no este entrenado y aun más, certificado en las distintas áreas de mantenimiento, en este caso vibraciones, termografía, ultrasonido, lubricación, análisis de aceite, etc.

nuevo mundo digital, global y en constante cambio... siempre ha habido cambio, solo que ¡ahora es mucho más rápido!... por cierto, muy recomendable entrenarse y certificarse bajo los criterios de diferentes (y excelentes) referencias en la industria en lo que a lubricación se refiere, como son: STLE, ICML Y EL ESTANDAR ISO 18436-4

## Platícanos un poco sobre la nueva revolución industrial y la industria 4.0

Sin duda hay aquí una paradoja, necesariamente deberá migrarse al uso de la tecnología... no hacerlo es como no querer usar en tu vida personal un smartphone, si así lo decidieras te perderías de muchas cosas (comunicación, manejo de finanzas, noticias, etc.), simplemente estarías desconectado del mundo, así que hay que ir hacia allá... a Big Data, monitoreo en tiempo real, gemelos digitales, uso de robots de tercera generación, impresión 3D, internet de las cosas (IoT), digitalización y automatización de procesos, información en la nube, etc. Pero, la pregunta más bien es ¿cuál es el momento más adecuado para hacerlo? No hacerlo es quedarte atrás y hacerlo prematuramente, puede significar pagar altos costos a la organización, te comparto lo siguiente: contamos en nuestra cartera de clientes a las empresas más grandes en su sector, por ejemplo, minería, embotelladoras de refrescos, cerveceras, refinerías de petróleo, generación de energía, plantas químicas, planta de alimento, siderúrgicas, cementeras, plantas nucleares en Europa, etc. Y ¿sabes con que nos encontramos en muchos casos? ¿Cuál es un común denominador? Pues que muchas tareas básicas del mantenimiento están muy pobremente ejecutadas, equipos de monitoreo de condición abandonados en el taller o en el almacén, ignorancia de cantidades y frecuencias de lubricación, ordenes de trabajo sin procedimiento que las acompañe, programas de mantenimiento en Excel, CMMS (SAP, Máximo) que no especifican las causas raíz de las fallas, solo las registran como "falla mecánica" o "falla operativa" y así podemos seguir y seguir. Entonces, desde mi particular punto de vista antes de llegar a "la nube" hay que saber volar y antes de volar hay que saber correr y antes hay que saber caminar.

Así que la conclusión es, consolidemos primero lo primero, lo básico la lubricación, la alineación, el balanceo, la correcta operación, evitemos la contaminación de los lubricantes y si, avancemos, pero con cautela, con equipos/programas piloto hacia la panta 4.0, de hecho justo la primer semana de diciembre 2022, hemos certificado a una planta de una de las empresas más grandes y, talvez de la marca más conocida del mundo, en mejores prácticas de lubricación bajo nuestra Metodología RCT® de Gestión Tribológica de Activos y justamente, esa fue la directriz establecida, consolidar primero lo básico e iniciar de manera paralela y piloto con la lubricación 4.0 (dispositivos que permiten en tiempo real tener la información en el smartphone, Tablet, PC o lap top) que incluye análisis de aceite, sensores de nivel, lubricadores automáticos, etc. Y todo desde y en la palma de tu mano, es decir iniciar consolidando lo básico, seleccionar activos piloto y avanzar no con premura y si con pasos firmes hacia 4.0

## Cuéntanos un poco sobre las especialidades de Techgnosis

Entrenamiento experto en lubricación, análisis de aceite, control de la contaminación en los lubricantes, en gestión tribológica de activos y en la evaluación económica y financiera de los beneficios de la lubricación RCT® (RELIABILITY CENTERED TRIBOLOGY) con registro en 28 países que

no es mas que aplicar la poderosa herramienta que es RCM-II a las fallas tribológicas que representan, como antes se mencionó, nada mas y nada menos que entre el 50% y el 85% de las causas raíz de falla de los activos, de ahí los testimoniales de muchos de nuestros clientes en el mundo (Repsol, BBG, Coca Cola, FEMSA, Unilever, Grupo Modelo – Cerveza Corona, etc.) que dan testimonio que al trabajar con nuestro sistema RCT® han reducido averías entre un 34% y un 45%.

He escrito, además 5 libros que son la base de nuestros entrenamientos, consultoría y desarrollado decenas de programas de calculo en la nube que complementan el material en los libros.



**RCT NIVEL I** – Experto en Lubricación de Clase Mundial y Control de la Contaminación (Cubre Cuerpo de Conocimientos de: TICD-ED-1910/90, ISO 18436-4 CAT I e ICML MLT I y MLA I)

**RCT NIVEL II**– Experto en Análisis de Aceite de Clase Mundial con Metodología  $\Lambda$ -ABCDE- $\Omega$  (Cubre Cuerpo de Conocimientos de: TICD-CF-1809/95, ISO 18436-4 CAT II e ICML MLA II)

**RCT NIVEL III** – Experto en la Evaluación Económica y Financiera de un Sistema de Lubricación de Clase Mundial (Cubre Cuerpo de Conocimientos de TICD-JB-0506/93. No hay Certificaciones equivalentes en otros organismos: ISO, ICML, STLE)

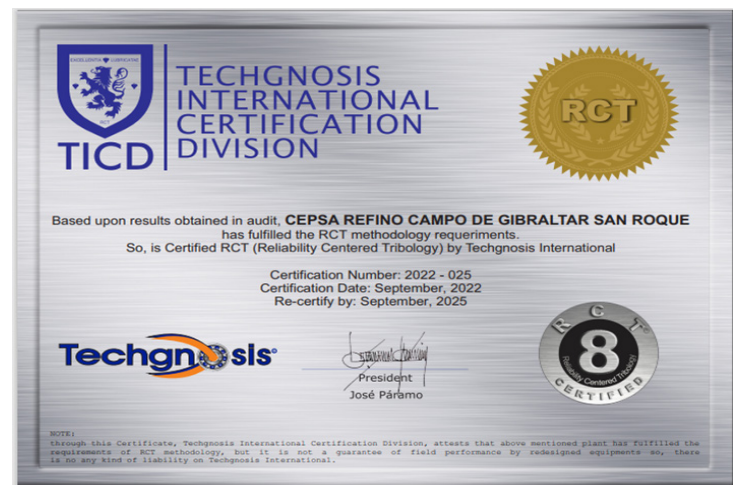
**RCT NIVEL IV** – Gestión Tribológica de Activos (Cubre Cuerpo de Conocimientos de: TICD-AS-1207/16. No hay Certificaciones equivalentes en otros organismos: ISO, ICML, STLE)

**RCT NIVEL V** - Master of Lubrication Administration-LUBRICATION MASTER/L55 (Cubre Cuerpo de Conocimientos de: TICD-MT-3012/55. No hay Certificación similar en ISO. Cubre MLE del ICML pero es más extensa y profunda que esta. Incluye 100 cálculos de lubricación, confiabilidad, desempeño operacional, etc., etc.)

## ¿Algo más que nos quieras comentar?

Si, me da mucho gusto haber no solo integrado en los cuerpos de conocimientos de las diferentes instituciones como son el STLE, ICML, ISO 18436-4 en nuestros cursos de tal manera que al entrenarse con TECHGNOSIS puedan presentar exámenes de certificaciones ante esas instituciones, si no haber creado nuevas áreas al apasionante mundo de la lubricación aplicada y que, hasta donde tenemos información no existen otras opciones en el mundo como son lo siguiente (por cierto, todo con patente y registro en 28 países, para que nuestra competencia no vaya a imitarnos).

- Curso de 24 hrs de formación RCT III – Experto en la evaluación económica y financiera de los beneficios de la lubricación de clase mundial bajo el estándar TICD-JB-0506/93 que puedes consultar en la web. Esta formación y certificación no se ofrece por STLE, ICML o ISO, por ejemplo.
- Registro del CIT® - Casi incidente tribológico, que es una herramienta proactiva de cambio de hábitos (cultura) de la lubricación.
- Certificación RCT® de plantas en gestión tribológica de activos – Somos la primera organización que certifica las mejores prácticas de lubricación en una empresa. Grandes organizaciones refinadoras de petróleo en Europa, plantas químicas en Asia, siderúrgicas en América, empresas embotelladoras en México, empresas de Oil & Gas en Europa, etc. Están certificada por nosotros, lo cual es uno de nuestros mayores orgullos, que una organización de origen latino como nosotros certifique empresas en todo el mundo, esa es una contribución de TECHGNOSIS a la industria mundial.
- También otorgamos reconocimientos a empresas y personas que llevan a cabo las mejores prácticas de lubricación.
- Y finalmente, ya vamos por la 10ª edición del Congreso PRECONLUB (Confiabilidad-Predictivo-Lubricación) que hemos realizado tanto en España como en México y, próximamente en Perú, Bolivia y Ecuador.



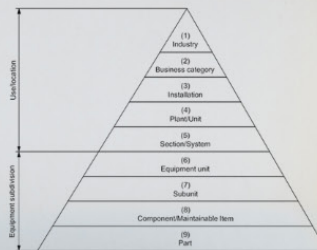
**PREDICTIVA21**

# PUBLICA TU ARTÍCULO TÉCNICO

Envíanos tu artículo no comercial  
para que sea publicado gratis  
en la siguiente edición de la revista

[ARTICULOS@PREDICTIVA21.COM](mailto:ARTICULOS@PREDICTIVA21.COM)

Los mecanismos  
de degradación  
aplicables,  
con el  
propósito de  
generar planes  
o programas de  
inspección que  
permitan



**NUEVA COLUMNA con**

**Rafael Arguelles** rafael.Arguelles.64@gmail.com



## EL INTERNISTA DE LA 21

Soy Rafael Arguelles F., TSU en Informática, Ingeniero Electricista, MSC en Administración de Negocios, con mas de 38 años en el mercado de trabajo técnico, profesional y gerencial. No les contaré mucho mas de mí, pues no es éste el propósito de esta columna. Debo, eso sí, manifestar lo orgulloso que me siento de ser el primer columnista de Predictiva 21, y el gran compromiso que esto representa para mí. ¿Por qué la columna tiene este nombre? Lo dejaré abierto para el debate de la comunidad, a ver que tanta creatividad podemos promover. Sin embargo, me comprometo a decirles este por qué en la próxima columna. Me confieso seguidor de Sócrates, quien, en su persecución del conocimiento, cuando fue declarado el filósofo más sabio de Atenas (en consecuencia, de Grecia y, por lo tanto, del mundo antiguo) atinó a decir: yo solo sé que no se nada”, lo cual por cierto es un requisito ineludible para poder aprender; aceptar que no sabes. También lo es para cuando llega el momento de desaprender, proceso bastante más complejo que el de aprender. También, aunque parezca contradictorio, soy deducccionista, seguidor del silogismo Aristotélico y, en consecuencia, admirador del personaje ficticio de Sir Arthur Conan Doyle: Sherlock Holmes. Cierro esta breve sección introductoria, que se requiere por ser la primera publicación, mencionando los temas que tocaremos en esta columna. Hablaremos sobre Sistemas de gestión ambiental (ISO14000), de Calidad (ISO9001), de Facilidades (ISO41000), de Activos (ISO55000) y de Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional (ISO45000). Como verán, hemos “delimitado” ya nuestro radio de acción, a las áreas en las cuales me desempeño en mi día a día. Todas estas áreas, están relacionadas de una u otra manera con la forma de gestión de alto nivel de ISO, por lo que entonces, como consecuencia, tendremos que hablar de liderazgo, procesos (es decir, gestión por procesos de negocios), planificación estratégica y gestión de riesgos. En la mayoría de oportunidades, hare el mejor de mis esfuerzos por transmitir el conocimiento de forma jocosa, con un poco de humor, apoyándome en mi experiencia como docente y de vida: si es divertido, la gente se apega al aprendizaje. Si es muy estirado, la gente tiende a rechazarlo. Por eso haré como hizo MJ (GOAT NBA Player), echaré mis cuentos con un acompañante étlico, y escuchando una buena música de los 80 (suertudo yo, adolescente en los 80). Ninguna de las columnas escritas por mi pretende ser una clase magistral, ni está dirigida al publico experto. Por el contrario, está dirigida a generar en los mas noveles, la inquietud de formarse en estas materias, que deberían ser parte del conocimiento general de cualquier profesional.

**TIP: por acá vienen los tiros del nombre de la columna. Es una razón anecdótica, y divertida.**





**Dicho esto, comenzamos con nuestro tema de hoy: La gestión por procesos de negocio, su importancia y, por supuesto, el como los sistemas de gestión de alto nivel se alimentan de ellos.**

Definamos entonces: ¿qué es un proceso? Respuesta rápida: un conjunto de operaciones llevadas a cabo para convertir una entrada (insumo) en una salida (producto) mediante sucesivas transformaciones llevadas a cabo hasta obtener un producto). Estas sucesivas transformaciones son, precisamente, el proceso mismo. Si hacemos una búsqueda rápida de “procesos de negocio”, una consulta pues al sabelotodo del universo, nos retornará “cerca de 14.000.000 de resultados”. Dirían en el llano venezolano: “una pelusa!” (no, no soy llanero. Soy nativo de “La Ciudad Mas Bella que existe en el Continente”). Esto, sin embargo, no ha de limitar nuestra creatividad. Toda empresa, o unidad productiva (el nombre no es lo importante), tiene su propia personalidad, y por lo tanto tiene su propia visión, estratégica y tácticamente son únicas, por lo que los resultados de una de ellas no son precisamente exportables a otra. Existen maneras de recortar el tiempo que se está en el camino, pero es imposible encontrar un atajo simplemente copiando los resultados de otro.

Los procesos deben ser definidos en función de que la planificación estratégica se cumpla. Es decir, todos los procesos deben estar alineados al cumplimiento de los objetivos de la empresa o ente que estamos manejando en ese momento. Y acá comenzamos a ver por qué los procesos son importantes cuando hablamos de cumplimiento normativo: lo que no suma,

es porque resta, y debe ser eliminado del camino. Otra característica que tienen el común la Gerencia por Procesos y las normas de alto nivel, es que en ambos casos se requiere el liderazgo de la alta dirección, pues en muchos casos implica un cambio cultural para las personas, comenzando por la alta dirección. Es muy importante, llegado a este punto, hacer hincapié en que lo escrito es “Gerencia por Procesos”, es decir, ejecutar tus acciones en función de lo establecido en el proceso que nos atañe (gestiona tu trabajo en función de las actividades establecidas en “el proceso”), y no de acuerdo a nuestra posición organizacional. También es importante establecer la diferencia entre la “gestión por procesos” y la “gestión de procesos”, que la establece precisamente la preposición que los compone. La “Gestión o Gerencia por Procesos”, como ya vimos, significa que nuestras actividades están establecidas en el proceso. “Gestión de Procesos”, por otro lado, se trata de revisar, crear, cambiar, actualizar, etc., los procesos de la entidad que manejamos.

Pero, en un caso práctico, real, ¿cómo definimos los procesos? Debemos comenzar por establecer cuales son los roles de las personas. Aquellas personas en posiciones de liderazgo, específicamente en la conformación de los objetivos de la organización (auténtico liderazgo, no el impuesto por el nivel del cargo), organizadas en equipos de trabajo multidisciplinario, deben enumerar cuales son las actividades genéricas que agregan o aportan al cumplimiento de la misión. Esta lista de actividades, debe ser revisada con mucho detalle con las personas responsable del diseño estratégico, pues no deben “sobrar” procesos en esa lista, y tampoco deben “faltar”. En esta etapa, seguramente, encontraremos funciones o actividades repetidas, o redundantes, que no se requiere lo sean, y que por lo tanto podemos eliminar. Esto, nos llevará a eliminar “desperdicio”, el cual consiste en este caso particular en destinar una cantidad de recursos mayores a los requeridos. Es decir, comenzamos a tener una organización “esbelta” (traduzcan

LEAN de la forma en la que se sientan más cómodos), por lo tanto, más eficiente. En este momento, si hablamos de una organización que ya existe, funcionalmente hablando, debemos voltear la mirada hacia como esta organización está diseñada desde el punto de vista del talento humano. Nos tocará, inevitablemente, rediseñar la estructura de personal, para adecuar la misma al funcionamiento “POR procesos”. Esta tarea, puede parecer desagradable (pero es nuestro trabajo y seguramente todos hemos pasado alguna vez por la dura labor de notificar reducciones a nuestros colaboradores), también ayuda a hacer mas eficiente la organización, a tener en la estructura solo y únicamente la cantidad de colaboradores que realmente se requieren.

Una vez completamente aprobado el volumen de procesos, deben comenzar una tarea también muy importante: Definir quién es el dueño de cada proceso. Un error que comúnmente se comete, es pensar que el dueño de un proceso tiene que ver con el nivel de autoridad. Por ejemplo, el Gerente de Administración es el dueño de todos los procesos administrativos. Esto solo producirá un volumen de trabajo exagerado para este miembro de la organización. Llegará incluso, a generar numerosos cuellos de botella, que comprometerán seriamente el nivel de efectividad de los procesos. Los procesos deben tener un “dueño de proceso” que pueda realmente empoderarse para el cumplimiento del mismo. Este “dueño de proceso” debe comprender claramente las actividades, definir cuales de ellas deben procedimentarse, y a qué nivel de detalle, cuales de estos procedimientos deben generar una lista de verificación (LV) de antes y después (“As Found” y “As Left”) y cuales solo deben comentar el después. Por ejemplo, la mayoría de los procedimientos de trabajo para actividades que son parte del proceso “mantenimiento” deberán contemplar LVs con registros de antes y después. No así las del proceso “limpieza” que estén involucradas en una gestión de inocuidad, que solo deberán dejar registro del “después”. En todos

estos casos, es necesario (copiando la idea del PMI para planificación de proyectos), el "juicio experto", que consiste en valorar la experiencia de los miembros de la organización involucrados en el proceso (esto definido de forma simple). La figura 1 muestra algunos de los símbolos utilizados en Procesos. Existen muchísimas herramientas para diagramar los procesos de negocios. Por razones obvias, no recomendaré ninguno. Pero hay muchísimos que son "freeware", lo cual hace que la economía no sea un impedimento. Aunque siendo esta una estrategia que es importante destacar tiene un costo de implementación que no es bajo, no debería escatimarse en un buen software para la implementación y que ayude a simplificar el mantenimiento de los mismos. En la Figura 2, se muestra un proceso real, utilizado como un ejemplo.

Pero... ¿Que es un procedimiento?, y, sobre todo, ¿cómo lo diferenciamos de un proceso?

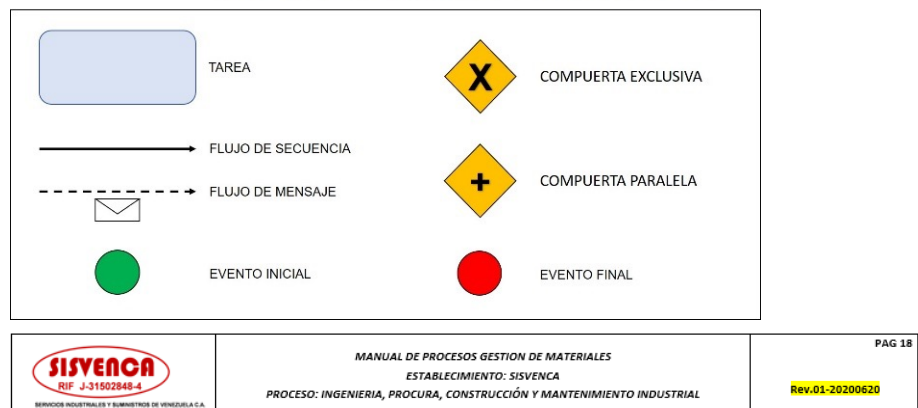
Esta confusión nace, o se alimenta en todo caso, del hecho de que tanto el proceso como el procedimiento suelen representarse de forma grafica, utilizando símbolos prácticamente idénticos, y con el mismo significado. Antes, en esta misma columna, definimos un proceso, como "un conjunto de operaciones llevadas a cabo...". Esas operaciones, o actividades, son las que pueden ser procedimentadas. Por lo tanto, no todas estas actividades serán convertidas en un procedimiento. ¿De qué depende esto? Esto depende de la necesidad que exista de dejar registros de la ejecución y/o resultado de la ejecución de dichas actividades (las razones para dejar registro pueden tener distintos orígenes, llegando incluso a ser en ocasiones causas de responsabilidad legal). Diría un auditor experimentado: "depende de las evidencias que deban existir de que algo fue hecho según una lista de pasos en

una secuencia determinada". Entonces sería válido preguntarnos si un procedimiento, necesariamente, ¿debe dejar un registro? La respuesta es "SI", desde el punto de vista de calidad, necesariamente para un procedimiento debe existir como mínimo una LV que demuestre que los pasos se dieron todos, en el orden que se requiere, llegando incluso a ser requerido en muchos casos el registro de valores antes y/o después de la ejecución de dicho procedimiento. Esto, por supuesto, se circunscribe al ámbito de los Sistemas de Gestión (de activos, de calidad, de Ambiente, etc.) y no aplica para otros ámbitos, donde un procedimiento tiene una concepción distinta (por ejemplo, el ámbito Jurídico).

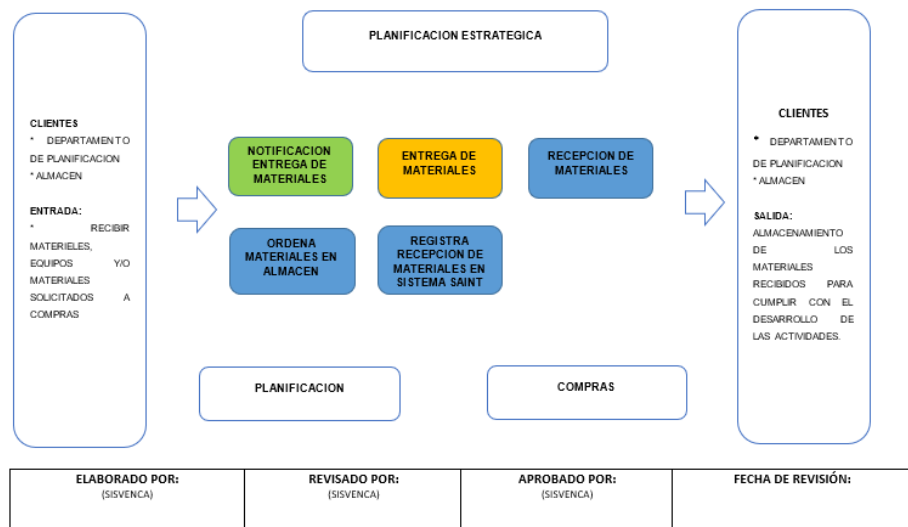
Existe otro tipo de documentos, también con una tendencia a generar confusión con un procedimiento, que es denominado "Instrucción de Trabajo" (IT). Una instrucción de trabajo, de forma simple, podemos

definirla como una lista de pasos o acciones detalladas y específicas que deben darse en una secuencia determinada, de las cuales no es necesario dejar evidencia de cumplimiento (registro). Suelen utilizarse cuando no es necesario demostrar su cumplimiento por razones del Sistema de Gestión, o cuando solo pueden producir la salida requerida en el orden establecido, por lo que pierde sentido registrar el detalle de la ejecución (genera desperdicio, atenta contra la eficiencia).

Y bien, por razones de espacio, con esto culminamos esta oportunidad de intercambio unidireccional de conocimiento, esperando al menos haber sembrado algo de conocimiento. Pero como todo intercambio debe ser al menos bidireccional, espero sus comentarios (para mi proceso de mejora continua) e incluso preguntas (como un mecanismo continuado de intercambio) a mi correo Rafael.Arguelles.64@gmail.com



**6.5.4. MAPA SIMPLIFICADO DE PROCESO RECEPCION DE MATERIALES EN ALMACEN**



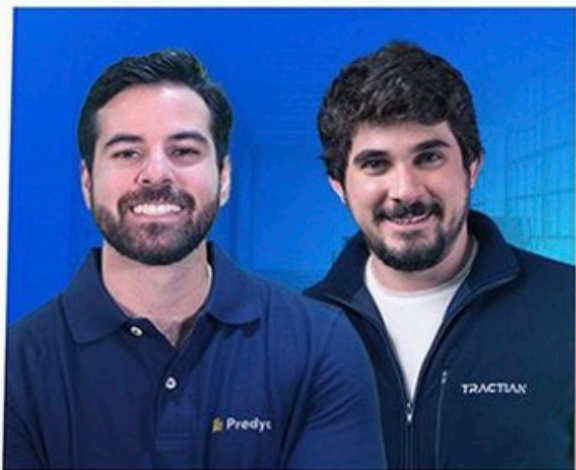
# #TRACTIAN en los medios

## Forbes

Portada / Emprendedores

### Tractian invierte en Predyc; ya posee el mayor conglomerado de educación industrial

"Entendemos que la formación continua de los profesionales de mantenimiento es extremadamente importante para el crecimiento de su carrera dentro de su área de actividad y para una estrategia de trabajo más asertiva."

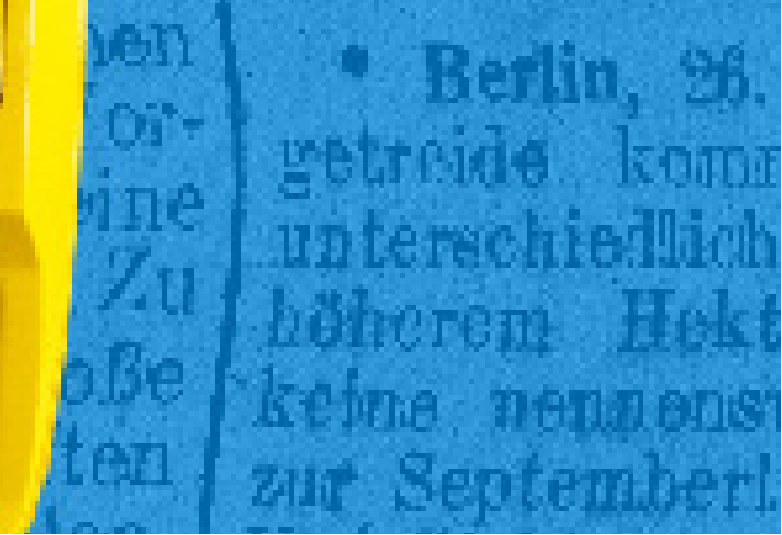


PREDICTIVA 21



Predyc

TRACTIAN



# ¿Es M.T.B.F, M.U.T. O M.T.T.F? ¿Es M.T.T.R. o M.T.T.Rest?



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



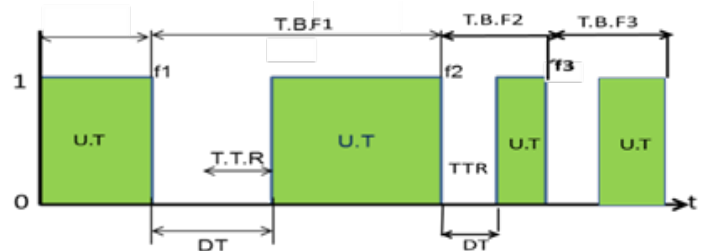
El presente artículo está relacionado con estos parámetros que no comentaré su importancia porque hay diversas opiniones al respecto; sino que aclararé sobre su manera de calcularlo. La razón que me motiva a escribir sobre ellos es que en varias oportunidades he visto empresas mercadeando cursos y a personas comentándolos, expresando erradamente su interpretación.

Existe una diferencia entre lo que es el Tiempo Promedio de Funcionamiento y el Tiempo Promedio entre Fallas. Uno lo expresamos M.U.T. y el otro M.T.B.F. y que tienen formulaciones diferentes, como lo veremos más adelante.

Primeramente, debemos entender que todos los procesos no se comportan de igual manera. Siempre he dicho y ha sido una de mis máximas que en el mantenimiento hay muchas verdades relativas y pocas absolutas y muchas de las relativas se ha querido convertirlas en absoluta, Tenemos que entender que lo que funciona para un proceso posiblemente no funciona para otro. Qué quiero significar con esto. Tan solo que en algunos procesos podemos encontrar principalmente estos escenarios:

- El activo arranca y para por fallas, se mantiene; vuelve a arrancar y falla, y así sucesivamente.
- El activo arranca y se para, pero ya no por fallas, sino por una parada operativa (líneas de producción).
- El activo arranca y se para, quedando en stand by, en otras palabras, quedando disponible.
- El activo está en stand by y cuando va a arrancar no funciona por una falla, se repara y continua su operación.
- El activo arranca y falla, pero luego cuando arranca su funcionamiento lo hace a capacidad reducida, y está dando menos de la capacidad para la cual fue diseñado. Por otro lado, se puede presentar que el activo está operando por debajo de su capacidad instalada y no por una falla, sino que se necesita que genere menos salida. Por ejemplo, una generación eléctrica que hay que bajar su operatividad para generar menos KWh. Esto es lo que se llama disponibilidad reducida.

A lo largo de este artículo explicaré algunos de estos escenarios. Para comenzar observemos la siguiente figura Fig.1.



$$M.U.T = \frac{\sum_{n=1}^i UT_i}{n} \longrightarrow \text{Media de tiempos de funcionamiento}$$

$$M.T.B.F = \frac{\sum_{n=1}^i T.B.F_i}{n} \longrightarrow \text{Tiempo promedio entre fallas}$$

$$M.T.T.R = \frac{\sum_{n=1}^i T.T.R_i}{n} \longrightarrow \text{Tiempo promedio para reparar}$$

$$M.D.T = \frac{\sum_{n=1}^i DT_i}{n} \longrightarrow \text{Media de tiempos fuera de servicio}$$

Ahora bien, sumar todos los Up Time (U.T) de la Fig.1. y dividirlos entre la cantidad de tiempos fuera de servicio, que es el error que se comete, no es M.T.B.F. Como podemos observar, sumar todos los Up Time y dividirlos entre el número de eventos no es Tiempo promedio entre fallas (MTBF), esto es Media de Tiempos de Funcionamiento o de operación (MUT). Esta es la primera confusión, son dos cosas diferentes.

Observando la Fig.1, para calcular el MTBF debemos tomar todos los Time between failures (T.B.F), que consiste en sumar tanto cada uno de los segmentos "Up Time (UT) con los Down Time (DT)" y dividirlos entre el número de eventos, tal como se muestra en la figura. Por otro lado, la manera de calcular la disponibilidad ya sean con MUT y el MTBF. será motivo de otro desarrollo y lo analizaremos en otro artículo.

Continuando con el análisis para no confundir ahora la Media de Tiempos para Fallar (MTTF) con el MTBF. Para ello, veamos ahora la siguiente figura Fig.2.

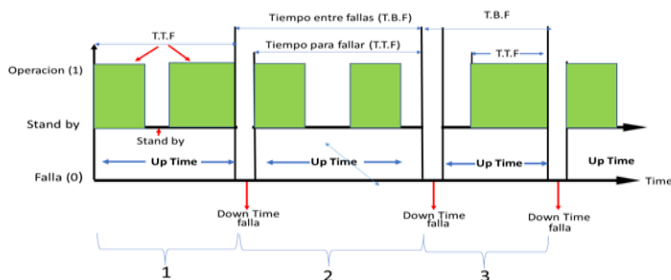


Fig. 2.

La grafica Fig.2. podemos separarla en tres partes para comprender de manera correcta los términos. En el punto 1 observamos que al activo está operativo, luego entra en Stand by, pasa un tiempo en reserva, luego vuelve a arrancar y cae en fallas.

En el punto 2 el activo comienza a operar después de una falla, queda en reserva, vuelve a operar cae en reserva, pero después de estar un tiempo en reserva, cuando va a arrancar cae en falla.

En el punto 3, después de ser reparado el activo, queda un tiempo en reserva y está disponible, hasta que comienza a operar hasta la próxima falla. Observemos que en esta línea de tiempo es donde aparece un nuevo parámetro y es la media de tiempos para fallar MTTF. Podemos revisar que en los dos segmentos 2 y el 3 el TTF no tiene nada que ver con el UP TIME sino al segmento antes de la aparición de la falla una vez que comenzó a funcionar. Por otro lado, se puede dar el caso que el UP TIME es el mismo que el TTF, solo cuando el activo contempla solo dos escenarios UP TIME y DOWN TIME no hay segmento de tiempos de Stand by.

Ahora bien, que podemos concluir en esta línea de tiempo. Lo primero, es que como habíamos dicho al principio es que el tiempo entre fallas TBF contempla tanto el UP TIME como el DOWN TIME y como segunda observación, tenemos que el UP TIME contempla tanto el tiempo en operación como el tiempo en reserva, en otras palabras, el tiempo cuando el activo está disponible.

En resumen, podemos encontrar que el nuevo elemento es el tiempo para fallar (Time to Failure (TTF)), que contempla todos los tiempos antes de la aparición de la falla, pero fíjense que para el segmento 1 la longitud de tiempo que contempla el tiempo en reserva, pero en el segmento 3 no lo contempla, debido a que viene de estar en stand by y no de haber fallado.

Quizás haya consultores que indican que utilizan el MTTF y eliminan los tiempos muertos o tiempos en espera. Esto habría que verlo con cuidado, porque, por ejemplo, podemos encontrar en una línea de producción equipos que en cierto momento no están funcionando, pero pueden estar cargados eléctrica, neumática o hidráulicamente, y estando en esa situación pueden fallar al momento de iniciar una operación. Igualmente, se comenta que el MTBF es para equipos reparables y el MTTF para equipos no reparables; ¿pregunto? Qué equipo en una línea de producción no es reparable.

Por otro lado, un error muy común es cuando expresamos en la distribución exponencial en el periodo de operación constante el parámetro ( $\sigma$ ) que es  $\sigma = 1/\text{MTTF}$  y confundirnos al decir que  $\sigma = 1/\text{MTBF}$  lo cual no es correcto. De la misma manera, la norma ISO 12489 lo explica en detalle y define el concepto del M.T.T.R. como Mean Time To Repair y M.T.T.Res como Mean Time To Restoration como se dice, y que no es lo mismo. Regresando de nuevo al M.T.T.R y el M.T.T.Res. la diferencia está en sus contenidos. Veámoslo de la manera siguiente:

### MTTR: Mean Time To Repair

- Es el tiempo transcurrido desde la ocurrencia real de la falla de un activo hasta su detección.
- El tiempo transcurrido desde la detección de la falla de un elemento hasta el restablecimiento de su función

### MTTRes: Mean Time To Restoration

Es el tiempo esperado para lograr las siguientes acciones:

- El tiempo para detectar la falla.
- El tiempo empleado antes de comenzar la reparación.
- El tiempo efectivo para reparar.
- El tiempo antes de que el componente esté disponible para volver a ponerse en funcionamiento correctamente (pruebas).

Con relación a estos dos parámetros últimos parámetros, utilícelo como usted quiera, pero lo importante es que debe estar claro que son diferentes y que se aplican según el tipo de activo o componente de manera diferente Para ampliar estas definiciones les recomiendo, remítanse a la norma ISO 12489 para profundizar aún más sobre estos conceptos y se aclaren las dudas, y por otro lado, según mi forma de verlo estas dos últimas definiciones están muy relacionada con "La Permeabilidad del Mantenimiento".

Para concluir, como podemos ver, todos son promedios, y traen consigo márgenes de errores, aunque muchas personas no están de acuerdo con su utilización, podemos calcular a través de WEIBULL los parámetros MTBF Y MTTR (misma formulación) a través del uso de la distribución Gamma de la manera siguiente:

$$\text{MTTR} = \eta * \int (1 + 1/\beta)$$

Fig. 3.

Donde, todo se centra en calcular con la metodología de cálculos de parámetros de Weibull tanto "Eta" como "Beta", que será motivo de otro artículo de esta revista. Brau Clemenza.

ESPECIALISTA DE INSTRUMENTACIÓN & CONTROL en Stork, a Fluor company

# Claudia Blanco

JUNTOS MÁS SEGUROS es la forma en que pensamos, nos comunicamos y actuamos en Stork, es parte de nuestro ADN.

Entrevista por Andrés González



**STORK**

## **Platícanos un poco sobre ti, ¿Quién es Claudia Blanco?**

R: Soy Claudia Patricia Blanco Lerma, especialista en Instrumentación Industrial, soy Ingeniera Electrónica, con Maestría en Gerencia de la Innovación Empresarial. Como especialista me dedico a generar aportes para el desarrollo industrial y la optimización de procesos productivos dentro de Stork, donde trabajo actualmente. Soy madre de 2 hijos y casada hace 21 años.

## **¿Cómo ha sido tu trayectoria profesional?**

R: Comencé mis prácticas profesionales en 1996, como Instrumentista Industrial en Termobarranca en la ciudad de Barrancabermeja, de donde soy oriunda.

En el año de 1997 tuve la oportunidad de ingresar a Cusiana fase II a comisionamiento y arranque de este importante campo petrolero de BP. Desde entonces he podido desarrollar mis habilidades y conocimientos en Instrumentación, metrología, planeación, programación y ejecución de paradas mayores, en los 4 campos de BP en Casanare, hasta llegar a ser parte del grupo de confiabilidad en la ciudad de Bogotá, con una trayectoria de 13 años en los campos de BP.

## **¿Cómo fue para ti llegar a Stork?**

R: A STORK llegué en diciembre de 2010, fue una nueva experiencia, una forma diferente de hacer las cosas, me encontré con viejos amigos con los que habíamos trabajado en Casanare lo que hizo que mi ingreso se sintiera familiar. Stork ha sido para mí una empresa que ha permitido que desarrolle mis habilidades, que comparta mi conocimiento, que me exprese de manera abierta y sincera, he encontrado formas diferentes de hacer el trabajo, es una compañía de puertas abiertas, permite la libre expresión y confía mucho en el potencial de sus colaboradores.

## **¿Cuáles son las tareas principales de una especialista de instrumentación y control?**

R: Dentro de las principales tareas está el aseguramiento de las competencias de los técnicos del área de I&C, la transferencia de conocimiento al personal de I&C que tenemos a cargo dentro de la Operación y el Mantenimiento de los campos en los que operamos. Así mismo, el desarrollo e implementación de las diferentes metodologías (RCM/PMO/RCA/FMECA entre otras), que permitan la mejora continua de los procesos del área de I&C, la definición, revisión y mejora de la taxonomía de todos los activos de Instrumentación y cualquier actividad en pro de la mejora continua de los procesos dentro del área de experto de mi cargo.

## **Uno de los propósitos principales de Stork es mantener un mundo mejor, ¿qué actividades llevan a cabo para cumplir con dicho propósito?**

R: Nuestra declaración de propósito, “Mantener un mundo mejor”, captura esto muy bien: “Mantener” es lo que hacemos, “un mundo mejor” es el valor que agregamos para todos nuestros grupos de interés.

A través de un esfuerzo concertado, aspiramos a mantener a nuestros accionistas, nuestra gente, clientes y el planeta estrechamente alineados, ya que estamos convencidos de que esta es la clave del éxito a largo plazo de nuestra empresa y, por lo tanto, realmente está a la altura de nuestra ambición de ser la referencia de la industria. Todos los días, en todas partes.

En Stork entendemos que nuestra estrategia empresarial va más allá de la prestación de servicios de ingeniería, conocemos el valor de implementar y fortalecer en nuestra organización una cultura diversa e incluyente. Contamos con una estrategia corporativa y desarrollamos 3 ejes de acción W STORK (programa de inclusión femenina en la industria), Stork de puertas abiertas (programa de inclusión de etnias, población LGTBI, discapacitados, etc) y Generaciones Stork (programa de transferencia de conocimiento y experiencia entre las generaciones coexistentes en la compañía), con el objetivo de colaborar en el desarrollo del país desde su base social.

## **Dentro de Stork cuentan con un programa de seguridad llamado Juntos Más Seguros ¿de qué trata este programa?**

R: JUNTOS MÁS SEGUROS es más que una marca o un programa. Es nuestra identidad. Es lo que somos en Stork. Propiedad de los empleados y habilitada para el liderazgo; JUNTOS MÁS SEGUROS es la forma en que pensamos, nos comunicamos y actuamos en Stork, es parte de nuestro ADN.

Todos los que están conectados con Stork son parte de una familia global; empleados, familias, grupos de interés, clientes y comunidades. Creemos que la seguridad es un esfuerzo conjunto y que, al trabajar juntos como un equipo, somos JUNTOS MÁS SEGUROS.

En Stork hemos estado trabajando en HSE desde que comenzamos nuestro negocio, hace más de 150 años.

## **Stork se mueve en distintas ramas de la industria, ¿Cuáles son sus principales y por qué?**

R: Las expectativas y objetivos de nuestros clientes son claves en la forma en que operamos en las industrias a las que servimos: las industrias de energía, petróleo y gas, minería y refinación. Mantenemos los activos en funcionamiento. ¿Pero qué significa eso? Stork, es un proveedor líder de soluciones totalmente integradas para las operaciones, el mantenimiento, modificaciones y la integridad de los activos. En pocas palabras, nos aseguramos de que las plantas e instalaciones industriales sigan funcionando de forma adecuada y segura mediante la construcción, mantenimiento o modificación de las mismas.

Pensamos con ellos, y con nuestra experiencia, impulso y entusiasmo, encontraremos la solución adecuada para prestar servicios de calidad. Basándonos en nuestros valores fundamentales de seguridad, integridad, trabajo en equipo, orientación al cliente y excelencia, nos esforzamos por ser el referente de la industria. Todos los días, en todas partes.

## **¿Cuáles son las capacidades de Stork?**

R: Nuestro espectro de productos y servicios abarca todo el ciclo de vida de los activos, desde la construcción, el mantenimiento y los plazos hasta el desmantelamiento, y abarca desde el trabajo de arranque en el terreno en el sitio o el trabajo especializado en nuestros propios centros de operaciones, hasta los servicios de consultoría premium.

Podemos ayudarlo a establecer la estrategia y la hoja de ruta correctas, y posteriormente administrar y ejecutar los alcances de trabajo aprobados para que pueda alcanzar sus objetivos comerciales.

## **Cuéntanos acerca de la Claudia fuera de oficina, ¿Cómo disfrutas la vida?**

R: Me encanta pasar tiempo en familia, cocinar, viajar, estar en la playa, conocer nuevos lugares, me fascina volar en parapente, lo hago cada vez que puedo, soy apasionada con las cosas que me propongo, me gusta leer, compartir un buen vino con amigos, me gustan las flores, tengo un jardín con rosas y plantas aromáticas que cuido con mucho amor.



**PREDICTIVA 21**